

REDUKTION AV MÄNGDEN BRÄNNBART BYGG- OCH RIVNINGSAVFALL



**Mar Edo, Mattias Bisailon, Martin Engman, Carl Jensen,
Inge Johansson, Jenny Sahlin, Martyna Solis**

2019-09-01

SBUF stödjer
forskning & utveckling

som leder till
praktisk handling

FÖRORD

Projektet "Reduktion av mängden brännbart bygg- och rivningsvall" har genomförts under 2019. Projekt är också en del i ett större projekt "Framtidens avfallsbränsle – Bränslekvalitet och uppströmsarbete".

Projekt har finansierats av SBUF, RE:Source, Avfall Sverige och tio stycken energiåtervinningsbolag: Borås Energi och Miljö; EON Värme Sverige; Jönköping Energi; Mälarenergi; Stockholm Exergi; Sysav Utveckling; Tekniska verken i Linköping; Umeå Energi AB; Vattenfall och Öresundskraft.

Skanska har varit huvudsaklig projektpartner för byggindustrin och är tillika medförfattare till denna rapport. Huvudutförare har RISE och Profu varit. Följande medverkande företag har deltagit med tid och ovärderliga arbetsinsatser för plockanalyser: Swerock AB; Ragn-Sells Recycling AB och SRV Återvinning AB.

Ytterligare deltagare vid arbetsmöten/workshops har varit: Destroy RC, EFO; Kretslopp och Vatten i Göteborg, NOAH, PEAB, Riksbyggen, Skanska, Stena Recycling, Sveriges Byggindustrier, VafabMiljö, representanter från Avfall Sveriges verksamhetsgrupper för bränsle och aska, liksom representanter från finansiärer och företag som bidragit med plockanalyser. Projektet har inhämtat värdefull kunskap och synpunkter vid dessa arbetsmöten, rörande indata, resultat och slutsatser från projektet.

Ett stort tack till alla deltagare som bidragit med kunskap, erfarenheter, åsikter, diskussioner och framförallt ett stort engagemang i frågan om sammansättning på avfall till energiåtervinning och hur vi aktivt kan arbeta med frågan att säkerställa att den fraktionen i framtiden bara innehåller sådant som inte går att återvinna på ett bättre sätt.

Borås och Mölndal november 2019

Inge Johansson, Projektledare RISE och Jenny Sahlin, Projektledare Profu

SAMMANFATTNING

I övergången mot en cirkulär ekonomi är nyttiggörande av avfall och att använda detta som resurser en viktig hörnsten. Bygg- och rivningsavfall är en av de största avfallsströmmarna i Europa och uppskattas till omkring 800 miljoner ton per år inom EU (Europeiska kommissionen, 2019). I Sverige uppkommer omkring 10 miljoner ton bygg- och rivningsavfall varje år (Naturvårdsverket, 2018). Bygg- och rivningsavfall anses vara en avfallsström med stor potential till en förbättrad avfallshantering genom materialåtervinning jämfört med idag. Samtidigt har underlaget om vad det brännbara bygg- respektive rivningsavfallet innehåller varit väldigt knapphändigt.

Projektets ambitioner har varit dels att öka kunskapen kring sammansättningen av brännbart bygg- respektive rivningsavfall och dels att med hjälp av diskussioner och intervjuer mellan/med olika led i värdekedjan ta fram rekommendationer till åtgärder för att säkerställa att det avfall som går till energiåtervinning bara består av sådant som inte kan återvinnas effektivare på annat sätt. Ett visst fokus har också varit kring plast som har en viktig inverkan på miljöavtrycket både för bygg- och rivningssektorn såväl som på energisektorn.

I projektet gjordes plockanalyser på byggavfall och på rivningsavfall. Som ett resultat av detta arbete utvecklades en manual tillsammans med aktörerna som utförde plockanalyserna. Denna manual finns publicerad som en separat SBUF rapport för att underlätta användandet av den.

Även om mängden plockanalyser var begränsat och inte kan sägas utgöra ett medel för respektive avfallstyp kunde fortfarande intressanta observationer göras. Analyserna visade att det finns en hel del material i de brännbara fraktionerna som borde ha sorterats ut för materialåtervinning. I snitt utgjordes det brännbara byggavfallet till drygt 30 % av pappers och plastförpackningar. Detta är strömmar som omfattas av producentansvar och där det redan idag finns fungerande processer för materialåtervinning. Plast i sig stod för nästan 30% av det brännbara byggavfallet och av det utgjordes 50% av förpackningar. När det gällde rivningsavfallet fanns det exempel där mer än 50% av den så kallade brännbara fraktionen utgjordes av icke-brännbart material (främst gips).

De förbättringsåtgärder som identifierats i projektet är en mix från komplexa åtgärder för normändring, ny affärslogik och kommunikation i värdekedjan till konkret om antal containrar vid sortering, förbättrade möten vid projektuppstart, och behov av ett utökat återtagande av förpackningar.

Några av de största hindren för en ökad återvinning idag är:

- Huvudsakligen kostnadsdrivna processer där avfall och resurshushållning får en underordnad betydelse
- Otydlighet om miljönyttan – representanter för byggföretag påtalar att man saknar en tydlig information, kvantifiering och kommunikation om miljönyttan av att materialåtervinna istället för att energiåtervinna de brännbara avfallsfraktionerna.
- Företagsledningarnas prioriteringar - de är avgörande för att bryta normer och ställa om till ett mer cirkulärt tänk
- Tidsbrist vid inventeringar samt brist på utrymme för källsortering
- Att sorteringsanläggningarna idag snarast är optimerade för bränsletillverkning än för att sortera ut så mycket återvinningsbart material som möjligt

Projektet drar följande slutsatser, grupperade inom olika delar:

Sammansättning:

- Studien ger ett unikt, offentligt dataunderlag kring sammansättningen av brännbart bygg- och rivningsavfall, som tidigare saknats. Underlaget ger en indikation på framförallt vad som finns i byggavfallet och kan användas när avfallsstrategier uppdateras/tas fram.
- Byggavfall och rivningsavfall måste separeras när man diskuterar åtgärder för såväl minimering som återvinning och återbruk eftersom förutsättningarna avsevärt skiljer sig åt mellan de två avfallsströmmarna.
- Resultatet visar att brännbart rivningsavfall kan innehålla en betydande andel icke brännbart avfall, en andel som i vissa fall uppgått till så mycket som 50 procent varav gips utgjort den största andelen.
- Den genomsnittliga koncentrationen av klor i både byggavfall och rivningsavfall är i samma storleksordning som den i RDF-avfall. Hårdplast är den fraktion som bidrar mest till klorinnehållet i båda avfallsströmmarna.
- Byggavfall visade högre kvicksilverinnehåll jämfört med rivningsavfall och RDF och SRF. Det var inte möjligt att identifiera källan till kvicksilver i de analyserade proverna.

Potential för materialåtervinning

- Det brännbara byggavfallet skulle kunna minskas med upp till 33 procent enbart genom en väl fungerande källsortering och insamling av förpackningar (plast, papper och kartong).
- Det finns en stor potential att öka återvinningen av plast från det brännbara byggavfallet - plockanalyserna visade att av plasten är det upp till 49 procent mjukplastförpackningar, som ingår i producentansvaret och har befintliga system för materialåtervinning

Beteende, policies och prioriteringar

- Den största utmaningen för minskade avfallsmängder och förbättrad avfallsbehandling är att företagsekonomisk rationalitet driver företagens dagliga verksamhet, och att avfall och avfallsbehandling ofta är en underordnad fråga.
- Det pågår arbete för förbättrad resurshushållning och avfallshantering inom bygg- och rivningssektorerna för att utbilda och sprida kunskap, samt få branschaktörer att i praktiken agera efter befintlig kunskap.
- Företagsledningens prioriteringar har stor potential att förändra normer och prioriteringar för inköpsprocesser för avfallsförebyggande, kvalitetssäkring för återanvändning och ökad källsortering. Dessa insatser upplevs medföra en större arbetsinsats, som innebär högre kostnader, än dagens norm med överbeställningar och avfallsgenerering.
- Det finns ett stort behov av att sprida kunskapen om vikten av återvinning och avfallsminskning längs hela värdekedjan.
- Det finns ett stort behov av tidig och detaljerad planering av bygg- och rivningsprojekt, som inkluderar plan för avfallshantering genom hela projektet. I de nya avfallsriktlinjerna från Sveriges Byggindustrier rekommenderas att inventering ska göras även på återanvändbart och återvinningsbart material
- Utökad sortering och återvinning av rivningsavfall hindras huvudsakligen av brist på tid för inventering och selektiv rivning, samt brist på utrymme för sortering.
- Det finns ett behov av att förändra ordningen att dagens sorteringsanläggningar av blandat bygg- och rivningsavfall primärt syftar till att ta fram en bränslefraktion, snarare än att sortera avfallet för materialåtervinning

Några rekommendationer från projektet till aktörer i byggsektorn:

- Skapa strategi och samarbete för normförändring genom hela kedjan från tillverkare, byggherre och byggtreprenör som alla måste prioritera arbetet med att minimera och sortera avfall, för att nå en förändring. En väg kan vara att öka utbildning om resurshushållning som också prioriteras högt vid projektering, planering och implementering av byggprojekt.
- Förtydliga och utöka samarbete mellan olika affärsenheter såsom ledning, hållbarhet, teknik, särskilt i stora organisationer. Hållbarhetsavdelningen är vanligen väl insatt i frågorna om avfallsförebyggande och hanteringen, men kan ha svårt att nå ut och nå förändring i praktiken.
- Ökad kunskap om sammansättningen på avfallsströmmar genom systematiska plockanalyser och hantera avfallsströmmar från byggnation respektive rivning olika, med skilda behov av åtgärder för förbättring.
- Sätt branschgemensamma mål och identifiera vägar för uppföljning för ökad resurshushållning och att nå bättre avfallsbehandling. Men ett gemensamt mål kan företag sporra varandra att prestanda mot samma mål.
- Gör medvetna resursstyrda inköp.
- Skapa ett forum för samverkan mellan aktörerna i värdekedjan från ägare av byggnader/infrastruktur hela vägen uppströms till producenterna av materialen/produkterna som används och nedströms till avfallsmottagarna.

- Avsätt utrymme för sortering och förbättra planeringen såväl som utformningen av insamlingssystemen på byggplatserna och logistik från platserna till avfallshanteringsanläggningarna.
- Undvika byggnadsmaterial som är sammansatta av olika material och utmanande att återvinna och därmed skickas till energiåtervinning.
- Bidra till bättre tillsyn vid rivning, om tillsynsinstansen har enhetliga krav, så underlättas och förbättras arbetet. Prioritera också tid och utrymme för att utveckla selektiv rivning.

Genom att på ett bättre sätt ta tillvara på och cirkulera material som idag eldas upp för energiåtervinning kan dels mängderna avfall till energiåtervinning minska, men framförallt kan mer material cirkuleras och uttaget av jungfruliga resurser minskas. Det betyder inte att allt material ska återvinnas, en del är fortfarande med dagens återvinningsmetoder mest lämpat för energiåtervinning. Det kommer dock, om det görs på rätt sätt, att minska både det miljömässiga fotavtrycket som rivning och byggnation idag har och det koldioxidavtryck som energisektorn har - samtidigt som farliga ämnen fasas ut ur samhället på ett säkert sätt. Kunskapen som genererats i detta projekt tillsammans med de kontaktytor som skapats är förhoppningsvis en pusselbit som kan guida mot en mer cirkulär framtid.

INNEHÅLL

FÖRKORTNINGAR OCH DEFINITIONER	7
Förkortningar	7
Definitioner	7
1 BAKGRUND	8
1.1 EU:s återvinningsmål för bygg- och rivningsavfall	8
1.2 Situationen i Sverige	8
1.3 Brännbart bygg- och rivningsavfall	10
1.4 Plast i det brännbara bygg- och rivningsavfallet	10
1.5 Reduktion av mängden brännbart bygg- och rivningsavfall	10
2 SYFTE OCH MÅL	11
3 GENOMFÖRANDE OCH AVGRÄNSNINGAR	11
4 METOD	12
4.1 Nulägesanalys och framtidsscenario	12
4.1.1 Litteraturstudie	12
4.1.2 Datainsamling via deltagare	12
4.1.3 Plockanalyser	12
4.1.4 Kemiska analyser	13
4.1.5 Datorsimulering av scenarier sammansättning på brännbart avfall år 2025	14
4.2 Uppströmsarbete	17
4.2.1 Litteraturstudie	17
4.2.2 Intervjuer	20
5 NULÄGEANALYS: PLOCKANALYSER OCH PROVBESKRIVNING	20
5.1 Genomförande	20
5.1.1 Provtagning och mottagning	20
5.1.2 Grovsortering	20
5.1.3 Sortering i delfraktioner	21
5.1.4 Krossning och mekanisk sortering och uttag av representativa prover	21
5.2 Provbeskrivning	23
5.2.1 Byggavfall	23
5.2.2 Rivningsavfall	24
6 NULÄGEANALYS: SAMMANSÄTTNING	26
6.1 Brännbart byggavfall	26
6.2 Rivningsavfall	30
6.3 Byggavfall mot rivningsavfall	34

7 NULÄGEANALYS: KEMISK SAMMANSÄTTNING	35
7.1 Askhalten	35
7.2 Effektiva värmevärdet	38
7.3 Kopparhalt	40
7.4 Zinkhalt	44
7.5 Kvicksilverhalt	47
7.6 Klorhalt	49
7.7 Blyhalt	53
8 MÖJLIGA SCENARIER FÖR FRAMTIDA UTVECKLING	56
8.1 Referens 2025	60
8.2 Scenario Ökad utsortering av plastförpackningar och annan plast	61
8.3 Känslighetsanalys – mycket omfattande utsortering av plast	62
9 VÄGAR TILL MINDRE AVFALL TILL ENERGIÅTERVINNING	64
9.1 Orsaker till att återvinningsbara fraktioner går till energiåtervinning	64
9.2 Hur arbetar man idag?	65
10 SLUTSATSER	69
11 REKOMMENDATIONER	71
REFERENSER	78
BILAGOR	81
BILAGA A	81
BILAGA B. Intervjuunderlag kring bygg och rivningsavfall	83
BILAGA C Description of the waste facilities	84
BILAGA D Bilder från plockanalyser av bygg- och rivningsavfall	85
BILAGA E Avfallsfraktioner vid plockanalyser av byggavfall	95
BILAGA E Kemiska analyser av bygg- och rivningsavfall	101
BILAGA F Intervjuade företag och organisationer	112

FÖRKORTNINGAR OCH DEFINITIONER

Förkortningar

CPR	Construction Products Regulation, EUs byggproduktförordning (305/2011)
LCA	Life Cycle Assessment, Livscykelanalys
PE	Polyeten
PP	Polypropen
PS	Polystyren
PVC	Polyvinylklorid
RDF	Avfall som genomgått någon form av avfallsbehandling (sortering och/eller krossning) och som är avsedd att användas som bränsle för energiåtervinning.
SLF	Shredder light fraction, en fraktion från återvinning av bilar och större vitvaror
TS	Torrsubstanshalt

Definitioner

Återstod

Med återstod avses i denna rapport avfall av liten storlek (t.ex. damm och avfall mindre än 10x10 cm) som återstår efter genomförd plockanalys. På grund av dess lilla storlek är det svårt att identifiera dess sammansättning och tidsödande och därmed dyrt att sortera det i motsvarande kategorier som för avfall av större storlek.

Bygg- och rivningsavfall

Det finns ingen entydig definition av bygg- och rivningsavfall inom EU och ibland existerar det inte heller en tydlig gräns mellan definition av byggavfall och rivningsavfall.

I denna rapport används byggavfall som benämning för avfall som uppstått vid nybyggnation men också för renovering och reparationer av privata och offentliga byggnader och infrastruktur (European Commission, 2019). Med rivningsavfall avses sådant avfall som uppstår från fullständig eller delvis rivning av befintlig(a) byggnader eller civil infrastruktur. Till rivningsavfall räknas också sådant avfall som härrör från olika byggnadsstrukturer och som uppstår vid naturkatastrofer som exempelvis jordbävningar (Chang et al. 2001).

1 BAKGRUND

1.1 EU:s återvinningsmål för bygg- och rivningsavfall

I övergången mot en cirkulär ekonomi är nyttiggörande av avfall och användande av detta som resurser en viktig hörnsten. Bygg- och rivningsavfall är en av de största avfallsströmmarna i Europa och uppskattas till omkring 800 miljoner ton per år inom EU (Europeiska kommissionen, 2019). I Sverige uppkommer omkring 10 miljoner ton bygg- och rivningsavfall varje år (Naturvårdsverket, 2018). Bygg- och rivningsavfall anses vara en avfallsström med stor potential till en förbättrad avfallshantering genom materialåtervinning jämfört med idag. I artikel 11.2 i ramdirektivet om avfall (2008/98/EU) (Europeiska kommissionen, 2018a) föreskrivs att återanvändning, materialåtervinning och annan materialutnyttjande av icke-farligt byggnads- och rivningsavfall är minst 70 viktprocent senast år 2020. Målet på 70 procent inkluderar endast en liten del av allt bygg- och rivningsavfall som uppkommer. Exempelvis ingår inte jord- och stenmassor som står för de absolut största mängderna av de drygt 10 miljoner ton bygg- och rivningsavfall som uppkommer. Ej heller ingår det farliga bygg- och rivningsavfallet. Exempel på avfallslag som ingår i måluppföljningen är metaller, träavfall, glas, gips, sorterat brännbart avfall.

Med ett drygt år kvar till målet ska vara uppfyllt saknas uppgifter om huruvida de olika medlemsländerna inom EU kommer att nå upp till målet. Även om underlaget för Sverige är osäkert gör Naturvårdsverket bedömningen att Sverige idag når upp till målet (Naturvårdsverket, 2019).

Europeiska kommissionen har också tagit fram ett antal förslag i form av riktlinjer och protokoll (Europeiska kommissionen, 2018b) såsom riktlinjerna för avfallsinventeringar innan rivnings- och renoveringsarbeten för byggnader (Europeiska kommissionen, 2018c) och konstruktions- och rivningsavfallshanteringsprotokoll (Europeiska kommissionen, 2016) med målet att förbättra hantering av bygg- och rivningsavfall.

1.2 Situationen i Sverige

Bygg- och anläggningssektorn genererar ca en tredjedel av det avfall som årligen uppkommer i Sverige (exklusive gruvavfall) och avfallet består till största del av jordmassor följt av blandat bygg- och rivningsavfall, muddermassor, metallavfall samt träavfall (Naturvårdsverket, 2018).

Av Sveriges klimatpåverkan står bygg- och anläggningssektorn för en femtedel. Som en del för att minska sektorns klimatpåverkan har Sveriges Byggindustrier tagit fram en Färdplan för en fossilfri och konkurrenskraftig byggsektor. I färdplanen har ett antal aktörer enats om en vision om att år 2045 är värdekedjan i bygg- och anläggningssektorn vara klimatneutral och konkurrenskraftig. För sektorns avfall uttrycker man att bygg- och anläggningssektorn har "potential att minimera avfall och förflytta sig mot cirkulära flöden genom effektivare resursanvändning, ökad återanvändning och återvinning av material."

Både statliga organisationer såsom Naturvårdsverket, och privata bolag är engagerade i arbetet med hållbar hantering av bygg- och rivningsavfall i Sverige. Därför har ett antal studier

genomförts i Sverige under de senaste åren för att (i) uppskatta den potentiella återvinningen av bygg- och rivningsavfall, och / eller (ii) fastställa ett antal åtgärder / rekommendationer som skulle kunna tillämpas av olika aktörer i värdekedjan som kan leda till en förbättrad hantering av avfallet med en ökad materialåtervinning som följd.

Den tillgängliga informationen om mängderna av bygg- och rivningsavfall som uppkommer och deras sammansättning är relativt osäker. IVL Svenska Miljöinstitutet (IVL) genomförde på uppdrag av Naturvårdsverket ett projekt med syftet att fastställa åtgärder som skulle kunna bidra till att uppnå målet som fastställts av Europeiska kommissionen (Palm et al., 2015). Senast har IVL nyligen presenterat fyra kategorier av åtgärder (rekommendationer) för att öka återvinningen av bygg- och rivningsavfall som tas emot på kommunala avfallsanläggningar med fokus på plast, gips, betong, glasull, planglas och grovplast (Almansi m.fl., 2018). Dessa förbättringsåtgärder inkluderar:

- Bättre kommunikation mellan partner;
- Incitament för industrin att förbättra sin sortering av avfall;
- Förändringar kopplade till återvinningsstationer; och
- Strategiskt arbete för att omvandla avfall till resurser.

Några av dessa rekommendationer nämndes redan i ett projekt som genomfördes av RISE (Research Institutes of Sweden) efter att ha tittat på byggnadsmaterialens cirkularitet (Johansson, 2017). Det pågående forskningsprojektet Constructivate syftar till att uppnå en mer resurseffektiv återvinning av bygg- och rivningsavfall med fokus på betong- och plastavfall. I projektet har man identifierat både hinder och tänkbara lösningar som inkluderar tekniska lösningar såväl som förändrad lagstiftning, arbetssätt, logistik och affärsmodeller. Projektet kommer att slutföras senare under 2019.

Sveriges Byggindustrier har gett ut resurs- och avfallsriktlinjer vid byggnation samt rivning. Dessa riktlinjer anger bl.a. vilka avfallsfraktioner som det uppkomna avfallet ska sorteras i. Avsteg i form av mindre antal avfallsfraktioner än vad riktlinjerna anger ska särskilt motiveras och godkännas skriftligt av beställaren (Sveriges Byggindustrier, 2019). Exempel på dessa avfallsfraktioner är brännbart, gips, trä och farligt avfall. Plast är inte med som kategori i "basnivån" men i riktlinjerna uppmuntras till källsortering av plast i de fall innehållet är känt och godkänt från ECHA. Plast från rivning bör gå till energiåtervinning enligt riktlinjerna med motiveringen att den ofta innehåller additiver som bör fasas ut ur samhället.

I ett SBUF-projekt som slutfördes 2017 var två av de viktiga slutsatserna att det behövs mer kunskap kring sammansättningen av CDW och en förbättrad sortering för att branschen ska ha en chans att nå de lagstiftade målen om återvinning (Johansson, 2017).

Dessutom har forskning bedrivits med fokus på specifika avfallsfraktioner. RISE har nyligen lagt fram en rapport om nya möjligheter att minska deponering av gipsfraktionen (Bok et al., 2018).

1.3 Brännbart bygg- och rivningsavfall

Det bygg- och rivningsavfall som lämnas i fraktionen brännbart, utgör en betydande andel av de mängder som inkluderas i uppföljningen av återvinningsmålet. Denna avfallsström är jämförbar med hushållens restavfall, och består av olika ingående materialslag som av olika anledningar inte sorterats ut vid källan på bygg- eller rivningsarbetsplatsen. Exempel på material som återfinns i denna fraktion är plast, trä, wellpapp och papp men också av avfall såsom inert avfall och farligt avfall som felaktigt hamnat i den brännbara fraktionen.

Det bygg- och rivningsavfall som lämnas i fraktionen brännbart, går normalt till en sorteringsanläggning. Där sker en sortering i flera steg. Först en grovsortering då större avfall med potential till återvinning eller farligt avfall påträffas. Därefter genomgår avfallet en mekanisk sortering vid vilken i huvudsak tre utgående fraktioner erhålls i form av brännbart avfall, inert avfall samt metaller. Det uppskattas att drygt 1 miljoner ton bygg- och rivningsavfall brändes i kraftvärmeanläggningar i Sverige under 2016 (Avfall Sverige, 2016). Av dessa mängder var det omkring 270 000 ton som utgjordes av brännbara sorteringsrester från sortering.

1.4 Plast i det brännbara bygg- och rivningsavfallet

Plast är ett material som har fått mycket negativ uppmärksamhet i media under senare år och det har också lett till olika åtgärder såsom mål att minska plastkassar i handeln. Mycket av diskussionerna kring plasten har kretsat kring de konsekvenser som materialet kan ha om det inte omhändertas på rätt sätt. Exempel är nedskräpning och nedbrytning till mikroplaster som sedan hamnar i våra vattendrag där det påverkar djurlivet. En annan faktor är att den plast som idag används nästan uteslutande har producerats från fossil råvara. Detta påverkar dels miljöavtrycket från bygg- och rivningsprojekten då plasten i den brännbara avfallsfraktionen dels representerar en (ofta) fossil insats vid produktionen, men också direkta fossila utsläpp vid energiåtervinningen. Det senare är ett problem för energiåtervinningsanläggningarna som i ökad utsträckning ställs inför kundkrav på fossilfri fjärrvärme.

Plast är ett mångsidigt material som rätt använt (och rätt omhändertaget efter sin produktlivslängd) fyller viktiga funktioner. Mycket av plasten går också att återvinna, i alla fall den plast som används vid byggnation idag. Plast i rivningsavfall är mer utmanande då de i större utsträckning riskerar att innehålla farliga ämnen som helst inte ska recirkuleras i samhället. Dagens mekaniska återvinningsmetoder har mycket begränsad möjlighet att avskilja dessa oönskade ämnen.

1.5 Reduktion av mängden brännbart bygg- och rivningsavfall

Projektet "Reduktion av mängden brännbart bygg- och rivningsavfall" fokuserar på den brännbara fraktionen från bygg och rivningsavfallet. I projektet kombineras plockanalyser utförda i projektet med intervjuer av olika parter i värdekedjan för att utarbeta rekommendationer för hur den brännbara fraktionen kan minskas och exempelvis materialåtervinningen kan ökas.

2 SYFTE OCH MÅL

Detta projekt ämnar öka kunskapen kring sammansättningen av den brännbara fraktionen av bygg- och rivningsavfall som underlag för att kunna säkerställa att fraktionen i framtiden endast består av material som inte kan återvinnas eller återanvändas på annat sätt i en resurseffektiv ekonomi.

Målen med projektet är att:

- kartlägga sammansättningen av det brännbara bygg- och rivningsavfallet som idag går till energiåtervinning
- simulera hur sammansättningen av det brännbara bygg- och rivningsavfallet kommer att se ut i framtiden (2025)
- ge rekommendationer till aktörer i värdekedjan till hur mängden brännbart bygg- och rivningsavfall till energiåtervinning kan minska

3 GENOMFÖRANDE OCH AVGRÄNSNINGAR

I flera studier har det konstaterats ett behov av mer tillförlitliga data över bygg- och rivningsavfall med avseende på mängder såväl som sammansättning för att kunna förbättra uppströmsarbetet och hanteringen av uppkommet bygg- och rivningsavfall. Detta projekt har tagit fram ett underlag för sammansättningen av brännbart bygg- och rivningsavfall som genomgår en sortering där den brännbara sorteringsresten idag går till energiåtervinning.

Trots att projektet Framtidens avfallsbränsle studerar ett antal olika avfallsströmmar i form av hushållsavfall, importerat avfall, verksamhetsavfall, bygg- och rivningsavfall och askor från förbränningen, är delprojektet "Reduktion av mängden brännbart bygg- och rivningsavfall" begränsat till bygg- och rivningsavfall.

Resultatet som erhållits från genomförda plockanalyser ger en fingervisning om hur sammansättningen av brännbart bygg- och rivningsavfall ser ut idag men ska inte betraktas som statistiskt säkerställt på grund av det begränsade antalet genomförda plockanalyser.

4 METOD

Projektet inkluderar två delar där fokus i den första delen var att kartlägga dagens och förutsäga framtidens (2025) brännbara bygg- och rivningsavfall i Sverige med avseende på sammansättning. I den andra delen har fokus varit på att identifiera hinder och möjligheter för att minska mängden brännbart bygg- och rivningsavfall till energiåtervinning.

4.1 Nulägesanalys och framtidsscenario

4.1.1 Litteraturstudie

En litteraturstudie har genomförts för att få en översikt över de studier och projekt som nyligen har genomförts rörande brännbart bygg- och rivningsavfall med särskilt fokus på Sverige. Styrmedel och relevanta nyheter från media har också gått igenom. Den mest relevanta informationen har nämnts i inledningen av rapporten. Den kunskap som samlats in i litteraturstudien har varit värdefull vid utvärderingen av de erhållna resultaten och vid framtagande av slutsatser och rekommendationer.

4.1.2 Datainsamling via deltagare

Deltagande organisationer tillfrågades att skicka data och information om det brännbara bygg- och rivningsavfallet som hanteras på deras anläggningar. Syftet var att kombinera denna information med erhållna resultat från genomförda plockanalyser för att kartlägga sammansättningen av det brännbara bygg- och rivningsavfallet i Sverige. Tyvärr var data från projektpartners knapphändig varför de inte kunde användas för ändamålet.

4.1.3 Plockanalyser

Ett antal plockanalyser har genomförts i detta projekt för att få en bättre förståelse för sammansättningen i brännbart bygg- och rivningsavfall som idag går till energiåtervinning i Sverige.

Plockanalyser är en användbar metod för att utvärdera kvaliteten på avfallsbränslen med avseende på sammansättning av exempelvis plast-, metall-, trä- och matavfall. Den information som samlas in genom plockanalyser gör det möjligt att kartlägga sammansättningen för olika avfallsströmmar och utvärdera effekten eller effektiviteten hos exempelvis sorterings- och insamlingssystem samt bedöma eventuella åtgärder som kan leda till t.ex. en ökning av återvinningsgraden. Informationen kan också användas för att förutse den brännbara fraktionens framtida sammansättning och utgör en grund för det uppströmsarbete som krävs för att minimera mängden av olika avfallsströmmar. För att utifrån plockanalyser få en riktigt bra uppfattning om kvaliteten på avfallsbränslet krävs dock också god kunskap om den kemiska sammansättningen av de olika avfallsfraktionerna.

Totalt genomfördes 13 plockanalyser på mottaget brännbart bygg- och rivningsavfall. Av dessa var det 9 som utgjordes av byggavfall och 4 som utgjordes av rivningsavfall. Byggavfall och rivningsavfall särskildes eftersom byggavfall utgörs av installationsspill och av material som tillverkaren vet sammansättningen för till skillnad från rivningsavfall. Dessutom har materialet i byggavfallet inte åldrats vilket gör att det finns bättre förutsättningar att materialåtervinna byggavfall jämfört med rivningsavfall.

Plockanalyserna skedde hos Swerock AB, SRV Återvinning AB och Ragn-Sells Recycling AB. För att säkerställa att resultaten från plockanalyserna av olika prover är jämförbara är det avgörande att plockanalyserna utförs på samma sätt och efter samma kriterier. Eftersom ingen manual för plockanalyser påträffades för bygg- och rivningsavfall togs det fram en manual i projektet för detta: Manual för plockanalyser av brännbart bygg- och rivningsavfall (Edo et al., 2019). Manualen togs fram av RISE i nära samarbete med Swerock AB, Ragn-Sells Recycling AB och SRV Återvinning AB. Som utgångspunkt användes Avfall Sveriges manual för plockanalyser av grovavfall (Avfall Sverige, 2016).

Eftersom plockanalyserna utgjort en central del i projektet beskrivs i kapitel 5 kortfattat hur plockanalyserna har genomförts samt vilken data som legat till grund för resultatet och utvärderingen.

4.1.4 Kemiska analyser

Kemiska analyser på brännbart avfall från byggnation samt rivning gjordes på följande materialfraktioner som erhöles från plockanalyserna:

- *Hårdplast*
- *Mjukplast*
- *Trä*
- *Övrigt brännbart*

Fraktionen *övrigt brännbart* inkluderar allt avfall som inte utgörs av hårdplast, mjukplast och trä och som hamnar i den brännbara fraktionen efter krossning och den efterföljande sorteringen.

Innan kemisk analys maldes varje materialfraktion i två steg i en kvarn, till en partikelstorlek på <1 mm. Kryomalning användes för de materialfraktioner som innehöll plast och gummi. Alla större metallstycken avlägsnades från proven före malning. De kemiska analyserna utfördes enligt de standarder som sammanfattas i Tabell 1. Analyserna utfördes av RISE.

Tabell 1 Analyismetoder vid kemiska analys av proverna.

	Provningsmetoder	Enhet
Fukhalt ¹	EN-ISO 18134-2	vikt-% av
Askhalt ²	EN-ISO 18122	vikt-% av TS ³
Klorhalt (Cl)	EN-ISO 16994	vikt-% av TS ³
Svavelhalt (S)	EN-ISO 16994	vikt-% av TS ³
Kolhalt (C)	EN-ISO 16948	vikt-% av TS ³
Vätehalt (H)	EN-ISO 16948	vikt-% av TS ³
Kvävehalt (N)	EN-ISO 16948	vikt-% av TS ³
Syrehalt (O)	Beräknat som differens	vikt-% av TS ³
Fluorhalt (F)	IC	vikt-% av TS ³
Bromhalt (Br)	ICP-MS	mg/kg TS ³
Kvicksilverhalt (Hg)	Kvicksilver EPA 7473	mg/kg ts ³
Kalorimetriskt värmevärde	EN-ISO 18125	konstant volym lev. tillstånd, MJ/kg
Effektivt värmevärde	EN-ISO 18125	konstant tryck lev. tillstånd, MJ/kg
Huvudelement ⁴	ASTM D 3682 (ICP-OES) (mod.)	vikt-% av TS ³
Spårelement ⁵	ASTM D 3683 (ICP-OES) (mod.)	mg/kg ²

¹Vid 105 °C; ²Vid 550 °C; ³TS: torrsubstans; ⁴Huvudelement: Al, Si, Fe, Ti, Mn, Mg, Ca, Ba, Na, K och P; ⁵Spårelement: As, Cad, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, V, Zn och Be.

4.1.5 Datorsimulering av scenarier sammansättning på brännbart avfall år 2025

Målet för projektet var att kunna simulera hur det brännbara bygg- och rivningsavfallet skulle förändras fram till 2025. Eftersom det statistiska underlaget om sammansättningen av dessa strömmar är för litet har valet gjorts att istället redovisa simuleringar av hur det avfall som energianläggningarna tar emot totalt kan förändras till 2025.

Den framtida sammansättningen på avfall till energiåtervinning och dess egenskaper beräknas i scenarier. Scenarierna utgår från att olika mål nås för avfallsbehandlingen och vi beräknar effekten av förändringarna på avfallsbränslets egenskaper. Vi beräknar sammansättningen vid måluppfyllelse, plus även effekten av en mycket omfattande förändring genom utsortering av en mycket stor mängd plast från avfall till energiåtervinning. Plastinnehåll är en del som beräknas, då plasten genererar en klimatbelastning vid energiåtervinning. I

Scenarierna representerar en "vad händer om" (what if)-metodik, och är inte en prognos för utvecklingen. Detta gäller såväl det scenario som benämns som Referensscenario som övriga scenarier. Scenarierna används för att utforska effekter av olika förändringar och använder år 2025 för att illustrera detta.

För beräkningarna används simuleringsmodellen ORWARE. ORWARE är en modell för utvärdering av miljöpåverkan från hantering av avfall. Modellen kan hantera både fasta och

flytande, organiska och oorganiska avfall från olika källor. Grunden för modellering av avfallshantering i ORWARE är att de avfallsslag som hanteras kan beskrivas på elementnivå, d.v.s. deras sammansättning av näringsämnen, kol, föroreningar som tungmetaller etc.

ORWARE-modellen har utvecklats i olika forskningsprojekt sedan början av 1990-talet. Utvecklingen startade som ett forskningssamarbete mellan KTH, SLU, JTI och IVL. Utvecklingsarbetet ledde till en rad forskningsartiklar, avhandlingar och större studier. Numera används och vidareutvecklas modellen främst av Högskolan i Gävle, Profu, SLU och JTI.

Profu har inom ramen för projektet inom bland annat Waste Refinery och uppdrag åt Naturvårdsverket utvecklat ORWARE för nationella studier av avfallshantering. Detta gäller såväl tekniska data som t.ex. avfallsflöden och verkningsgrader hos olika behandlingstekniker som ekonomiska data (t.ex. behandlingkostnader och intäkter från utvunna produkter) och data rörande klimatpåverkande utsläpp. Vidare breddade och fördjupade vi beskrivningen och analysmöjligheterna av olika typer av avfallsförebyggande, materialåtervinning och biologisk behandling. Nu har vi uppdaterat de delar av modellen som förändrats sedan det senaste projektet utifrån den kunskap som tagits fram inom ramen för det här projektet.

I bilaga A ges en detaljerad beskrivning av modellen och vilken typ av analyser som den kan göra. I detta projekt används modellens möjlighet att beskriva egenskaper för olika avfallsfraktioner och beräkna effekten på egenskaper när man gör förändringar såsom t ex ökad utsortering av matavfall till biologisk behandling eller ökad utsortering av plast till materialåtervinning.

Avfallet som hanteras i modellen har sitt ursprung i hushåll, verksamheter och industrier. De olika avfallen kan delas upp i mindre fraktioner som exempelvis organiskt avfall, brännbart avfall, förpackningar av metall, kartong, glas mm. beroende på hur avfallet är beskaffat. I modellen kopplas varje fraktion till en kemisk sammansättning av fraktionen. Denna baseras på insamlade kemiska analyser av olika avfallsfraktioner som kontinuerligt uppdateras i modellen, när ny kunskap finns tillgänglig. Genom denna koppling får man en beskrivning av bland annat följande parametrar för respektive fraktion:

- Fukthalt
- Torrsubstanshalt (TS)
- Kolhalt (C) i % av TS (både biogen och fossil andel)
- Vätehalt (H) i % av TS
- Syrehalt (O) i % av TS
- Kvävehalt (N) i % av TS
- Svavelhalt (S) i % av TS
- Askhalt (Aska) i % av TS
- Klorhalt (Cl) i % av TS
- Kaliumhalt (K) i % av TS

Genom att kombinera data om sammansättningen av ett avfall från plockanalyser och den kemiska sammansättningen av respektive avfallsfraktion, kan modellen beräkna hela avfallets kemiska sammansättning. I modellen kombineras detta sedan med data om mängder för respektive avfall till energiåtervinning för att beräkna egenskaperna för den mix som förbränns.

I det föregående projektet "Bränslekvalitet - sammansättning och egenskaper för avfall till energiutvinning" (Avfall Sverige, 2014) kalibrerades modellen så att den gav en god beskrivning av den avfallsmix som förbrändes i Sverige år 2011. Kalibrering skedde både avseende avfallsflöden och de egenskaper som prioriterades av projektgruppen i det projektet. För egenskaperna utnyttjades resultaten från det så kallade C14-projektet, som är den senaste helomfattande analysen av svenskt avfallsbränsle (Blomqvist och Jones 2012). C14-projektet studerade både sammansättning och egenskaper för hela den svenska avfallsmixen, avseende år 2011.

Sedan C14-projektet har det inte gjorts någon helomfattande analys av svenskt avfallsbränsle. I detta projekt har vi därför utgått från den kalibrerade modellen (för år 2011) och uppdaterat data om avfallsmängder, sammansättning och egenskaper till det senaste år där det finns heltäckande statistik för avfallsmängder, dvs år 2017. Rörande sammansättning och egenskaper har data om hushållens restavfall och bygg- och rivningsavfall utnyttjats och uppdaterats utifrån de resultat som tagits fram inom ramen för detta projekt.

4.2 Uppströmsarbete

4.2.1 Litteraturstudie

Ytterligare kunskap har insamlats om hinder och möjligheter för förbättrad hantering av bygg- och rivningsavfall, detta genom en litteraturstudie. Fokus låg på erfarenheter och pågående arbete i Sverige.

Resultat från olika svenska artiklar och projekt relaterade till området bygg- och rivningsavfall har sammanfattats i detta avsnitt. Huvudfokuset var minskning av bygg- och rivningsavfall, ökad materialåtervinning av detta avfall och minimering av mängden avfall som skickas till energiåtervinning.

Ett samarbete mellan Tyréns AB, NKS-bygg inom Stockholms läns landsting och Skanska Healthcare år 2012 resulterade i en metod att minska byggavfallet (Fredriksson m.fl. 2012). Rapporten rekommenderar att man använder kunskap om förväntat avfall som utgångspunkt och analyserar vilken typ av avfall uppstår och varför, samt vilken miljöpåverkan det har. Bara då kan man välja åtgärder. Bland de åtgärder som tas upp av författarna är förutsättningar på företagsnivå, utformning av byggnad och materialval, byggmetoder, logistik och materialhantering, inköp, kommunikation, samordning och ledarskap samt åtgärder för att minska mängden byggfel och skador på färdigbyggda delar.

En annan studie uppskattar de avfallsmängder som har påverkan på etappmålet om minst 70 viktprocent förberedande till återanvändning och återvinning senast år 2020 för bygg- och rivningsavfall (Palm m.fl. 2015). Författarna tar fram ett vetenskapligt underlag för åtgärder som kan användas för att nå etappmålet. Analysen visade att byggavfall inte bidrar väsentligt till återvinningsmålet på grund av kort tid tills målet och byggavfallet redan återvinns i stor utsträckning. Studien visar också att återvinningsmålet kan uppnås redan idag, vilket skulle innebära att åtgärder i syfte att uppfylla återvinningsmålet skulle vara orättfärdiga. Dock framhålls att det finns andra skäl som miljöpåverkan och resurshushållning för att öka återvinningen. Det finns ett behov av att förbättra statistiken för att säkerställa att återvinningsmålet redan har uppnåtts.

Enligt utredningen *Kartläggning av plastflöden i Sverige* finns det en stor potential att öka återvinningen av plast från bygg- och rivningsindustrin (Ljungkvist m.fl. 2019). Idag finns mer än 60 000 ton sorterad plast som skickas till energiåtervinning och många blandade fraktioner som har en potential att kunna sorteras ut på lång sikt, särskilt homogena flöden från byggnation. Författarna ger exempel på golvavfall som uppgår till 2 000 ton per år varav cirka 300 ton materialåtervinns och resten skickas för energiåtervinning. En annan nämnd fraktion är installationsavfall från plaströr på cirka 5000 ton per år men eftersom detta avfall sorteras som både plast och allmänt avfall är osäkerheten kring mängden är större. Uppgifterna om rivningsavfall saknas men vad som är känt är att plast från rivningsavfallet vanligtvis hamnar i blandade fraktioner och därmed går en stor andel till energiåtervinning.

Det finns några pågående projekt som undersöker homogena flöden från konstruktion som tros ha den största potentialen. Till exempel RE:Source-projekt RE:pipe som undersöker rörutsläpp eller RISE-projekt som bland annat studerar fullskalig återvinning av PEX i formgjutna kabeltrummor vid Axjo Plast och återvinning av halogenfri kabelplast (HFFR).

Projektet *Möjligheter för ökade cirkulära flöden av byggmaterial* visar att en ökning av återvinningsgraden för rivning och ombyggnad av avfall kräver att man övervinner stora utmaningar (Johansson m.fl. 2017). De varierar mellan olika material, produkter, avsedd användning och projekttyp. De tekniska utmaningarna relaterade till installationsspill och byggavfall är inte lika betydande. Rekommendationerna inkluderar förbättring och utvidgning av inventeringen för rivning och ombyggnad, förbättring av provtagningsmetoder och rutiner, korrekt sortering och lagring för att få rätt kvalitet på avfall, möjliggöra sortering av kompositmaterial, förbättra logistiken, tekniska lösningar i produktionen samt kvalitetssäkring. Resultaten från forskningen betonar också vikten av korrekt utbildning, nätverk och samarbete med andra aktörer i byggkedjan.

Ett examensarbete *Lönsamhet med avfallshantering i produktion* påpekar att hålla byggavfallet torrt är en av sakerna i avfallshanteringen som gör det möjligt att återvinna material, till exempel gips eller mineralull, och att inte många tänker på det (Stenman, 2016).

Ett annat examensarbete *Hållbar avfallshantering vid nybyggnation* avslöjar att en minskning av mängden blandat avfall innebär lägre kostnader för avfallsbehandling (Blomqvist och Ledje, 2017). Denna fraktion är dyrare jämfört med den fraktion som är sorterad. Denna minskning kommer dock inte att resultera i minskning av utgifterna eftersom sorteringstjänster också kostar. Författarna skriver också att andelen deponering ökar med ökad sortering av blandat avfall. Därför ökar deponeringsavfallsfraktionen också.

I studien *Hur sluter vi kretsloppet? - en inventering av andel återvunnet och återvinningsbart material i olika byggnadselement* granskades ett typiskt byggprojekt idag (Löfås m.fl. 2015). Vilka produkter som vanligtvis innehåller återvunnet material som kan återanvändas eller återvinnas och hur detaljerad är den tillgängliga informationen om det. Data för analysen hämtades från projektets loggbok i form av Byggvarubedömningar version 3 (BVD3). Resultaten visar att informationen om återvunnen del i många fall saknas och att det inte är obligatoriskt att inkludera den i BVD3. Informationen om hur man hanterar en specifik produkt är obligatorisk och finns i BVD3. Cirka hälften av 146 granskade produkter innehåller återvunnet material och kan återanvändas och cirka 80 procent kan återvinnas under specifika omständigheter.

Man konstaterar också att informationen om producentens rekommenderade avfallshantering ofta är teoretisk och ofta skiljer sig från verkligheten. I vissa fall är det inte tekniskt genomförbart eller ens önskvärt att använda mycket gamla produkter eller material i nya byggnader. Produktutveckling krävs vanligtvis för att säkerställa att produkterna anpassas för att demonteras och återanvändas. Mängden återvunnet innehåll i dagens produkter påverkas bland annat av den nuvarande tillgången på återvunnet material och tillgängliga tillverkningsprocesser. Avfallshanteringen av de här produkterna beror däremot på hur insamlings- och återvinningsystem ser ut. För närvarande är materialkretsloppen för byggprodukter slutna endast för enstaka material, till exempel metall. Mer forskning kan göras om återanvändning och återvinning av rivningsavfall i nya produkter.

Den nya byggproduktförordningen CPR (Construction Products Regulation) introducerar obligatorisk bedömning av produkterna under hela deras livscykel (Liljekow m.fl. 2012).

Intervjuresultaten med både små och stora företag visar att de flesta är bekanta med LCA-metodik och många använder den för klimatberäkningar av CO₂-ekvivalenter eller för att klargöra en produkts innehåll. Vissa företag förstår att mängden LCA-analyser som görs i branschen kommer att öka. Många aktörer ser behovet av att utveckla metodiken i sina företag men de skulle vilja att LCA ska vara enklare och mer förståeligt. Alla företag uttryckte en önskan om att branschen i stor utsträckning bör använda samma data, metodik och beräkningsverktyg vid sina LCA-analyser för att öka jämförbarheten. Jämförelse mellan olika projekt visar att mängden avfall per enhetsarea är mycket lika.

Bland goda exempel på cirkulär ekonomi inom byggbranschen är Business Park 20/20 i Amsterdam med byggnader som följer cirkulärekonomiska principer utan extra kostnad; och svenska projektet Byggpall som lyckades utveckla ett självfinansierande pallhanteringssystem och miljöfördelar (Ejlertsson m.fl. 2018). Det finns också ett europeiskt projekt BAMB som introducerar många lösningar för cirkulär konstruktion, såsom vändbar design och nya metoder för enklare demontering. Det beräknas att 75 procent av en byggnad skulle kunna demonteras om det fanns marknad för det. Det som också kan observeras är en ökad digitaliseringsgrad. Digitalisering underlättar bland annat informationsflödet mellan olika aktörer i kedjan.

En studie *Ökad sortering av bygg- och rivningsavfall* undersökte hur man skulle kunna öka materialåtervinning av bygg- och rivningsavfall som mottagits vid kommunala avfallsanläggningar (Amasi m.fl. 2018). Det varierar mycket hur olika kommunala avfallsanläggningar samlar in och bearbetar bygg- och rivningsavfall baserat på kommunens storlek, plats, antal och typer av kunder med mera. Det finns ett behov av bättre sorteringsmetoder, såsom selektiv rivning eller bättre sortering där avfallet genereras, men de kommunala avfallsanläggningarna har inget direkt inflytande på det inkommande materialet. Bland de viktigaste verktygen som avfallsanläggningarna har är att tillhandahålla bättre information till sina kunder eller användning av differentierade mottagningsavgifter. Bland de föreslagna åtgärderna för avfallsanläggningarna är de mest konkreta förbättrat informationsflöde mellan dem och andra aktörer i kedjan och till och från kunder, en större skillnad i mottagningsavgifterna för blandat och källsorterade avfall samt mer användarvänligt och utökat återvinning centra.

Ett projekt *Center för cirkulärt byggande* som är en webbaserad plattform syftar till att underlätta ett mer resurseffektivt byggande (Center för cirkulärt byggande, 2019). Plattformen kan användas av köpare och bygger upp kunskap om montering och demontering. Där arbetar de involverade parterna bland annat med att skala upp återanvändning för kommersiell gångbarhet.

Ett annat exempel är *Constructivate - Sustainable recycling of construction and demolition waste* - ett projekt som syftar till att se över hur man kan uppnå en mer resurseffektiv återvinning av bygg- och rivningsavfall samt hitta tekniska lösningar och identifiera hinder och möjligheter (Mistra Closing the Loop II, 2016). Projektet kommer att fokusera på två strömmar - betong och plast, och ambitionen är att föreslå konkreta lösningar beträffande dessa två.

4.2.2 Intervjuer

Inom projektet anordnades 26 intervjuer med deltagande projektpartners varav fyra var med företag och organisationer inom bygg- och rivningsindustrin, se bilaga F. Syftet vara att hitta huvudfaktorer enligt intervjupersoners åsikt. Intervjuerna genomfördes under perioden från oktober 2018 till mars 2019, var och en av dem var en eller två timmar lång med en grupp eller en person från en specifik aktör. Resultaten är konfidentiella och inga svar ges med namn. Intervjuerna var semistrukturerade med fördefinierade frågor och varje respondent besvarade alla frågor i samma sekvens (Bilaga B). Varje respondent fick uppföljningsfrågor baserade på input. Alla fick samma huvudfrågor samtidigt som intervjun formades utifrån svaren.

5 NULÄGEANALYS: PLOCKANALYSER OCH PROVBESKRIVNING

5.1 Genomförande

5.1.1 Provtagning och mottagning

Proverna samlas in på bygg- och rivningsplatserna och transporteras till aktuell sorteringsanläggning där plockanalyserna genomförs. Proverna måste vara representativa för den typ av material som behandlas i den specifika anläggningen. Storleken på ett prov kan variera mellan 1 till 2 behållare, beroende på avfallstyp och bygg- / rivningsplatsen. När ett prov anländer till avfallshanteringsanläggningarna måste det vägas, identifieras och lagras tills plockanalysen har utförts. Det är viktigt att proverna hanteras separat från resten av materialet som hanteras i den ordinarie driften.

5.1.2 Grovsortering

Grovsortering är aktuellt när avfall påträffas med potential för återanvändning eller materialåtervinning, såsom större metall- eller plastavfall, eller när felaktigt material hamnat i avfallet såsom gips och farligt avfall.

Det är viktigt att grovsorteringen utförs på samma sätt som vid normal drift vid sorteringsanläggningarna där plockanalyserna utförs. De olika materialfraktionerna som sorteras ut vid grovsorteringen vägs separat.

5.1.3 Sortering i delfraktion

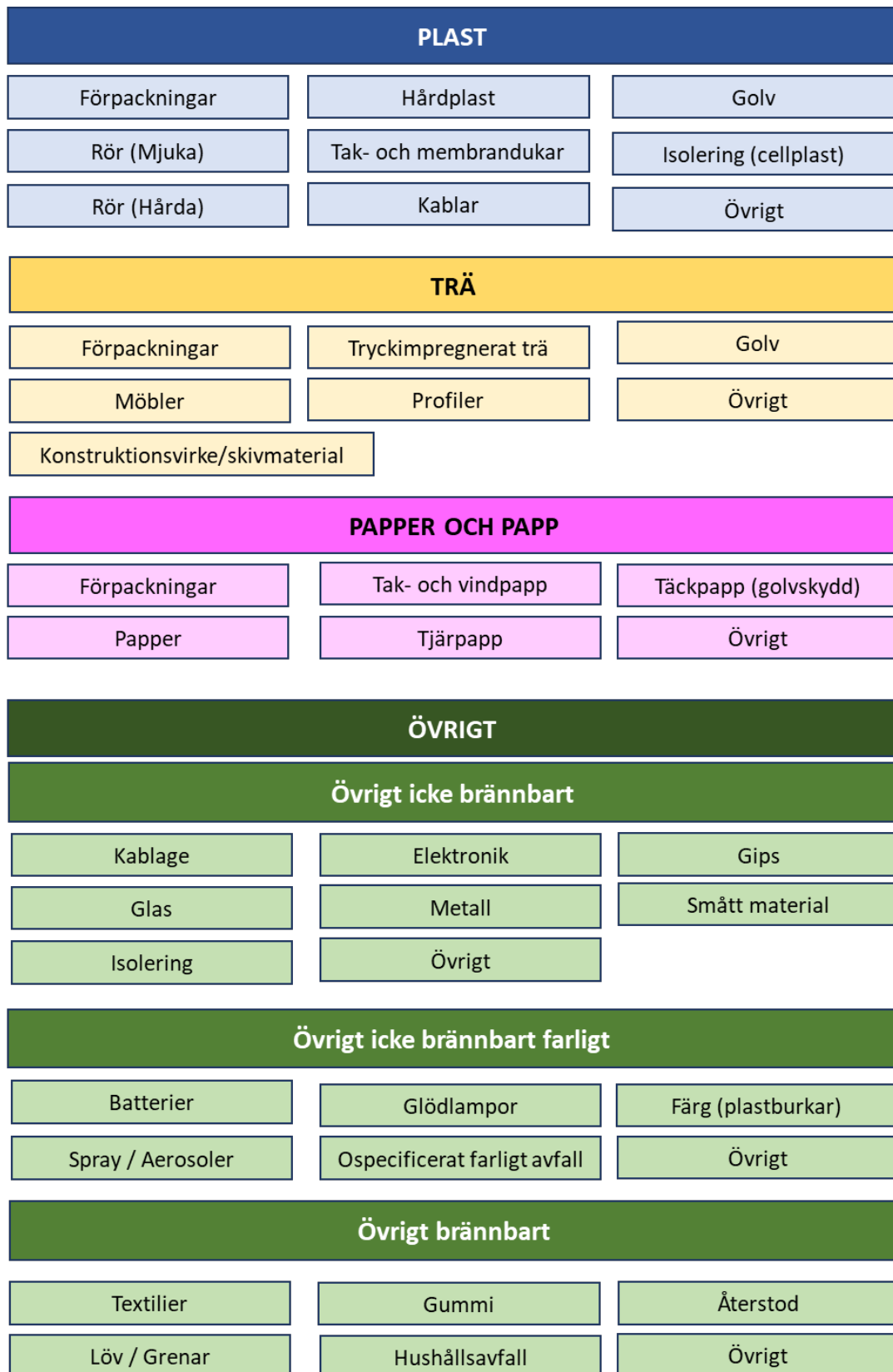
I detta steg sker plockanalyserna där det återstående avfallet efter grovsortering sorteras i olika avfallsfraktioner med hänsyn tagen till avfallets materialsammansättning (huvudfraktion: trä, plast, papper och övrigt) och funktion (t.ex. förpackning, golv, profiler, kablage etc.). Som exempel kan förpackningar vara träförpackningar, plastförpackningar, pappersförpackningar eller andra typer av förpackningar. Varje fraktion vägs separat, identifieras och dokumenteras med foton.

Därefter blandas avfallet igen varefter avfallet hanteras enligt normal drift genom krossning och efterföljande mekanisk sortering.

5.1.4 Krossning och mekanisk sortering och uttag av representativa prover

Vid daglig drift genomgår det brännbara bygg- och rivningsavfallet en sönderdelning och siktning (40 - 100 mm) och mekanisk sortering för att avlägsna icke-brännbart material såsom sand, glas eller grus samt smått avfall. Huvudfraktionen från sorteringen och den efterföljande sorteringen är en bränslefraktion som går till energiåtervinning.

Vid utförande av en plockanalys är detta steg endast aktuellt om analys av den kemiska sammansättningen av avfallet ska genomföras. I detta projekt skickades erhållen bränslefraktion efter vägning till RISE i Borås där trä, plast och papper och papp sorterades ut igen för hand och skickades för kemiska analyser på RISE. Anledningen till att delfraktionerna från plockanalyserna blandades innan krossning och efterföljande sortering var att varje enskild materialfraktion (plast, trä, papper och papp samt övrigt) inte kunde krossas separat i den befintliga utrustningen.



Figur 1 Huvudfraktioner (i.e. plast, trä, papper och papp och övrigt) och deras olika delfraktioner.

Det är mycket viktigt att dokumentera plockanalyserna varför det rekommenderas starkt att ta foton på avfallet och alla fraktioner över hela processen samt anteckna all information som kan vara till hjälp vid tolkningen av resultaten. Mer information om protokollet för plockanalyser finns i rapporten *Manual för plockanalyser av brännbart bygg- och rivningsavfall (SBUF 13269)*.

5.2 Provbeskrivning

Totalt genomfördes 13 plockanalyser på bygg- och rivningsavfall i samarbete med Swerock AB, Ragn-Sells Recycling AB och SRV Återvinning AB. En kort beskrivning av varje anläggning finns i Bilaga C. Bygg- och rivningsavfall ses ofta som en avfallsström i avfallsplaner och andra strategiska dokument, rapporter, vetenskapliga publikationer och i annan kommunikation. En övergripande jämförelse (Figur 2) mellan brännbart byggavfall och brännbart rivningsavfall visar dock att det är stora skillnader mellan de två avfallsslagen med avseende på materialsammansättning och storlek. I resultaten i denna rapport adresseras varje avfallsström separat.



Figur 2 Jämförelse mellan rivningsavfall och byggavfall. Till vänster, foto från rivningsavfall från renovering inomhus från en skola från 1992. På höger sida, foto av nytt byggavfall från en skola 2018. Båda bilderna togs under plockanalyserna utförda i det här projektet (2018–2019).

5.2.1 Byggavfall

Totalt genomfördes 9 plockanalyser på brännbart byggavfall hos Swerock och Ragn-Sells. I Tabell 2 ses en beskrivning av de prover som respektive plockanalys baserades på. Storleken på proverna varierade mellan 60 till 1 100 kilo, en variation som förklaras av skillnader i andelen voluminösa material såsom plastförpackningar, isolering etc. mellan de olika proverna. En fördel med att göra plockanalyser på byggavfall jämfört med rivningsavfall är att storleken på avfallsprovet (dvs storleken på moderprovet som man gör analysen på) ofta är mindre vilket möjliggör snabbare plockanalyser. Dessutom är det ofta är mindre andel finfraktion i byggavfallet, vilket gör att en större andel av provet kan sorteras till rätt material/funktion istället för att hamna i en återstod.

Tabell 2 Beskrivning av byggavfallsprover som plockanalyserna baserades på.

Provnummer	Typ av byggnad	Aktivitet	Byggnadsår	Provstorlek (kg)
1	--	Nybyggnation	2018	60
2	Skola	Nybyggnation	2018	220
3	Kontor	Nybyggnation	2018	700
4	Kontor	Nybyggnation	2019	260
5	Förskola	Renovation	1965	520
6	Markarbete	Nybyggnation	2019	710
7	Idrottshall /skola	Nybyggnation	2019	360
8	Lägenheter	Nybyggnation	2019	550
9	Vattenmagasin	Nybyggnation	2019	1100

5.2.2 Rivningsavfall

Totalt gjordes plockanalyser på fyra prover. En övergripande beskrivning av respektive prov redovisas i Tabell 3T. Ett mindre antal prover gör resultaten mer känsliga för hur representativa proverna är och hur väl sorteringen görs. På grund av det lilla antalet prover är det mycket viktigt att samtliga prover är representativa för de parametrar som utvärderas. Ett avvikande prov får en stor påverkan på resultatet och kan ge en missvisande bild över materialsammansättningen som presenteras i detta delkapitel. Resultaten i detta avsnitt ska inte tolkas som en genomsnittlig bild av avfallsfraktionen utan ses som exempel på rivningsavfall och en indikation på vilka skillnader man kan förvänta sig.

Tabell 3 Beskrivning över avfallsprover för rivningsavfall.

Provnummer	Typ av byggnad	Aktivitet	Byggnadsår	Provstorlek (kg)	Provstorlek (efter grovsortering) (kg)
1	Förskola	Rivning av hela fastigheten	1970 talet	7 020	7 020
2	Skola	Renovering inomhus	Renoverat 1992	4 720	3 000
3	Lägenheter	Renovering inomhus	1980 talet	1 380	1 380
4	Villa	Rivning av hela fastigheten	1850 talet	2 960	790

Eftersom rivningsavfall är ett väldigt heterogent avfall med avseende på materialsammansättning är det svårt att få en heltäckande och representativ bild över dess sammansättning. Idealt skulle dataunderlaget inkludera allt från rivningsavfall från total rivning av byggnader av olika ålder till inomhusrenovering av offentliga såväl som privata byggnader. Tyvärr var det inte möjligt inom projektet att erhålla den mängden prover för att

få en heltäckande bild. Plockanalyserna av rivningsavfallet är ofta mer komplicerade än för byggavfallet. Detta beror bland annat på provets storlek, partikel/styckestorlek och ingående material. Den tid som krävs för att utföra plockanalyser på rivningsavfall är mycket högre jämfört med byggavfall. Det är lätt att frestas till förenklingar vid plockanalyser, men det riskerar att leda till icke jämförbara resultat.

Prov 1 representerar en total rivning av en byggnad, prov 2 och 3 representerar rivning från inomhusrening. Prov 4 genomgick en plockanalys enligt manualen (RISE, 2019). Det är emellertid ett speciellt fall eftersom rivning av ett stråtak från ett hus från 1850-talet sällan förekommer. Därför presenteras resultaten från plockanalyserna som enskilda fallstudier för att underlätta tolkningen av resultaten samt förhindra att fel slutsatser dras om en genomsnittlig materialsammansättning skulle presenteras.

Även om de fyra proverna inte är jämförbara med avseende på deras materialinnehåll är det fortfarande intressant att se skillnader mellan proverna, exempelvis i storlek mellan dem, för att få en uppfattning om hur rivningsavfall kan variera från ett prov till ett annat. Proverna varierade mellan 800 och 7 000 kg och den innehöll allt från tunga och stora material till finpartiklar. Detta försvårar som tidigare nämnts genomförandet av plockanalyser vilket resulterar i en återstående avfallsfraktion, som inte är möjlig att sortera ut på grund av praktiska skäl och kostnadsmissiga skäl.

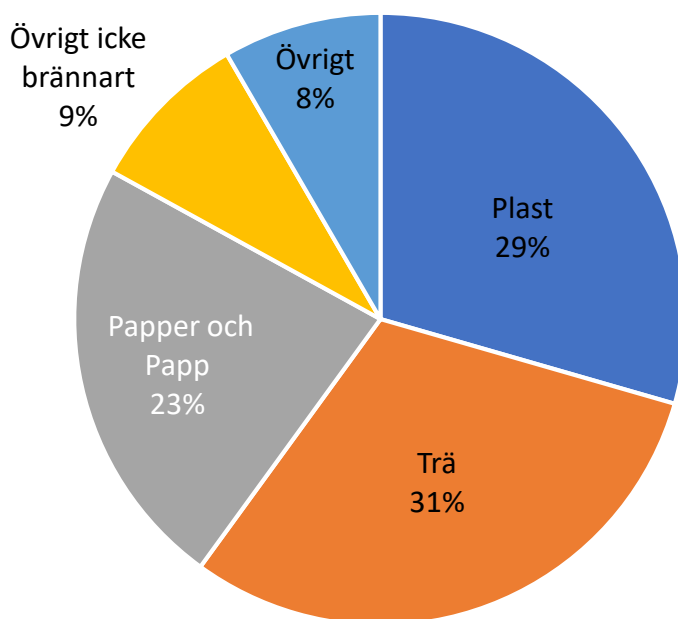
6 NULÄGEANALYS: SAMMANSÄTTNING

I det här avsnittet presenteras resultaten från plockanalyserna av brännbart byggavfall och brännbart rivningsavfall som studerats i detta projekt.

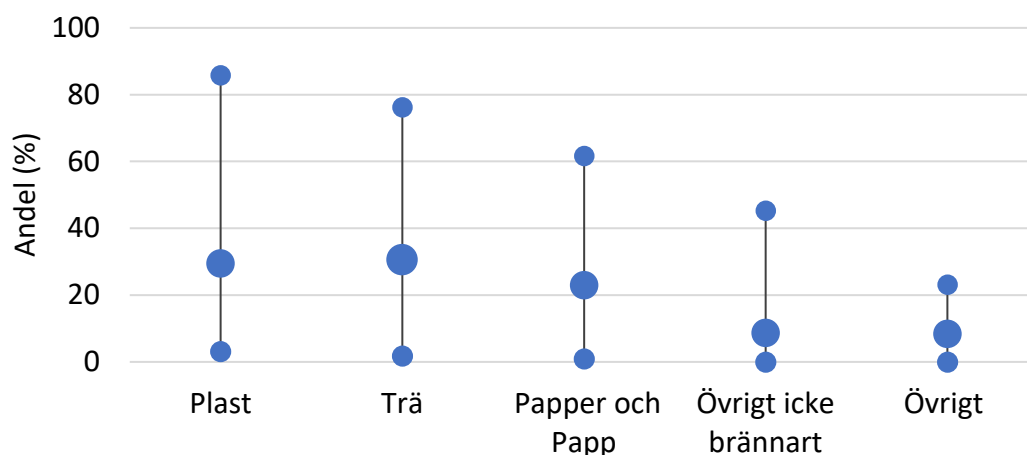
6.1 Brännbart byggavfall

Den genomsnittliga materialsammansättningen för nio prover som studerats i detta projekt presenteras i Figur 3. Resultaten visar att trä (31%) utgjorde det vanligaste materialslaget följt av plast (29,5%), papper (23%) och fraktionerna *övrigt* och *övrigt icke brännbart* (ca 10% vardera). Figur 4 visar variationen i sammansättning för respektive materialfraktion.

Träavfallet utgjordes nästan uteslutande (97 %) av konstruktionsvirke och resterande mängder utgjordes av träprofiler (t.ex. lister) och trägol. Inga träpallar påträffades vilket pekar på att dessa återanvänds i stor utsträckning eller sorteras ut separat på byggarbetsplatsen genom exempelvis Byggpall (www.byggpall.se).



Figur 3 Genomsnittlig sammansättning i brännbart byggavfall. Antal prov n=9.



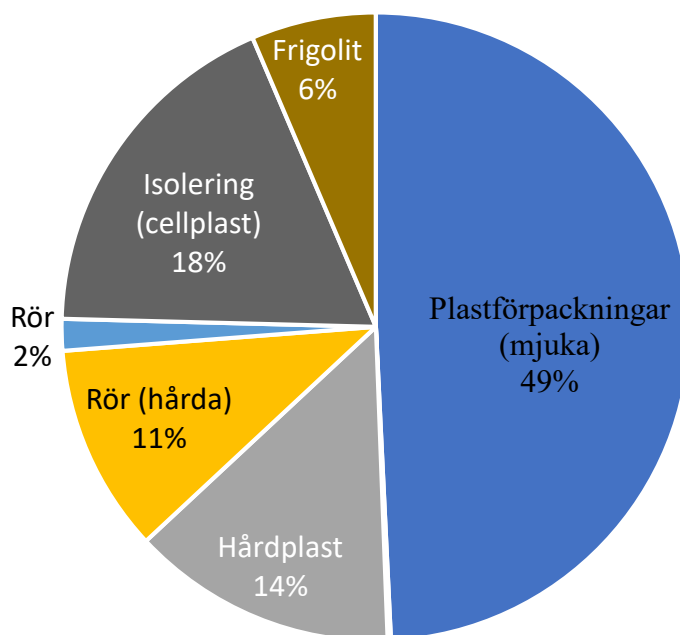
Figur 4 Sammansättning i brännbart byggavfall och hur denna varierade baserat på de nio proverna.

Nästan hälften av plasten i det brännbara byggavfallet utgörs av mjuka plastförpackningar (49 %). Med andra ord utgör mjuka plastförpackningar 15% av den totala brännbara byggavfallsfraktionen.

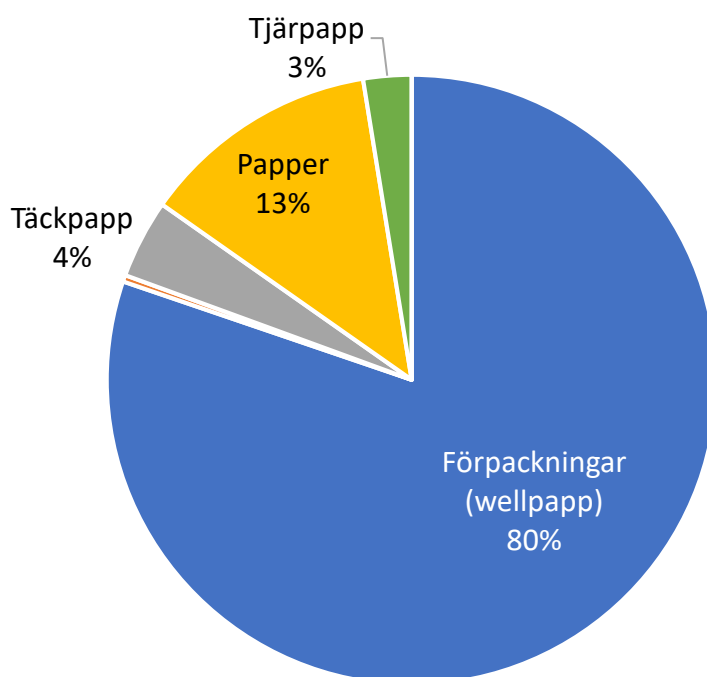
När det gäller plaströr så har NPG Sverige (branschorganisation för plaströrsindustrin) insamling på sju ställen i Sverige. Där tar de emot plaströr av PVC, PE och PP, dock gäller rörspillet bara sådant från producenterna Pipelife, Uponor och Wavin. Rören sorteras, tvättas och återvinns. Vilken återvinningsgrad som nås framgår inte av informationen. (NPG Sverige, 2019).

Resultaten från plockanalyserna (Figur 6) visar att även i pappersfraktionen är det förpackningsmaterial som dominerar. Pappersförpackningar utgör 80 % av den totala pappersmängden.

Det bör noteras att trots att både plast och pappersförpackningar omfattas av producentansvar så utgör de en betydande andel av det brännbara byggavfallet som går till förbränning. Resultaten visar på ett behov att förbättra utsorteringen av förpackningsmaterial på byggen och att det behövs ett bättre samarbete mellan producenter, byggbolag och återvinningsanläggningar.



Figur 5 Genomsnittlig sammansättning på fraktionen plast i brännbart byggavfall. Antal prov n=9.



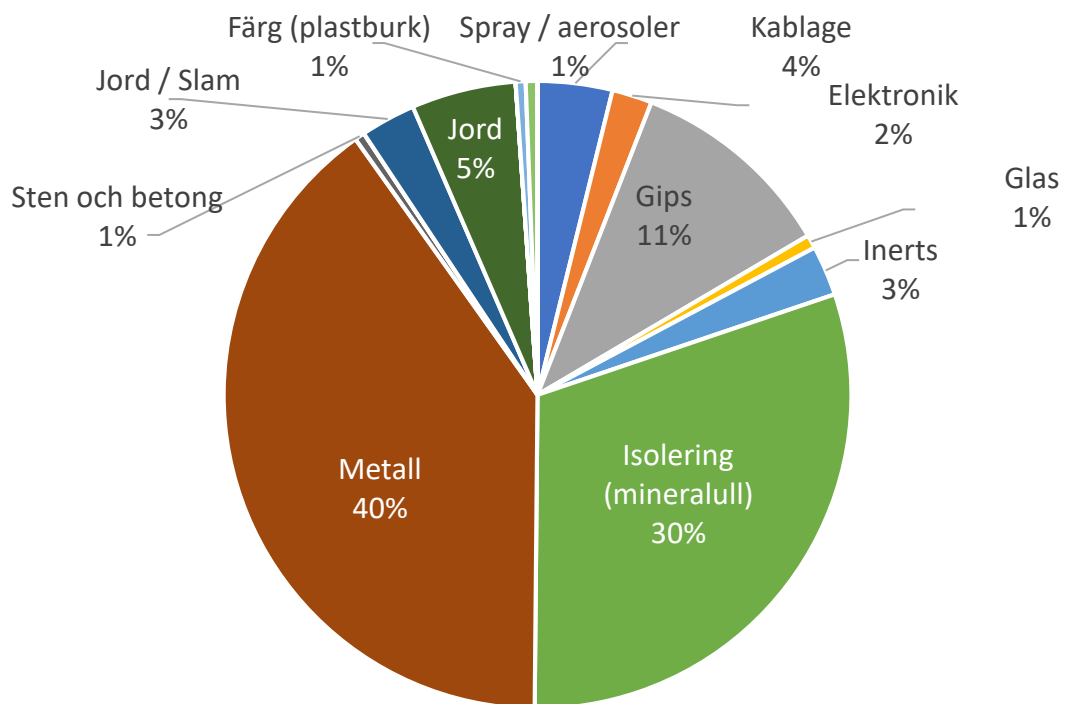
Figur 6 Genomsnittlig sammansättning på fraktionen papper och papp i brännbart byggavfall. Antal prov n=9.

Sammansättningen av övrigt icke-brännbart och övrigt presenteras i Figur 7 och Figur 8.

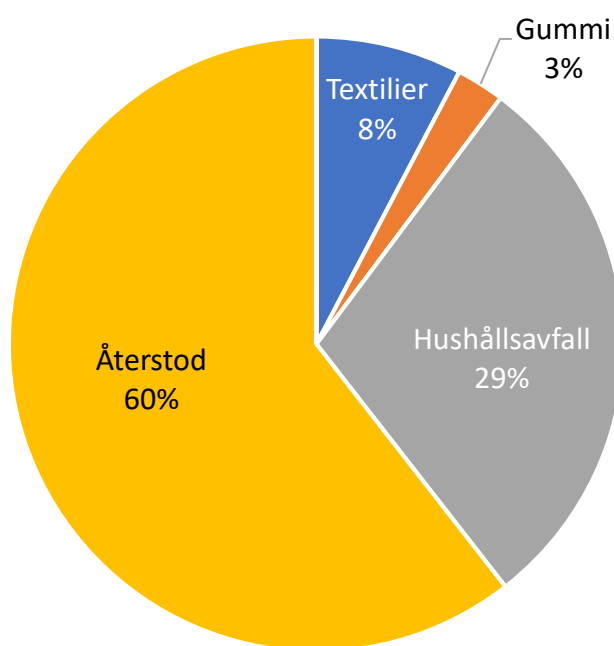
Den icke brännbara fraktionen utgjordes främst av metall (40 %) och isolermaterial (glas- och stenull)

Det farliga avfallet i proverna var mindre än 1% och utgjordes främst av batterier, färgbehållare och elektroniska produkter.

Vad gäller det övriga brännbara avfallet är det noterbart att betydande mängder hushållsavfall påträffades (3–22%), mängder som till största delen utgjordes av förpackningar (Figur 8). Återstoden som utgjorde omkring 60 procent av det övrigt brännbara avfallet avser resterande material efter att samtliga övriga fraktioner sorterats ut. Detta kvarvarande material som består av diverse material är inte ekonomiskt motiverat eller praktisk möjligt att sortera i delfraktioner på grund av partikelstorleken på materialen, se Figur 9.



Figur 7 Genomsnittlig sammansättning på delfraktionen övrigt icke brännbart i brännbart byggavfall. Antal prov n=9



Figur 8 Genomsnittlig sammansättning på fraktionen övrigt brännbart i brännbart byggavfall. Antal prov n=9.



Figur 9 Återstod i fraktionen övrigt brännbart avfall. Återstoden i bilden är från byggnation av ett kontor.

Uppgifter om sammansättningen på respektive prov finns tillgängligt i Bilaga E Tabell 24–Tabell 28 presenterar resultaten av respektive plockanalys indelat i huvudfraktionerna (plast, papper, trä och övrigt).

6.2 Rivningsavfall

På grund av heterogeniteten i det brännbara rivningsavfallet med avseende på materialsammansättning samt det knappa antalet (4) analyser så presenteras resultaten som individuella fall och inte som en genomsnittlig sammansättning. På så sätt försöker vi undvika att ge en felaktig bild av brännbart rivningsavfall, samtidigt som det exemplifierar vad rivningsavfall kan innehålla. Resultaten är sammanfattade i Tabell 4.

Tabell 4 Materialsammansättning (%) i brännbart rivningsavfall för de tre proverna. Prov 1: total rivning av en förskola från 1970 talet. Prov 2: Inomhusrenovering av en skola bygg/renoverad 1992. Prov 3: Lägenheter, renovering inomhus. Prov 4: Rivning av ett halmtak från ett hus från 1800 talet.

HUVUDFRAKTIONER	DELFRAKTIONER	ID.PROV TYP AV BYGGNA- BYGGNADSÅR AKTIVITET	Prov 1	Prov 2	Prov3	Prov 4
			Förskolan 1970-talet Rivning	Skolan 1992-talet Renovering	Lägenheter 1980-talet Renovering	Villa 1850-talet Rivning
PLAST	Plastförpackningar (mjuka)	--	1,2	9,6	--	--
	Rör (mjuka)	--	0,29	--	--	--
	Hårdplast	--	2,3	--	--	--
	Rör (hårda)	--	0,09	--	--	--
	Rör	--	0,29	2,7	--	--
	Övirg hårdplast	--	--	--	--	--
	Golv	--	--	--	--	--
	Tak - , branddunkar (plattmatta, byggfolie, Isolering (cellplast)	--	--	5,4	--	--
	Frigolit	--	--	--	--	--
	Övrigt	0,42	--	--	--	--
	<i>Total Plast</i>		<i>0,42</i>	<i>4,14</i>	<i>17,64</i>	<i>--</i>
TRÄ	Förpackningar	--	--	15,74	--	--
	Tryckimpregnerat trä	--	--	--	--	--
	Golv (parkettgolv och likande)	--	--	--	--	--
	Konstruktionsvirke (stommar, reglar etc.) samt skivmaterial (plywood, OSB, etc.)	31,9	13,9	35,1	15,3	
	Profiler	--	--	--	--	--
	Möbler	--	--	--	--	--
	Övrigt	--	--	--	--	--
	<i>Total trä</i>	<i>31,9</i>	<i>13,9</i>	<i>50,8</i>	<i>15,3</i>	
PAPPER OCH PAPP	Förpackningar	0	5,9	9,8	0,14	
	Tak- och vindpapp	13,5	--	--	--	
	Täckpapp (golvskydd, etc)	--	--	--	--	
	Papper	--	--	--	--	
	Wellpapper	--	--	--	--	
	Tjärpapp	--	--	--	10,4	
	Övrigt	--	--	--	--	
	<i>Total papper och papp</i>	<i>13,5</i>	<i>5,9</i>	<i>9,8</i>	<i>10,5</i>	
ÖVRIGT	ÖVRIGT ICKE BRÄNNART	Kablage	--	0,09	0,07	--
		Elektronik	--	--	0,36	--
		Gips	40	41,7	15,3	--
		Glas	--	--	--	--
		Smått material	10,3	2,1	2,7	--
		Isolering (glas/stenull)	3,9	3,4	3,1	--
		Metall	--	--	--	--
		Sten och betong	--	--	--	9,6
		Byggmaterial och kablage	--	0,87	--	--
		Jord / Slam	--	--	--	--
	Jord	--	--	--	--	
	Övrigt	--	--	--	--	
	ÖVRIGT ICKE BRÄNNBART FARLIGT	Batterier	--	--	--	--
		Glödlampa	--	--	--	--
		Färg (plastburk)	--	--	--	--
		Spray / aerosoler	--	--	0,15	--
		Öspecificerat farligt avfall	--	--	--	--
		<i>Övrigt</i>	<i>--</i>	<i>--</i>	<i>--</i>	<i>--</i>
		<i>Total icke brännbart + farligt icke brännbart</i>	<i>54,2</i>	<i>48,2</i>	<i>21,7</i>	<i>9,6</i>
	ÖVRIGT BRÄNNBART	Textiler	--	--	--	--
Gummi		--	0,06	--	--	
Hushållsavfall (sopor)		--	--	--	--	
Återstod		--	27,8	--	2,3	
Löv, grenar		--	--	--	62,3	
	<i>Total övrigt brännbart</i>	<i>--</i>	<i>27,9</i>	<i>--</i>	<i>64,6</i>	

Prov 1 och 2 visar att trots att avfallet var ett brännbart avfall så var den huvudsakliga materialfraktionen övrigt icke brännbart avfall. Denna fraktion bestod främst av gips som utgjorde omkring 40 procent av de totala mängderna för båda proverna. Resultatet pekar på behovet av en bättre utsortering på plats.

Förutom de icke brännbara materialen bestod de huvudsakliga materialen i prov 1 (total rivning av förskola, (Figur 10) av konstruktionsvirke (32 %), tak- och vindpapp (13 %) och isolering (10 %).



Figur 10 Mottaget brännbart rivningsavfallprov 1-total rivning av en förskola byggd på 1970 talet.

Trots att prov 2 och 3 härrör från inomhusrenovering av en byggnad, skiljer sig materialsammansättningen mellan de två proverna. Medan huvudsakliga materialfraktionen var *övrigt icke brännbart* i prov 2, var den dominerande materialfraktionen i prov 3 trä, huvudsakligen byggnadsvirke (35 %).

I prov 2 (inomhusrenovering av en skola, Figur 11) utgjorde återstoden hela 28 procent av den totala mängden (Figur 12). Det är viktigt att komma ihåg att denna delfraktion också kan innehålla icke brännbart material på grund av att det är svårt och tidskrävande att separera smått brännbart avfall och icke brännbart avfall. Å andra sidan kan både brännbart och icke brännbart material avlägsnas under krossning och efterföljande sortering tillsammans med finfraktionen vid framtagning av avfallsbränslet. Baserat på massbalansen i siktprocessen hos företaget som utför dessa sorteringsanalyser kan det förväntas att 30–57 procent av materialet som krossas och siktas hamnar i finfraktionen (ej brännbar) medan 33–70 procent gör det som avfallsbränsle. Prov 2 innehåller vissa förpackningar som mjukplast (1,2% respektive 9,6 %) och wellpapp (5,9 % respektive 9,8 %) som inte återfanns i prov 1. En möjlig förklaring till förekomsten av förpackningar i prov 2 är att avfall från renoveringsarbetet har blivit blandat med avfall från inomhus rivning. Tyvärr är ett prov inte tillräckligt för att dra några slutsatser.



Figur 11 Mottaget brännbart rivningsavfall på sorteringsanläggningen prov 2 – inomhusrenovering av en skola från 1992.



Figur 12 Återstoden från plockanalysen av prov 2: Inomhusrenovering av en skola byggd/renoverad 1992.

Prov 4 bedöms vara ett ovanligt rivningsavfall eftersom det bestod av halmtak från en villa byggd på 1850 talet. Omkring 64 procent av innehållet utgjordes av halm (klassificerat som löv och grenar), även om ett alternativ hade varit att klassificera det som trä för konstruktionsändamål.

För att få en bättre bild över materialsammansättningen i rivningsavfall bör ett större antal plockanalyser genomföras.

6.3 Byggavfall mot rivningsavfall

Både brännbart byggavfall och brännbart rivningsavfall representerar en stor potential för materialåtervinning. Dock uppvisar de också stora olikheter från varandra när det gäller exempelvis materialsammansättning och andra fysiska egenskaper (se Tabell 5) vilket resultaten i detta projekt också belyser. Trots de stora skillnaderna mellan de två avfallsströmmarna hänvisas de ofta till som en "bygg- och rivningsavfallsström". De samlas också in och hanteras på samma avfallsanläggningar (oftast enligt samma metoder/protokoll) och de klumpas också samman policymässigt trots att de egentligen har olika förutsättningar. Detta är faktorer som påverkar möjligheterna att realisera den potential som finns för att öka återvinningen och minska den brännbara fraktionen till förbränning.

Tabell 5 Fysiska skillnader mellan byggavfall och rivningsavfall baserat på genomförda plockanalyser.

Parameter	Byggavfall	Rivningsavfall
Provstorlek	60 – 1 100 kg	800 – 7 000 kg
Storlek på avfall	Smått till medelstort material	Stor variation från smått material till stora voluminösa material
Densitet	Låg	Relativt hög
Grovsortering	Kan behövas	Behövs ofta
Heterogenitet	Hög	Mycket hög
Återstod	Huvudsakligen brännbart avfall	Kombination av brännbart och icke brännbart avfall
Andel finmaterial	Nästan inget	Relativt mycket (inert)
Andel icke brännbart material	Liten	Relativt hög
Svårighet och komplexitet att genomföra plockanalyser på	Låg	Hög

7 NULÄGEANALYS: KEMISK SAMMANSÄTTNING

Denna del summerar resultaten av de kemiska analyserna som utfördes på olika materialfraktioner från plockanalyserna av brännbart bygg- respektive rivningsavfall. Innan resultaten presenteras är det viktigt att komma ihåg att:

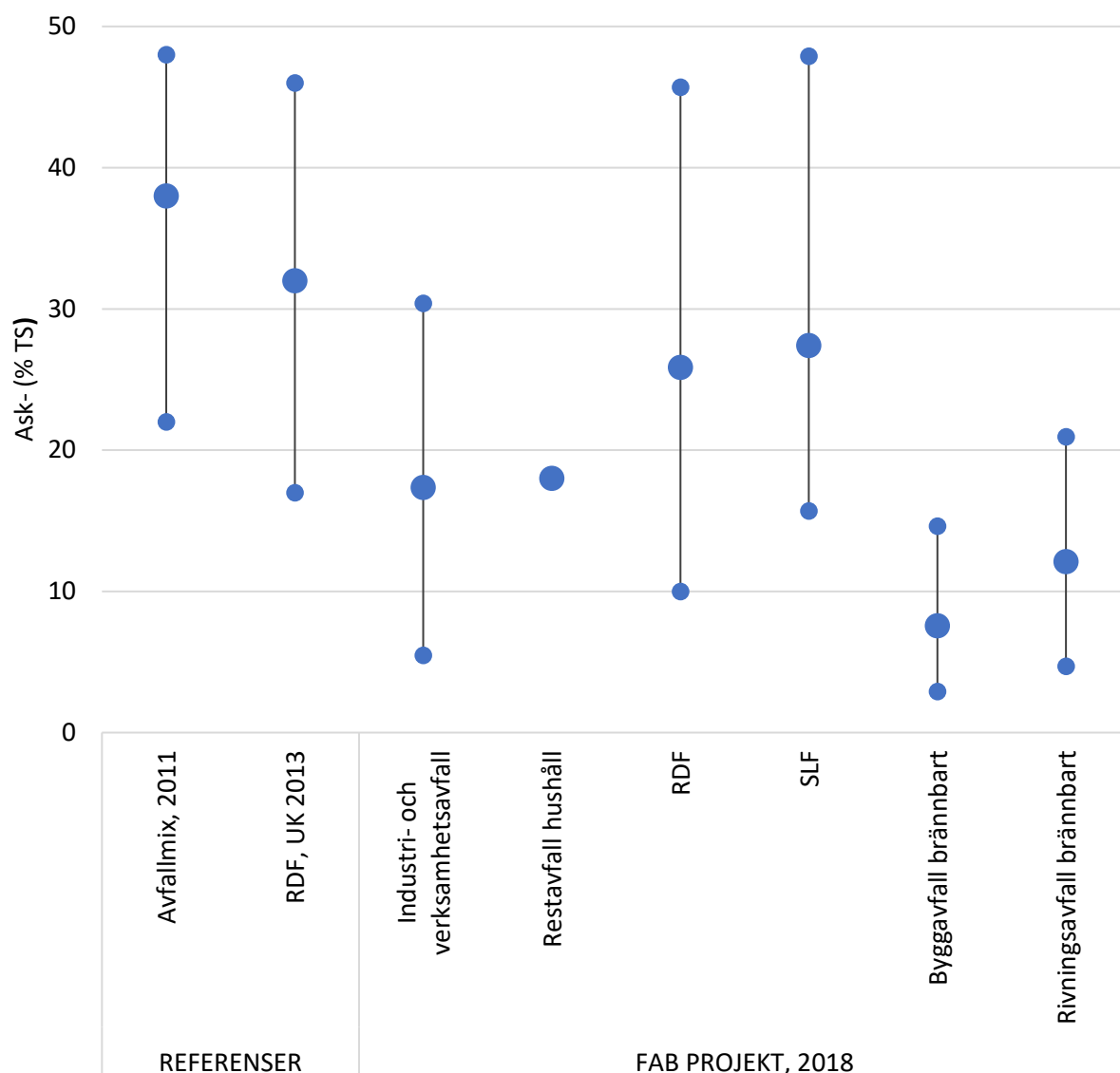
- Resultaten från de kemiska analyserna på materialfraktioner i *byggavfall* presenteras som respektive materials bidrag till helheten i avfallet. Detta är ett genomsnittligt bidrag.
- I likhet med hur plockanalyserna på rivningsavfallet presenterades så presenteras också den kemiska sammansättningen på rivningsavfallet som fallstudier.
- Enbart de parametrar som ansetts som viktigast presenteras i detta kapitel, övriga finner ni i Tabell 1. Resultaten är presenterade som aritmetiska medelvärden, samt i vissa fall med max- och minvärden.
- Resultaten från både bygg och rivningsavfall jämförs dels med data för olika avfallstyper (i.e. SLF¹ (Shredder Light Fraction), restavfall, industri- och verksamhetsavfall) insamlade från projektparter i detta projekt data samt från tidigare studier:
 - o C-14 projektet: Avfallsmix förbrändes från 7 olika anläggningar i Sverige år 2011 (Blomqvist och Jones, 2012). Detta dataunderlag innehåller resultaten från totalt 44 prover där proven primärt representerade sammansättningen på avfallet som eldades under en vecka.
 - o Bränslekvalitets projekt: Försorterat importerat RDF² (Refuse-derived fuel) från Storbritannien under perioden 2010–2013 från projektet "Bränslekvalitet - Sammansättning och egenskaper för avfallsbränsle till energiåtervinning". Dataunderlaget innehåller resultaten från totalt 12 prover (Bisallon, 2013).
- Vid jämförelsen ska läsaren också vara medveten om att dataunderlaget från såväl hushållsavfall som rivningsavfall är extremt litet och jämförelser ska göras med försiktighet.

7.1 Askhalten

I Figur 13 jämförs askhalten i det brännbara bygg- (7,6 % TS) och rivningsavfallet (12 % TS) med dels referensbränslen från tidigare projekt dels data insamlade i detta projekt. Askhalten i såväl bygg- som rivningsavfallet har varit relativt låg jämfört med de övriga bränslena.

¹ SLF: Shredder Light Fraction är den lätta fraktionen som fås när demonterade bilar och vitvaror krossas och sorteras. Det består huvudsakligen av plast, gummi, textil, glass, färg. Den kan också innehålla relativt höga halter av metaller.

² RDF är avfall som genomgått någon form av avfallsbehandling och som är avsedd att användas som bränsle för energiåtervinning.



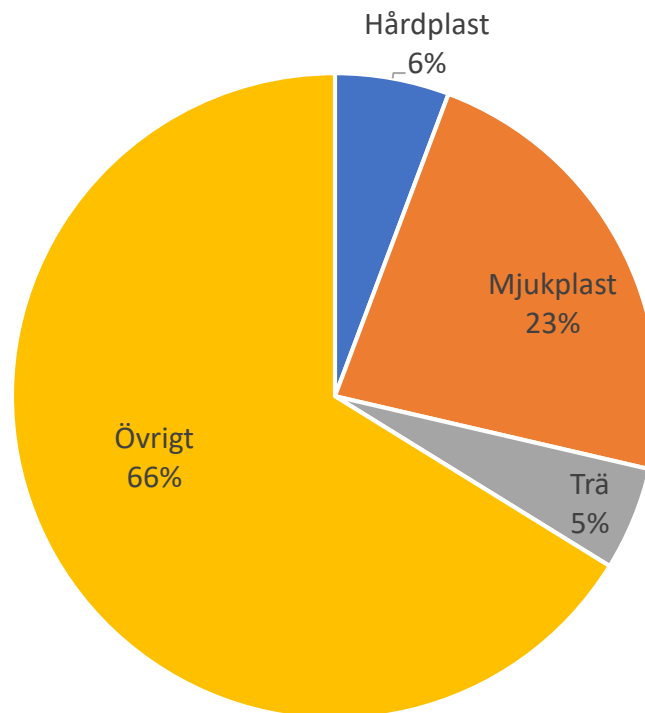
Figur 13. Jämförelse av askhalten (% TS) mellan olika avfallsströmmar. Max, min och medelvärdet.

Byggavfall

Den genomsnittliga askhalten i byggavfallet är 7,6 %. Den fraktion som bidrar mest till den totala askhalten av brännbart byggavfall är fraktionen *övrigt avfall* som innehåller både brännbara och icke brännbara material såsom isoleringsmaterial, se avsnitt Tabell 27 och Tabell 28.

Tabell 6. Askhalt (% TS) i materialfraktionerna från brännbart byggavfall. Antal prov n=9.

Askhalt inkl. askbildare - (% TS)	Max	Medel	Min
Hård plast	21	5,8	1,2
Mjukplast	20	8,2	4,1
Trä	2,9	1,3	0,8
Övrigt	32	14	8,4



Figur 14. Respektive avfallsfraktions bidrag till askhalten för brännbart byggavfall.

Rivningsavfall

Tabell 7 visar askhalten för respektive huvudfraktion i rivningsavfallet. Den högsta askhalten finns i *övrigt*, och kan till vissa delar förklaras förekomsten av icke brännbart material som gips.

Tabell 7. Respektive avfallsfraktions bidrag till askhalten i det brännbara rivningsavfallet.

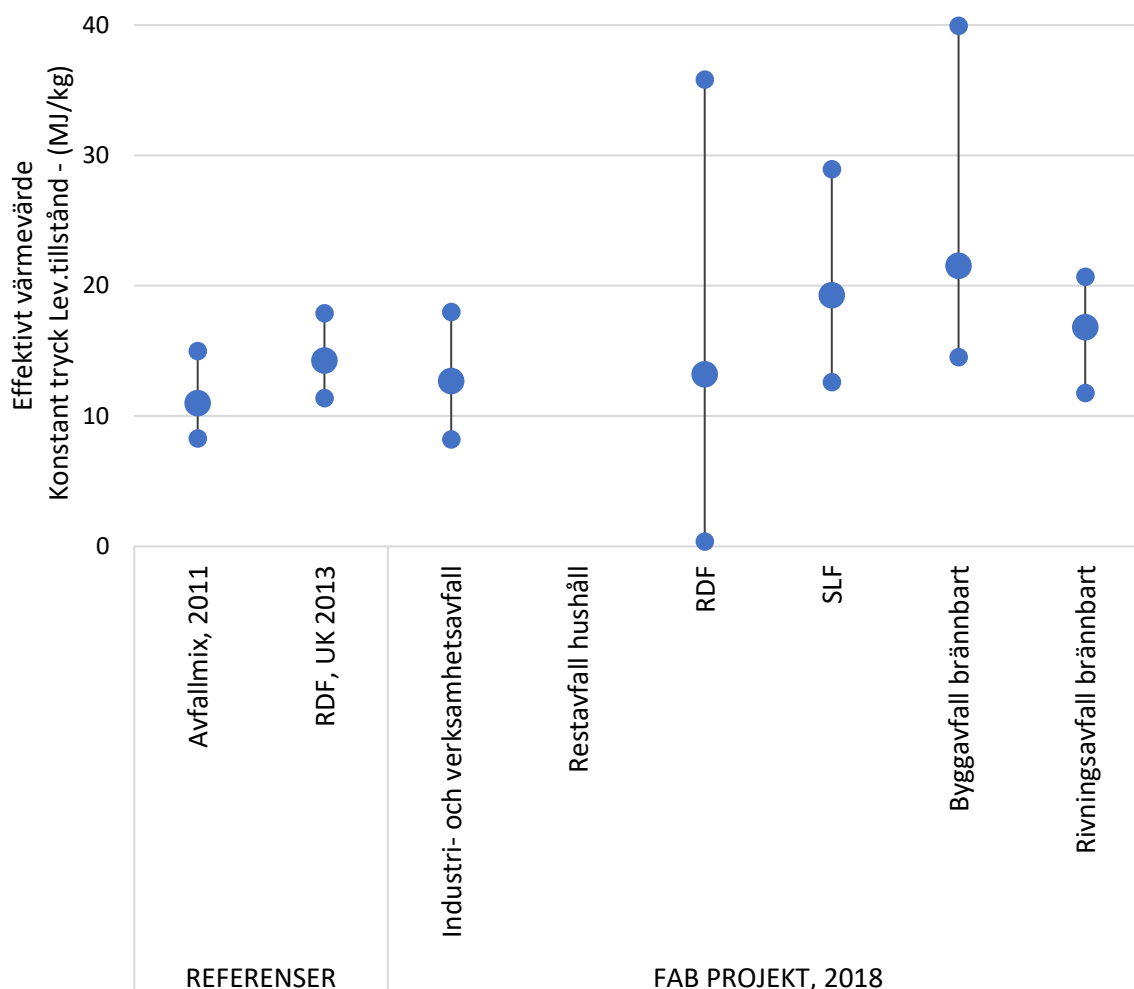
Huvudfraktioner	Prov 1	Prov 2	Prov 3	Prov 4
Askhalt (%)				
Hårdplast	5,6	3,0	12	--
Mjukplast	2,2	11	6,7	--
Trä	2,6	4,2	1,4	2,0
Övrigt	36	16	11	7,5
Tak ³				19

Prov 1: förskolan, 1970-talet, rivning hela fastigheten. Prov 2: Skola, renoverat 1992; renovering inomhus. Prov 3: Lägenheter, renovering inomhus. Prov 4: villa, 1850-talet; rivning av taket.

³. För samtliga prover analyserades de fyra materialfraktionerna *hårdplast*, *mjukplast*, *trä* och *övrigt*. För prov 4 analyserades också taket på byggnaden som bestod av halm. Detta prov benämns "Tak" i denna rapport.

7.2 Effektiva värmevärdet

Värmevärdet hos byggavfallet var högt (21,5 MJ/kg) och jämförbart med SLF (19,3 MJ/kg), vilket också avspeglar det höga plastinnehållet (29 %). Rivningsavfallet har ett lägre värmevärde (16,8 MJ/kg) och delar av det kan förklaras med mindre plast, men också med högre askhalt relativt byggavfallet. Båda strömmarna har högt energiinnehåll jämfört med *avfallsmixen* från 2011.



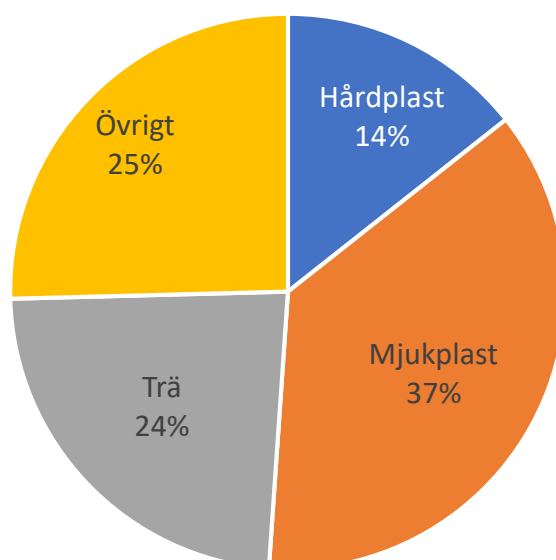
Figur 15. Jämförelse av effektivt värmevärde (MJ/kg vid leveranstillstånd) mellan olika avfallsströmmar. Max, min och medel.

Byggavfall

Hård- och mjukplast var ganska naturligt de fraktioner med det högsta energiinnehållet i byggavfallet (37 respektive 33 MJ/kg) vilket också visas i Tabell 8. Av materialen bidrar mjukplast mest till blandningens värmevärde, följt av trä. Den exakta fördelningen kan ses i Figur 16.

Tabell 8. Effektivt värmevärde (MJ/kg vid leveranstillstånd) i de olika materialfraktionerna från byggavfall. Antal prov n=9.

Konstant tryck Lev. Tillstånd - (MJ/kg)	Max	Medel	Min
Hård plast	43	37	33
Mjukplast	38	33	28
Trä	17	15	14
Övrigt	19	14	7



Figur 16. Respektive avfallsfraktions bidrag till det totala effektiva värmevärdet för brännbart byggavfall. Antal prov n=9.

Rivningsavfall

Som förväntat uppvisar plastfraktioner de högsta värmevärdena (Tabell 9) på mellan 30 och 42 MJ/kg. Fraktionen *övrigt* i både prov 1 och 2 består huvudsakligen av gips, isoleringsmaterial (dvs mineralull) som är icke brännbart. Huvudskillnaden mellan dessa två prover, och som kan påverka inbördes skillnad i energiinnehåll är att medan prov 1 innehåller omkring 14 procent tak- och vindpapp; prov 2 innehåller 28 procent återstod som kan innehålla både brännbara och icke brännbara material. Det är viktigt att nämna att resultaten uttrycks som MJ per kg material "vid leveranstillstånd." och faktorer som lagringsförhållanden kan påverka resultaten. Plockanalysen av prov 2 utfördes under en regnig vinterdag och prover lagrades utomhus. När det gäller prov 4 var omkring 64 procent av materialet i fraktionen *övrigt löv och grenar* (Tabell 4).

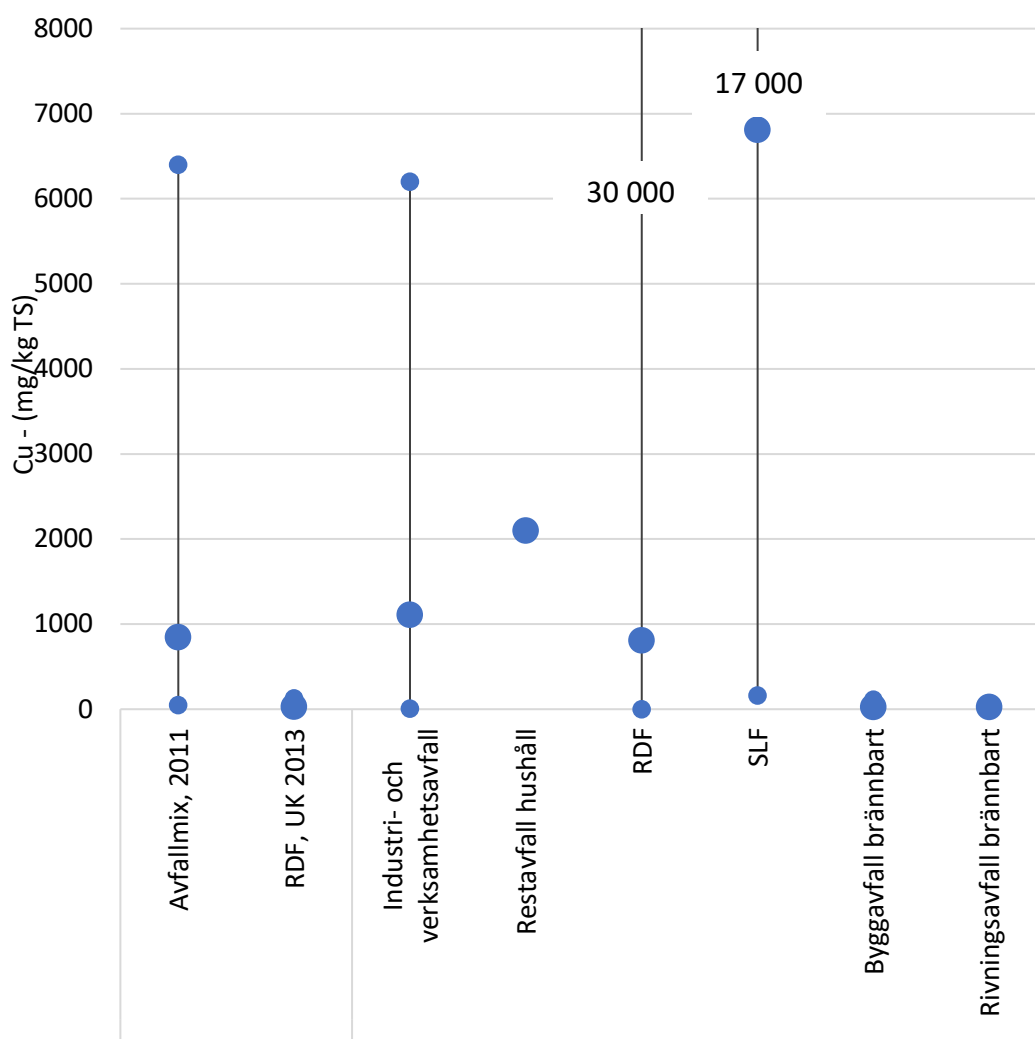
Tabell 9. Jämförelse i effektivt värmevärde för avfallsfraktioner i det brännbara rivningsavfallet.

Huvudfraktioner	Prov 1	Prov 2	Prov 3	Prov 4
Effektivt Värmevärde (MJ/kg¹)				
Hårdplast	31	42	33	--
Mjukplast	41	30	38	--
Trä	18	15	16	13
Övrigt	22	10	13	27
Tak				9

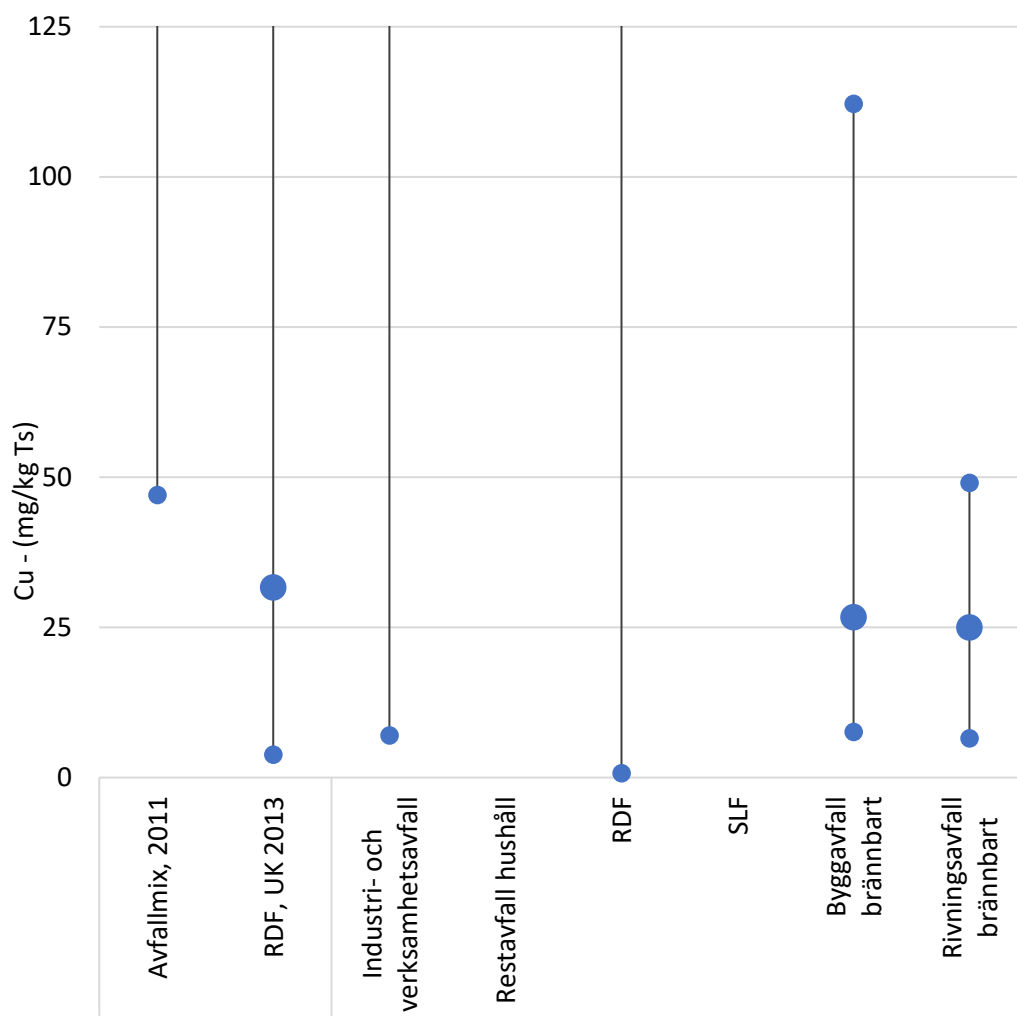
Prov 1: förskolan, 1970-talet, rivning hela fastigheten. Prov 2: Skolan, renoverat 1992; renovering inomhus. Prov 3: Lägenheter, renovering inomhus. Prov 4: villa, 1850-talet; rivning av taket. ¹Till leverans.

7.3 Kopparhalt

Innehållet av koppar i både bygg och rivningsavfall är avsevärt lägre än i alla de jämförda avfallsströmmarna förutom RDF från UK (2013), se Figur 17. Figur 18 visar i sin tur att medelinnehållet av koppar i bygg respektive rivningsavfallet väldigt likt.



Figur 17. Kopparinnehållet (mg/kg TS) i olika avfallsströmmar.



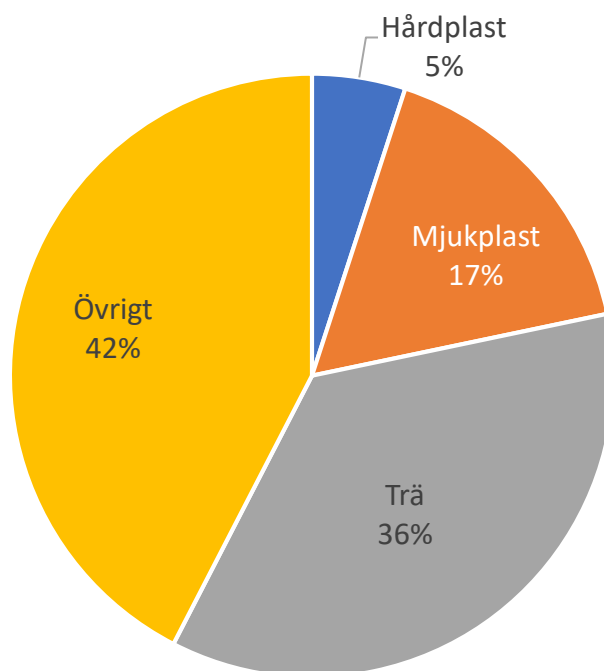
Figur 18. Kopparhalten (mg/kg TS) i bygg- respektive rivningsavfall.

Byggavfall

Figur 19 visar bidraget från varje materialfraktion till den totala kopparhalten i brännbart byggavfall. Fraktionen *övrigt* bidrar i störst utsträckning till den totala kopparhalten (42 %) medan det enskilt högsta värdet fanns i ett träprov (se Tabell 10).

Tabell 10. Innehållet av koppar i de olika materialfraktionerna från byggavfall. Antal prov n=9.

Kopparhalt – (mg/kg TS)	Max	Medel	Min
Hård plast	65	12	2,0
Mjukplast	34	15	6,1
Trä	154	23	0,9
Övrigt	35	22	4,2



Figur 19. Respektive avfallsfraktions bidrag till mängden koppar i brännbart byggavfall.

Rivningsavfall

Prov 1 och 3 visar på högre kopparkoncentrationer i samtliga materialfraktioner jämfört med prov 2, förutom materialfraktionen *övrigt* (Tabell 11). Det höga innehållet av koppar i *hårdplastfraktionen* i prov 1 kan bero på förekomst av plaströr med kablar som de som visas i Figur 20.

Tabell 11. Jämförelse i kopparkhalt för avfallsfraktioner i det brännbara rivningsavfallet.

Huvudfraktioner	Prov 1	Prov 2	Prov 3	Prov 4
Kopparkhalt (mg/kg TS)				
Hårdplast	93	5,1	127	--
Mjukplast	29	7,2	55	--
Trä	4,9	1,9	1,2	9
Övrigt	7,3	23	54	167
Tak				16

Prov 1: förskolan, 1970-talet, rivning hela fastigheten. Prov 2: Skolan, renoverat 1992; renovering inomhus. Prov 3: Lägenheter, renovering inomhus. Prov 4: villa, 1850-talet; rivning av taket. TS: torrsbstans.



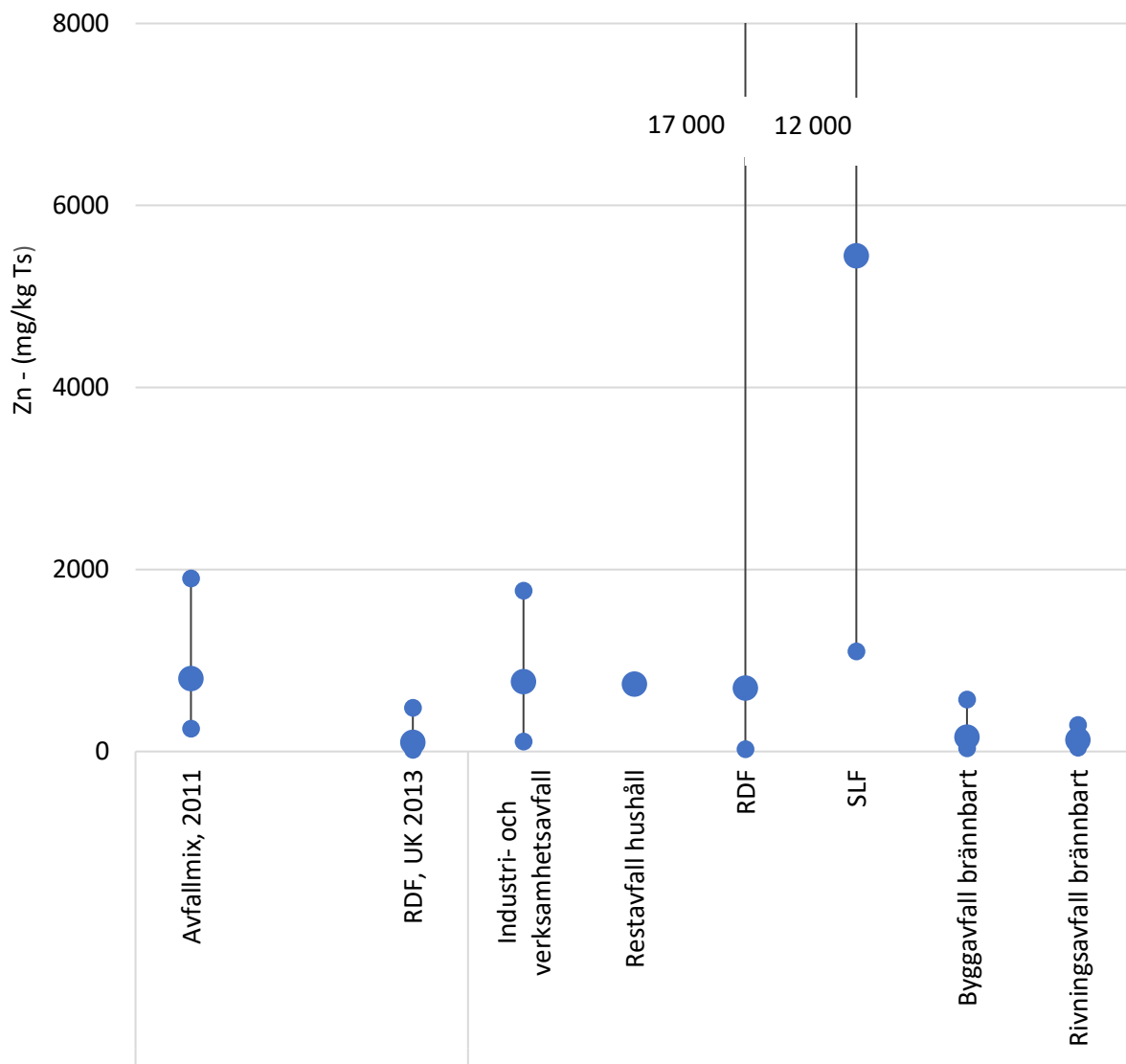
Figur 20. Exempel på hårdplast rivningsavfall (prov 1) från en förskola byggt på 1970-talet.

Koppar är en relativt billig biocid som används för att bevara trä som kan förklara det höga bidraget från trä till det totala kopparinnehållet i rivningsavfall.

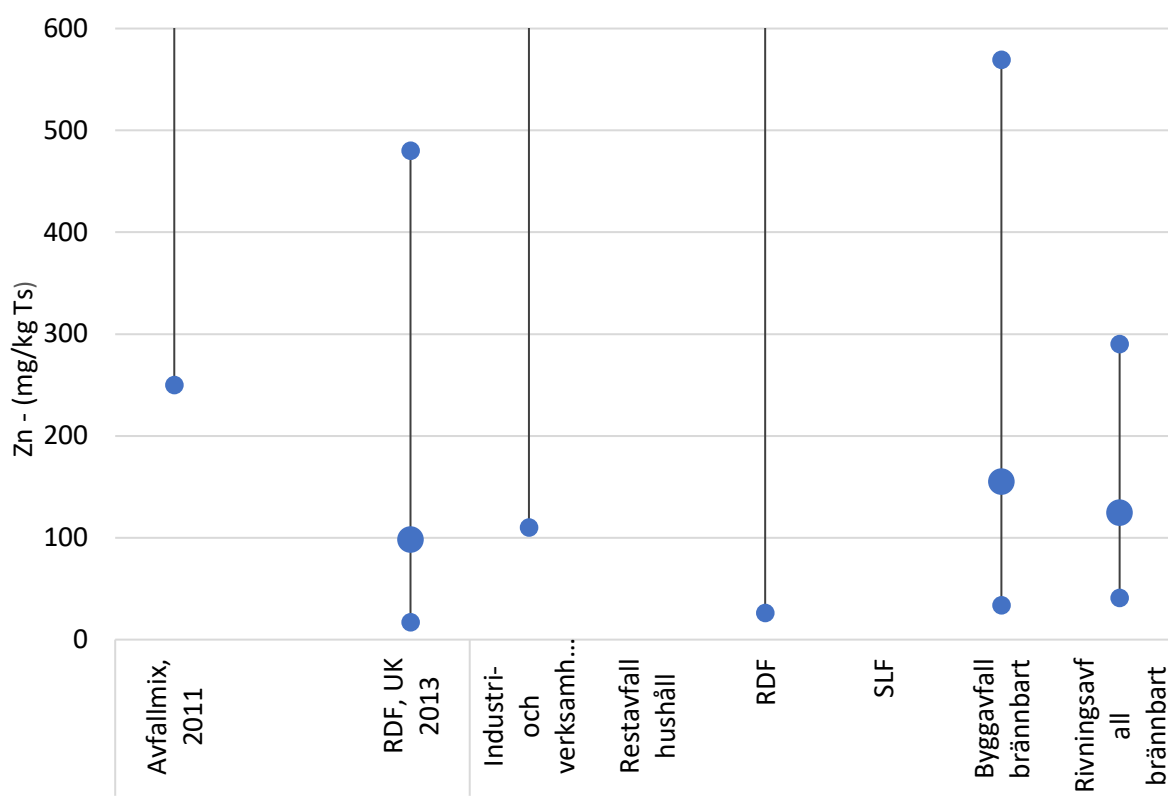
Figur 20 är ett tydligt exempel på svårigheten att sortera ut olika material på grund av kombinationen av olika materialfraktioner (dvs. trä, plast och metaller). Aluminium och koppar som finns i kablar har ett ekonomiskt värde varför dessa sorteras ut för materialåtervinning. Detta är emellertid svårare att uppnå i rivningsavfall på grund av små kablar i jämförelse med den stora volymen av rivningsavfallsprovet.

7.4 Zinkhalt

Halterna av zink i bygg- respektive rivningsavfallet är i samma nivåer som de i den importerade RDF från England 2013 (Figur 21), vilket innebär att det är låga halter jämfört med de andra avfallsströmmarna. Vid en jämförelse mellan bygg- och rivningsavfallet är innehållet snarlikt (Figur 22).



Figur 21. Jämförelse av zinkhalter (mg/kg TS) i olika avfallsfraktioner. Max, min och medel.



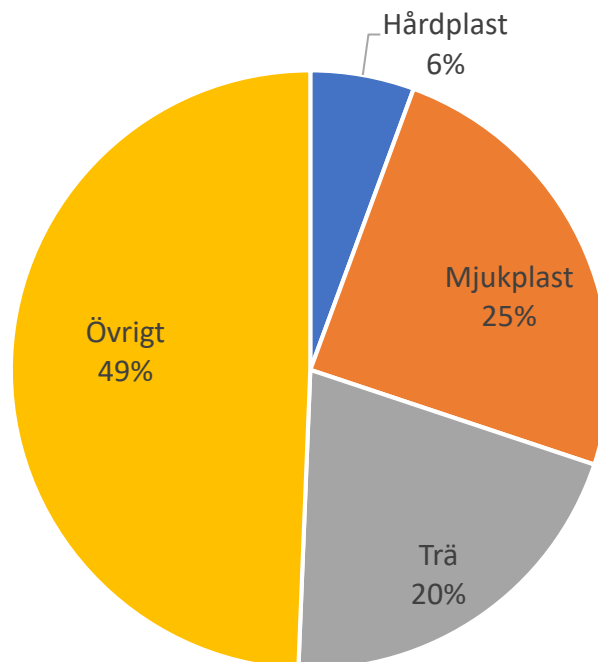
Figur 22. Zinkhalten (mg/kg TS) jämförelse mellan bygg- och rivningsavfall. Max, min och medel.

Byggavfall

Den genomsnittliga zinkhalten i byggavfallet var 155 mg/kg TS. Fraktionen *övrigt* är fraktionen som mest bidrar till det totala zinkinnehållet i brännbart byggavfall (49 %) (Figur 23).

Tabell 12. Zinkinnehållet i materialfraktionerna i byggavfallet. Antal prov n=9.

Zinkhalt (mg/kg Ts)	Max	Medel	Min
Hård plast	529	121	14
Mjukplast	699	187	68
Trä	644	110	13
Övrigt	727	223	39



Figur 23. Respektive avfallsfraktions bidrag till den totala mängden zink i brännbart byggavfall. Antal prov =9.

Rivningsavfall

I rivningsavfallet där medelhalten var 125 mg/kg TS kommer hittas den högsta halten i *övrigt* (se Tabell 13), men generellt är halterna låga. Tabell 13 sammanfattar zinkinnehållet i rivningsavfallet.

Tabell 13. Jämförelse av zinkhalten i olika prover av brännbart rivningsavfall.

Huvudfraktioner	Prov 1	Prov 2	Prov 3	Prov 4
Zinkhalt (mg /kg TS)				
Hårdplast	59	15	80	--
Mjukplast	26	74	90	--
Trä	32	15	20	819
Övrigt	178	47	107	311
"Tak"				117

Prov 1: förskolan, 1970-talet, rivning hela fastigheten. Prov 2: Skolan, renoverat 1992; renovering inomhus. Prov 3: Lägenheter, renovering inomhus. Prov 4: villa, 1850-talet; rivning av taket. TS: torrsubstans.

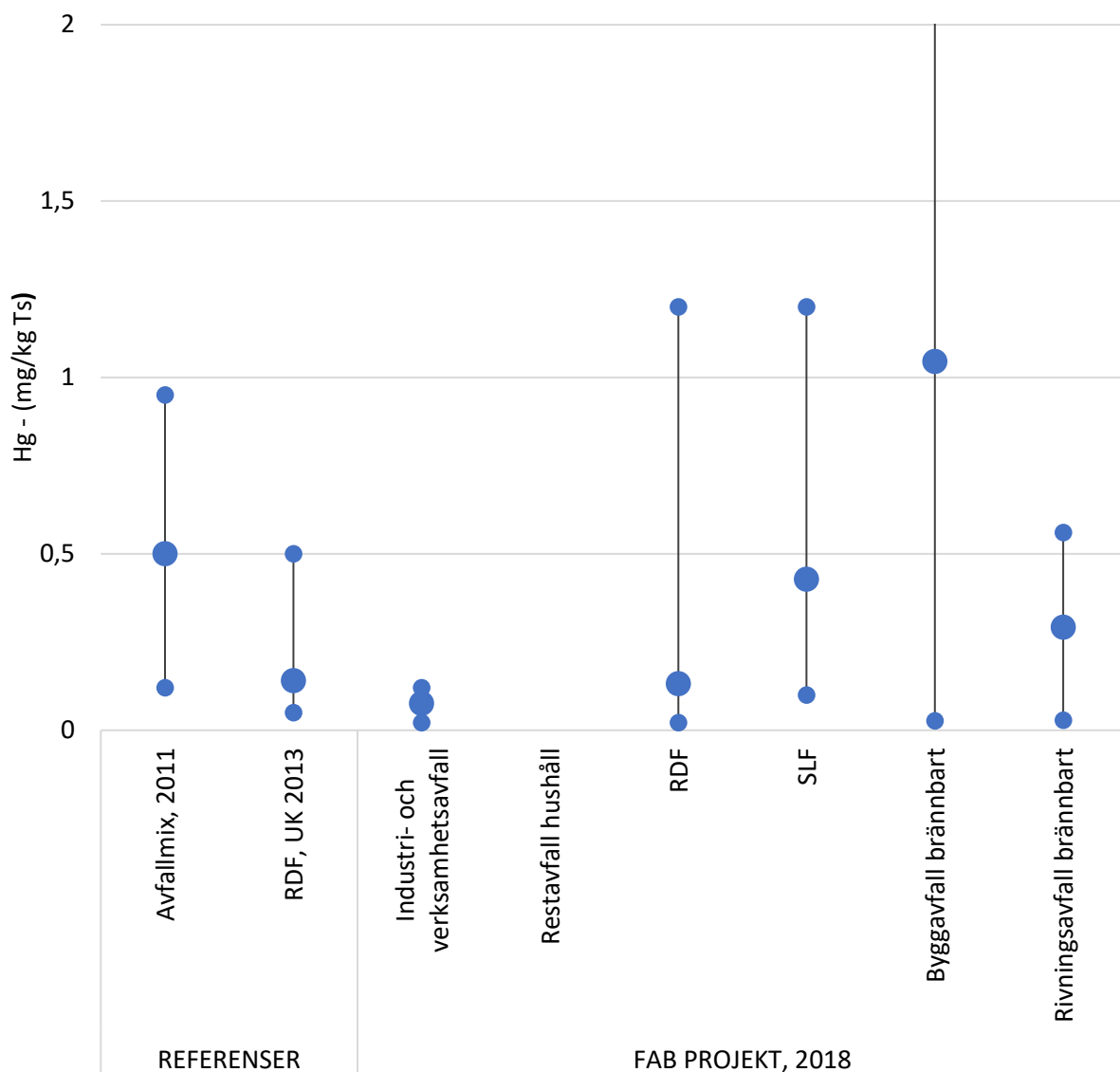
Tänkbara källor till zink i bygg och rivningsavfall

Zink kan användas som stabilisator i vissa plastmaterial som PVC vilket förklarar dess höga koncentration i hårdplast i rivning prov 1–3. Men zinkoxid används också som färg för UV-skydd i PVC, till exempel i fönsterprofiler.

Zink används som pigment i färg (dvs ZnO) på trä och det förväntas hamna på små partiklar som damm eller annat fint material i ett blandat avfall, såsom brännbart byggavfall.

7.5 Kvicksilverhalt

Kvicksilverhalten i rivningsavfall (0,29 mg/kg TS) är i samma storleksordning som för övriga avfallsströmmar medan byggavfallet (1,0 mg/kg TS) är aningen högre (Figur 24).



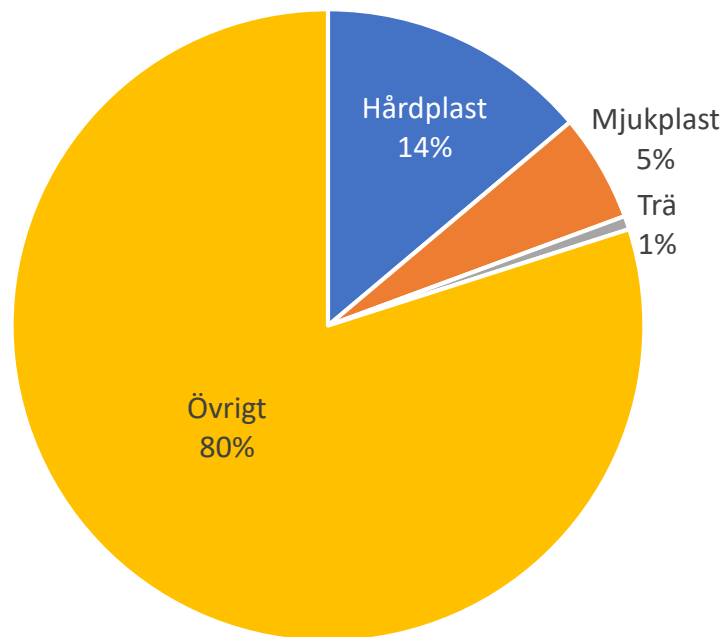
Figur 24. Jämförelse av kvicksilverinnehållet mellan olika avfallsströmmar. Max, min och medel.

Byggavfall

Det genomsnittliga innehållet av kvicksilver i byggavfallet är 1,0 mg/kg TS och fraktionen övrigt är fraktionen som mest bidrar till den totala kvicksilverhalten i brännbart byggavfall (49 %) (Figur 25). Det finns dock även hårdplast som har högre kvicksilverhalt (15 mg/kg TS) (Tabell 14).

Tabell 14. Kvicksilverhalten (mg/kg TS) i de olika materialfraktionerna från byggavfall. Antal prov n=9.

Kvicksilverhalt (mg/kg TS)	Max	Medel	Min
Hård plast	15	2,2	0,02
Mjukplast	0,94	0,3	0,02
Trä	0,04	0,03	0,02
Övrigt	19	2,6	0,03



Figur 25. Respektive avfallsfraktions bidrag till den totala mängden kvicksilver i brännbart byggavfall. Antal prov n=9.

Rivningsavfall

Som framgår av Tabell 15 är koncentrationen kvicksilver ganska låg i alla rivningsproverna och i alla materialfraktioner förutom fraktionen *övrigt* i prov 4.

Tabell 15. Jämförelse av kvicksilverhalten i brännbart rivningsavfall.

Huvudfraktioner	Prov 1	Prov 2	Prov 3	Prov 4
Kvicksilverhalt (mg /kg TS)				
Hårdplast	0,02	<0,02	0,04	--
Mjukplast	0,02	0,040	0,06	--
Trä	<0,02	<0,02	<0,02	0,04
Övrigt	0,55	0,03	0,03	1,80
Tak				0,24

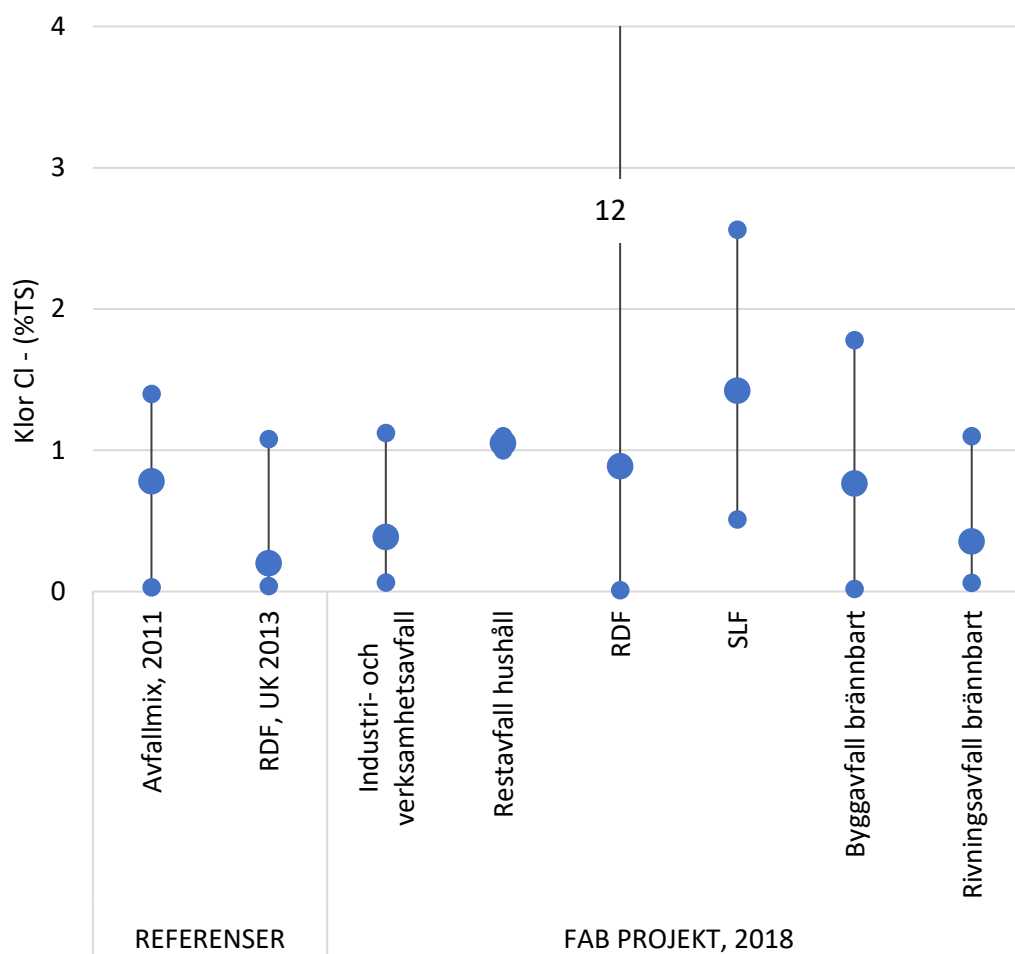
Prov 1: förskolan, 1970-talet, rivning hela fastigheten. Prov 2: Skolan, renoverat 1992; renovering inomhus. Prov 3: Lägenheter, renovering inomhus. Prov 4: villa, 1850-talet; rivning av taket. TS: torrsbstans.

Tänkbara källor till kvicksilver i bygg och rivningsavfall.

Källan till kvicksilver i ett byggavfall svår att identifiera. Kvicksilver har använts i färgpigment under 1800- och början av 1900-talet. Det har även använts i stålindustrin för att minska korrosion. Andra tänkbara källor till kvicksilver är kontaminering från sönderslagna termometrar, barometrar, kondensatorer och reläer. Detta bör dock bara vara aktuellt i rivningsavfall då kvicksilver numera inte används i dessa applikationer och därför inte ska kunna kontaminera ett byggavfall.

7.6 Klorhalt

Klorinnehållet i både bygg och rivningsavfallet är i samma storleksordning som övriga avfallsströmmar Figur 26. Här är det snarast RDF som sticker ut med något extremvärde på 12 % TS. Den genomsnittliga klorhalten i byggavfallet (0,77 %TS) är i dessa prover något högre än för rivningsavfallet (0,35 %TS).



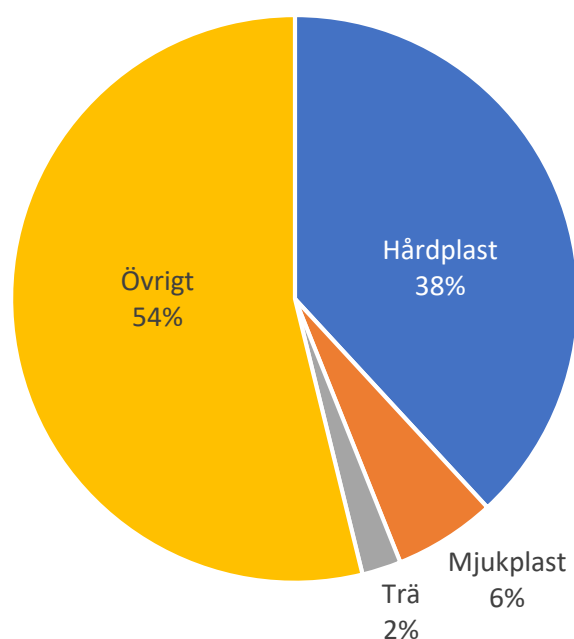
Figur 26 Jämförelse av klorinnehållet (% TS) mellan olika avfallsströmmar. Max, min och medel.

Byggavfall

Även om den totala klorhalten i byggavfallet var relativt låg så visar Tabell 16 att där kan vara höga halter klor i vissa av materialfraktionerna som utgör helheten av provet. Både *hårdplast* och *övrigt* hade maxvärden på eller över 10 procent. Fraktionen *övrigt* (54%) är den huvudsakliga fraktionen som bidrar till det totala klorinnehållet i brännbart byggavfall, följt av *hårdplast* (38 %) som innehåller rör (Figur 27).

Tabell 16. Klorinnehåll (%TS) i materialströmmar från byggavfall. Antal prov n=9.

Klorhalt (% TS)	Max	Medel	Min
Hård plast	12	5,1	0,01
Mjukplast	0,9	0,28	0,01
Trä	0,46	0,07	0,01
Övrigt	9,7	1,5	0,04



Figur 27. Respektive avfallsfraktions bidrag till klorinnehållet i brännbart byggavfall prover från FAB projekt. Antal prov n=9.

Rivningsavfall

Resultaten från klorhalten i de olika materialfraktionerna i rivningsavfallet presenteras i Tabell 17. Materialfraktionen med högst klorhalt är *hårdplast* i prov 1 och 3 med 19 och 6,4 procent. PVC produkter beräknas i många fall ha en livslängd på över 30 år. Trots att deras användning har minskat under senare år är det rimligt att förvänta sig PVC i rivningsavfall som är fallet för prov 1, förskolan byggd på 1970-talet.

Tabell 17. Klorinnehåll i brännbart rivningsavfall.

Huvudfraktioner	Prov 1	Prov 2	Prov 3	Prov 4
Klorhalt (% TS)				
Hårdplast	19	0,02	6,4	--
Mjukplast	0,22	0,20	0,37	--
Trä	0,11	0,03	<0,01	0,07
Övrigt	0,02	0,07	0,28	0,07
Tak				0,18

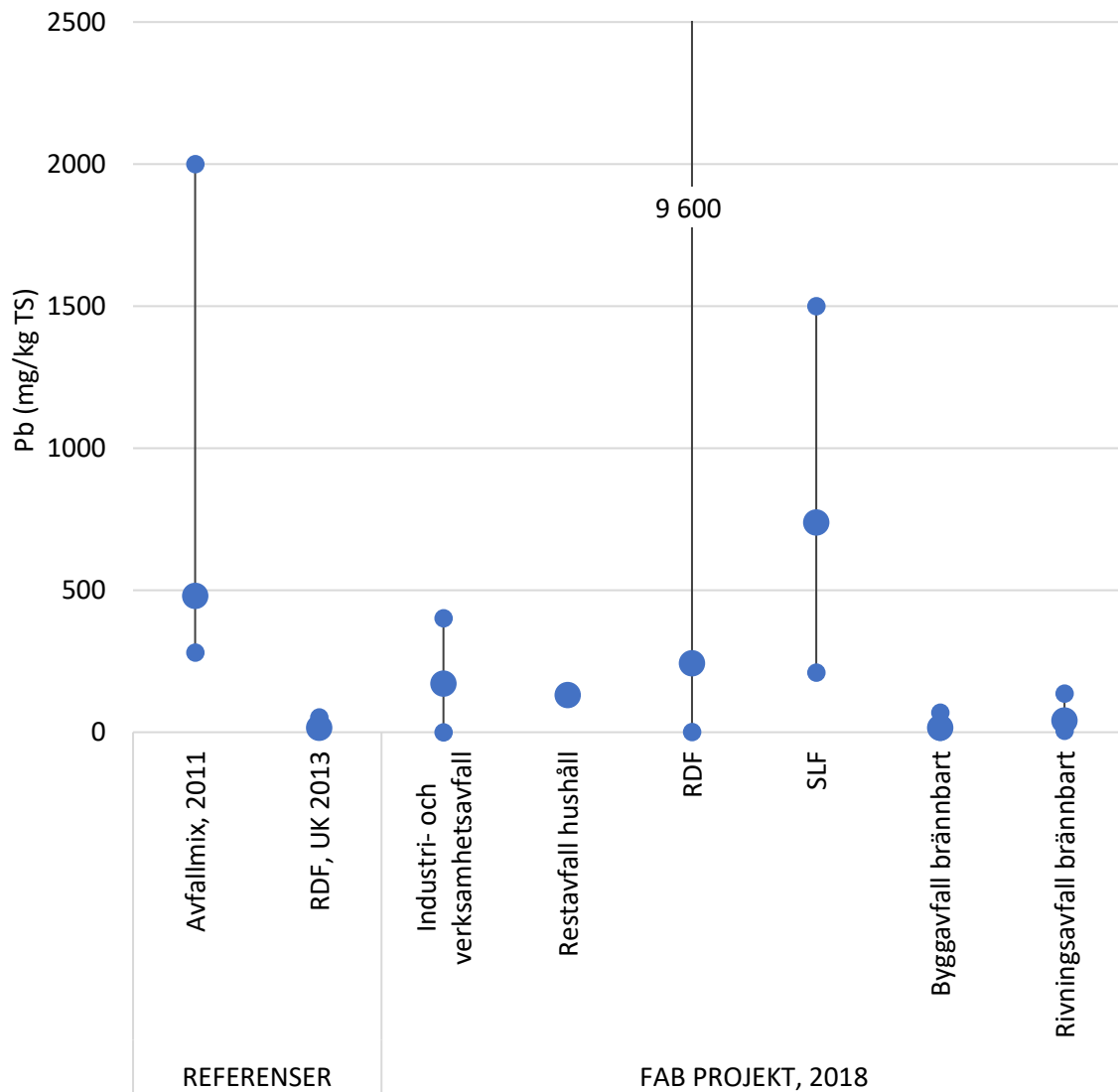
Prov 1: förskolan, 1970-talet, rivning hela fastigheten. Prov 2: Skolan, renoverat 1992; renovering inomhus. Prov 3: Lägenheter, renovering inomhus. Prov 4: villa, 1850-talet; rivning av taket.

Möjliga källor till klor i bygg och rivningsavfall

Sedan 1995 har Sverige begränsat användningen av PVC. Som ett exempel består installationsrör i huvudsak av PFPE och PP nuförtiden. PVC kan dock fortfarande användas för byggverksamhet. Så vitt vi vet finns det ingen statistik om hur mycket PVC-avfall som produceras av bygg- och rivningssektorn i Sverige. I Sverige finns två separata insamlingsystem för plaströr och golvindustrin (Fråne et al. 2019). Vid förbränning av avfall med högt innehåll av klor, som exempelvis PVC (ca 60 % Cl-halt) riskerar det att det uppstår korrosionsproblem i pannor och överhettare och bildning av klorerade föroreningar som dioxiner under nedkylning av rökgaserna. Det är därför viktigt att ha kunskap om källor till klor för att undvika problem i förbränningsanläggningarna. Potentiella källor till klor i fraktionerna övrigt är (i) livsmedelsavfall som finns i hushållsavfallet eller (ii) PVC-kabel från elektronik. Noterbart är att PVC normal inte klassas som farligt avfall och kan återvinnas flera gånger med hög kvalitet på de återvunna produkterna. Äldre PVC (exempelvis från 70-talshus) kan dock innehålla höga halter bly och kadmium och bör inte återvinnas mekaniskt.

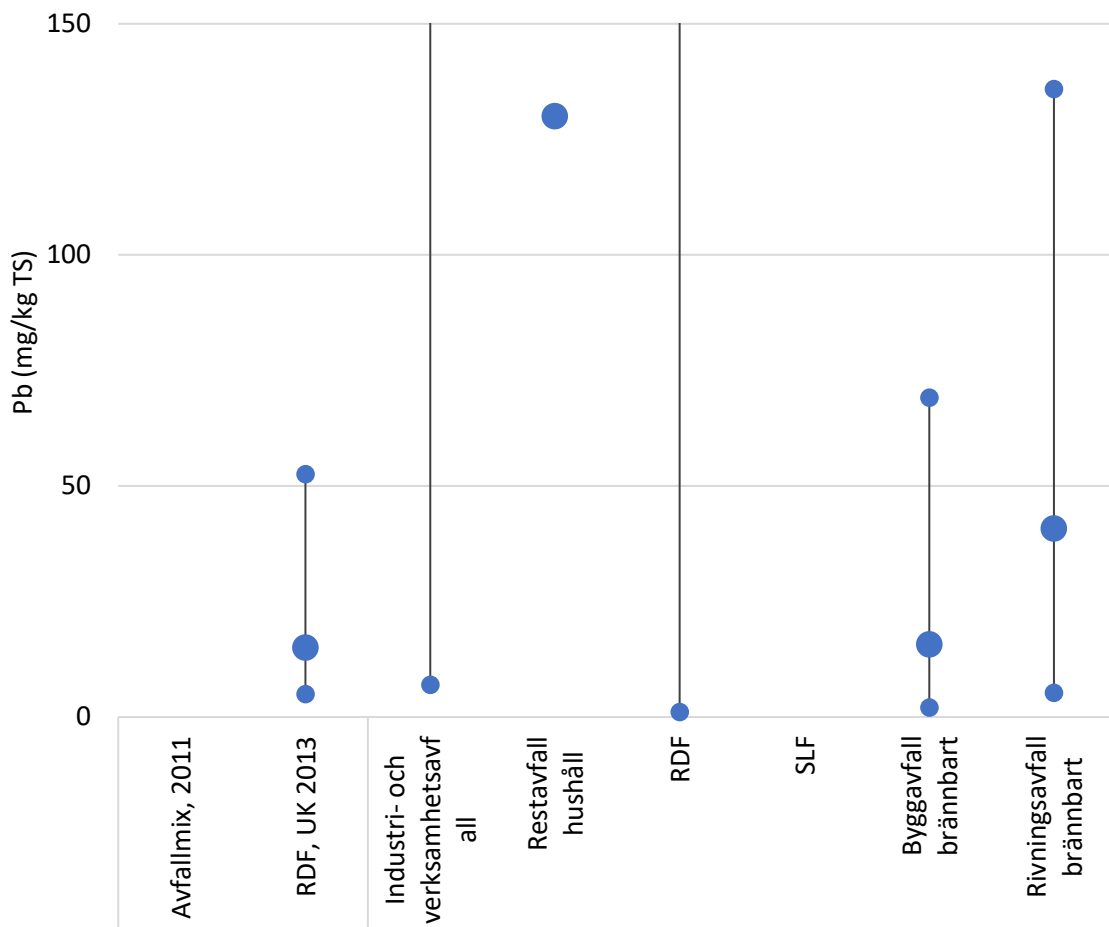
7.7 Blyhalt

Blyinnehållet i både bygg- och rivningsavfallet i detta projekt är väsentligt lägre än exempelvis Avfallsmixen från 2011 (Figur 28). Det är bara RDF från England 2013 som har lika låga halter.



Figur 28. Jämförelse av blyinnehållet (mg/kg TS) mellan olika avfallsströmmar. Max, min och medel.

Vid en jämförelse mellan bygg- och rivningsavfallet sinsemellan har rivningsavfallet något högre blyhalt (se Figur 29).



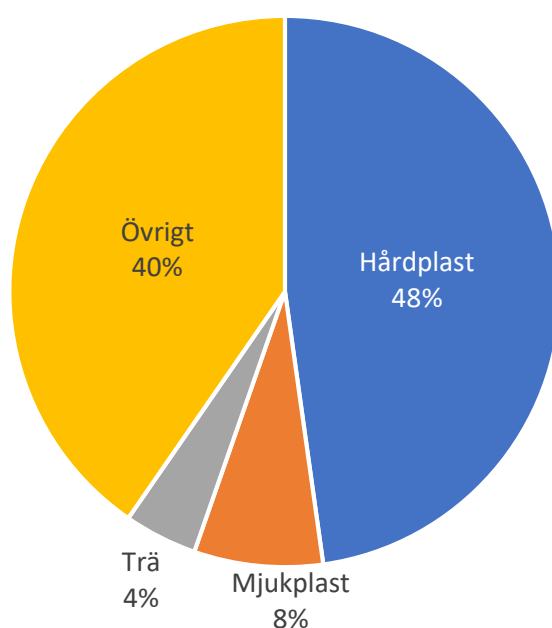
Figur 29. Blyinnehållet (mg/kg TS) i bygg- respektive rivningsavfallet i detta projekt.

Byggavfall

Det genomsnittliga innehållet av bly i byggavfallet var så lågt som 16 mg/kg och bidraget från de olika materialfraktionerna kan ses i Figur 30. Det största bidraget kommer från *övrigt* och *hårdplast*.

Tabell 18. Blyinnehållet (mg/kg TS) i materialfraktionerna i byggavfall. Antal prov n=9.

Blyhalt (mg/kg TS)	Max	Medel	Min
Hårdplast	926	120	0,55
Mjukplast	24	6,7	0,60
Trä	4,8	1,7	0,34
Övrigt	99	21	3,55



Figur 30. Respektive avfallsfraktions bidrag till blyinnehållet i brännbart byggavfall. Antal prov n=9.

Rivningsavfall

Blyinnehållet från de olika materialströmmarna i rivningsavfallet presenteras i Tabell 19 nedan. Det är generellt låga värden även om det finns ett högt värde i hårdplasten från prov 1 (1680 mg/kg TS). Detta är rivningen av en förskola från -70 talet och samma prov hade mycket höga halter av klor.

Tabell 19. Blyinnehållet (mg/kg TS) i materialfraktionerna i rivningsavfall.

Huvudfraktioner	Prov 1	Prov 2	Prov 3	Prov 4
Blyhalt (mg /kg TS)				
Hårdplast	1677	3,9	274	--
Mjukplast	37	2,1	10	--
Trä	11	1,1	1,7	11
Övrigt	28	6,4	31	521
Tak				27

Prov 1: förskolan, 1970-talet, rivning hela fastigheten. Prov 2: Skolan, renoverat 1992; renovering inomhus. Prov 3: Lägenheter, renovering inomhus. Prov 4: villa, 1850-talet; rivning av taket. TS: torrsbstans.

Möjliga källor till bly i bygg och rivningsavfall

Den materialfraktionen med högst blyhalter generellt är hårdplasten (oavsett om det är bygg- eller rivningsavfall). Bly kan förekomma i skarvar i gamla rör (Sverige Byggindustrier, 2017) och har länge använts som additiv i PVC för att dels förhindra nedbrytningen av materialet dels som del i gula och orange färgpigment. På grund av blys toxicitet arbetar organisationer som ECHA idag för att få till begränsningar av bly som tillsatsmedel i PVC. I de fall det måste

användas bör det vara i halter som garanterar att det är ofarligt (Fråne et al. 2019). Bly tillsammans med zink, antimon och aluminium används också vid produktion av andra plaster. De används för att göra plasten ljusare eller som katalysator för polymerisationsprocessen (Ranta-Korpi et al. 2014).

Bly har också använts i skorstenar och kablar i tak samt i spikar som använts i trä.

8 MÖJLIGA SCENARIER FÖR FRAMTIDA UTVECKLING

Resurshushållning är prioriterat inom byggsektorn, såsom i många andra sektorer. Särskilt plastanvändningen har fått stor uppmärksamhet de senaste åren, bland annat på grund av att nedskräpningsproblematiken från plast har uppmärksamats. EU har kommit med en plaststrategi och stort fokus riktas mot bland annat att minska användningen av plast och negativ miljöpåverkan från dess tillverkning, användnings- och avfallsfas. Liksom byggsektorn, så strävar företrädare för energiåtervinningen från avfall efter minskad miljöbelastning, och att reducera återvinningsbar plast som förbränns är en prioriterad åtgärd. I olika framtidsscenarioer undersöktes hur bränslemixen till energiåtervinning kan påverkas om plast från byggsektorn och andra sektorer minskar.

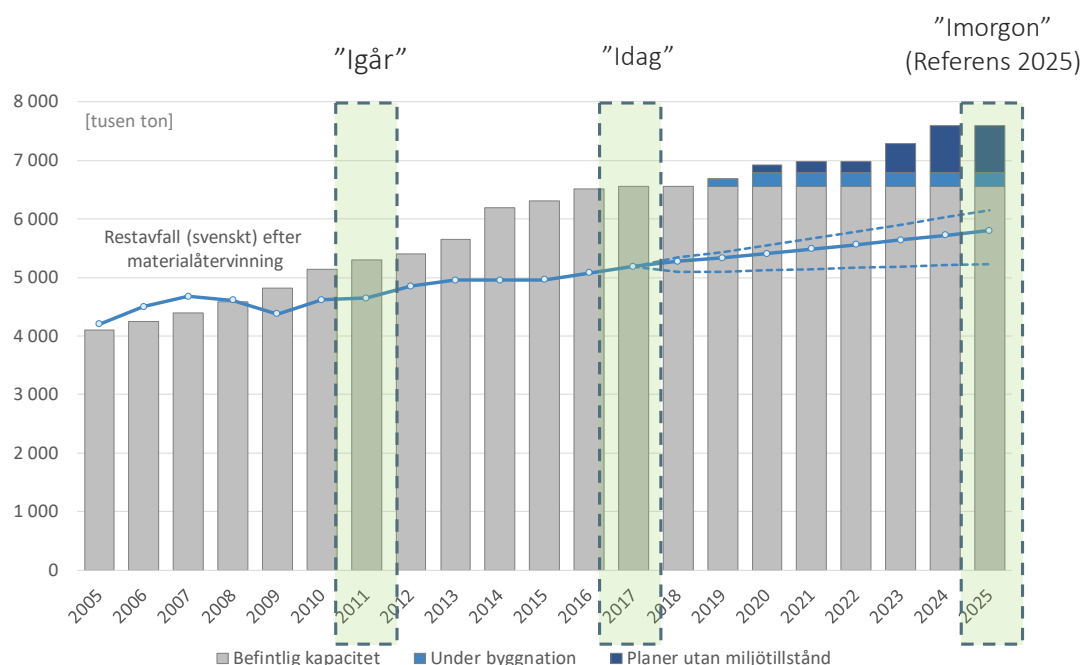
Scenarierna utgår från att olika mål nås för avfallsbehandlingen och vi beräknar effekten av förändringarna på avfallsbränslets egenskaper. Scenarierna representerar en "vad händer om" (what if)-metodik, och är inte en prognos för utvecklingen. Scenarierna ger därigenom kunskap om konsekvenserna av att sortera ut mer plast inom byggsektorn och andra sektorer. Men sannolikheten för att scenarierna skall uppfyllas utvärderas inte i analysen utan beror på många faktorer såsom t ex byggsektorns egna mål och ambitioner, kostnader för utsortering och potentiella intäkter för utsorterat material och olika politiska styrmedel.

År 2011 gjordes den senaste, omfattande analysen av allt svenskt avfallsbränsle inom det så kallade C14-projektet (Blomqvist och Jones, 2012). Det projektet studerade både sammansättning och egenskaper för hela den svenska avfallsmixen, avseende år 2011. Bygg- och rivningsavfallet studerades inte separat inom studien, utan ingick som en del i hela avfallsbränslet.

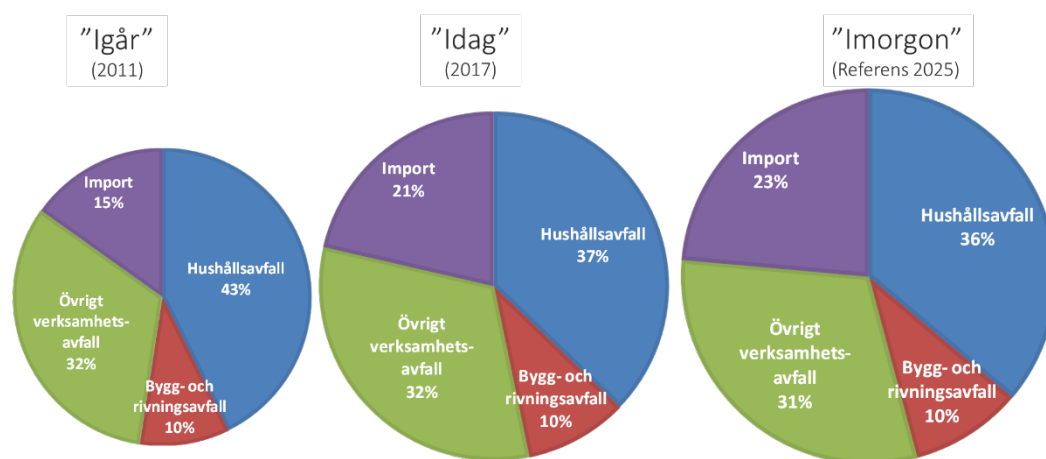
I vår studie har vi tagit C14-projektets omfattande analyser som utgångspunkt. I modelleringen har vi därför gjort ett scenario till år 2025 som tar hjälp av utvecklingen från "igår" (2011, enligt C14-projektet) till "idag" (ca 2017) och använder detta som utgångspunkt för ett scenario (Referensscenario) till år 2025, tillsammans med annan data och information (Figur 31 och Figur 32).

I beräkningarna utgår vi från modelleringen i det tidigare projektet om sammansättning på avfallsbränsle, och uppdaterar data om utifrån det här projektets resultat från plockanalyser och analys av egenskaper (se tidigare kapitel). Underlag hämtas även från utvecklingen för svensk energiåtervinningskapacitet, svenska mängder restavfall och import baserat på Profus kapacitetsutredning på uppdrag av Avfall Sverige (Avfall Sverige, 2019). Modelleringen görs, på samma sätt som i C14-projektet, för hela det svenska avfallsbränslet där andelen från bygg-

och rivningsavfall står för ca 10 % (jämför Figur 32). För kapaciteten noteras att värmevärdet som plast bidrar med är för högt för svenska anläggningar, som är dimensionerade för ett blandat avfall. Enbart plast kan inte eldas, för temperaturen skulle bli för hög, och plast i blandat avfall skall minska för att reducera de fossila utsläppen. Värmebranschen har i sin Färdplan för fossilfri uppvärmning åtagit sig att verka för mindre plast till energiåtervinning.



Figur 31 Kapacitet för energiåtervinning i Sverige i jämförelse med svenska mängder restavfall till år 2025. I Referens 2025 används den blå huvudlinjen för restavfall (svenskt) efter materialåtervinning för år 2025. De streckade linjerna illustrerar osäkerhetsintervall enligt kapacitetsstudien (Avfall Sverige 2019).



Figur 32 Fördelning av avfallstyper till energiåtervinning år 2011, 2017 och i scenario Referens 2025. I Referens 2025 förutsätts alla planer på ökad kapacitet enligt Figur 31 byggas ut och de svenska mängderna restavfall (svenskt) efter materialåtervinning för år 2025 utvecklas enligt den blå huvudlinjen. Storleken på diagrammen ökar vilket representerar den ökade mängden restavfall till energiåtervinning.

För år 2025 studerar vi två huvudscenarier samt en känslighetsanalys, som beskrivs mer i detalj nedan under respektive avsnitt (Figur 33):

- **Referens 2025:** Närliggande dagens situation men mängderna till energiåtervinning ökar för att fylla en större efterfrågan på avfallsbränsle. Här antas samtliga utbyggnadsplaner enligt kapacitetsutredningen (Avfall Sverige 2019) förverkligas. Eftersom de svenska restavfallsmängderna förväntas öka långsammare än kapaciteten så innebär det ökande import och större importandel jämfört med idag (se Figur 46 och Figur 47). Andelen utsorterat material till materialåtervinning från byggsektorn och övriga sektorer ligger i detta scenario kvar på samma nivå som idag, dvs de växer i takt med avfallsmängderna.

Observera att namnet "Referens" inte skall tolkas som att scenariot är mer sannolikt än det andra scenariot, utan vi använder denna beteckning eftersom detta scenario är mest likt dagens situation. Det andra scenariot och känslighetsanalysen (se mer nedan) jämförs mot Referensscenariot för att illustrera konsekvenserna av större insatser för att sortera ut plast.

- **Ökad utsortering av plastförpackningar och annan plast:** Jämfört med Referens 2025 så ökar utsorteringen av plastförpackningar och annan plast med 300 000 ton år 2025. Utsorteringen antas ske både från byggsektorn, men också från övriga samhällssektorer samt från hushållen. Mängden är skattad utifrån ett antagande om att man kommer mycket långt med utsortering och återvinning av plast från byggsektorn såväl som från och andra sektorer.

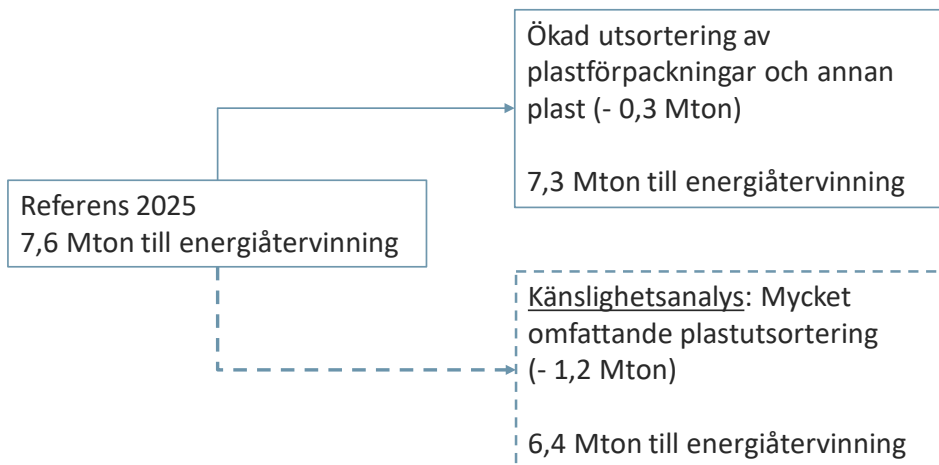
Antaganden i scenariot innebär att gå från dagens utsorteringsnivå för plastförpackningar på ca 44 % från alla sektorer i Sverige, till istället ca 80 % utsortering år 2025. Detta skulle ge ytterligare utsortering på ca 90 000 ton plastförpackningar, givet ökade avfallsmängder. Därtill kommer ett antagande om att man genom andra åtgärder sorterar ut ytterligare ca 210 000 ton av annan plast innan energiåtervinning.

De 210 000 ton tillkommande utsortering kan komma från allt avfall (bygg- och rivningsavfall, hushållens restavfall, import, verksamhetsavfall etc) – det centrala i den här studien är att undersöka vad en viss ökad utsortering av plast medför för den resterande bränslemixen. Notera att projektet inte studerar vilka åtgärder som krävs för att uppnå detta, utan vi förutsätter i beräkningen att man lyckas med utsorteringen. Givet detta studerar vi vad det innebär för den resterande bränslemixen.

Uppskattningar visar att det uppkommer drygt 150 000 ton plastavfall inom bygg- och rivningssektorerna i Sverige, varav drygt 60 000 är utsorterat plastavfall (Ljungkvist, m.fl., 2019). Av detta går endast omkring 1 000 ton till materialåtervinning medan resterande går till energiåtervinning, enligt studien. Om man som ett räkneexempel antar att de extra 210 000 tonnen utsorterad plast fördelas proportionerligt på de olika kategorierna enligt Figur 32 så skulle det motsvara en extra utsortering av plast från bygg- och rivningsavfall på ca 21 000 ton. Detta motsvarar ca 14 % av de mängder plast

som idag uppkommer inom bygg- och rivningssektorerna enligt Ljungkvist, m.fl., (2019).

- **Känslighetsanalys:** Utöver de två huvudscenarierna har vi gjort en känslighetsanalys för att studera effekterna av en mycket omfattande utsortering av plast. Här har vi gjort på följande sätt:
 - Vi utgår från Referens 2025
 - För alla avfallsslag (bygg- och rivningsavfall, hushållens restavfall etc), där det enligt plockanalyserna och modelleringen finns en eller flera separata plastfraktioner, antar vi att 90 % av denna fraktion sorteras ut jämfört med Referens 2025.
 - För bygg- och rivningsavfall innebär detta en utökad sortering av plastavfall på knappt 120 000 ton jämfört med Referens 2025.
 - Totalt (för alla avfallsslag) innebär känslighetsanalysen att 1,2 miljoner ton mindre mängd plastavfall (i form av de olika fraktionerna) kommer till energiåtervinningen jämfört med Referens 2025.



Figur 33 Illustration av hur de olika scenarierna (Referens 2025 och Ökad utsortering av plastförpackningar och annan plast) samt känslighetsanalysen förhåller sig till varandra

8.1 Referens 2025

I Tabell 20 visas resultatet, där mängder och egenskaper på avfallet till energiåtervinning jämförs år 2011 och i Referens 2025. Mängder och egenskaper år 2011 baseras på uppmätta värden enligt C14-projektet (Blomqvist och Jones 2012) medan egenskaperna i Referens 2025 baseras på modelleringen i detta projekt. De förändringar man ser är att:

- Bränslemängden har ökat som en direkt följd av att mängderna till energiåtervinning ökat
- Det effektiva värmevärdet har ökat och fukthalten har minskat, vilket sannolikt är på grund av att matavfall (främst från hushållsavfallet) sorteras ut i större utsträckning än år 2011 och att plastandelen har ökat.
- Den fossila kolandelen har ökat med en större andel plast och mindre andel biogent kol när matavfall, papperskartonger med mera sorteras ut i större grad än år 2011. Även den större importandelen spelar roll.
- Askhalten har stigit vilket beror på att den modellerade sammansättningen av olika avfallstyper (hushållsavfall, bygg- och rivningsavfall, verksamhetsavfall etc) för Referens 2025 tillsammans med uppdaterade plockanalysdata för hushållsavfall och bygg- och rivningsavfall (från detta projekt) innehåller en större mängd inert material.
- Samma observation gäller sannolikt rörande klorhalten.
- För kalium är utvecklingen det motsatta. Minskad kaliumhalt hänger troligtvis samman med mindre mängder matavfall till energiåtervinning jämfört med år 2011.

Tabell 20 Jämförelse av egenskaper för svenskt avfallsbränsle år 2011 (det senaste år man gjort omfattande mätningar av hela avfallsbränslemängden i det s.k. C14-projektet) och i Referens 2025

	2011	Referens 2025
	(uppmätta värden enligt C14-projektet)	(modellerat i detta projekt)
Mängd till energiåtervinning (Miljoner ton)	4,9	7,6
Effektivt värmevärde (MJ/kg)	10,8	11,9
Bränslemängd (TWh)	14,7	24,9
Fukthalt (%)	38,1	31,4
Fossil kolandel (%)	33,0	39,4
Aska (% av TS)	20,8	26,4
Klor (% av TS)	0,78	0,92
Kalium (% av TS)	0,36	0,20

8.2 Scenario Ökad utsortering av plastförpackningar och annan plast

I detta scenario studerar vi effekten av att minska mängden plast till energiåtervinning i jämförelse med Referens 2025. Totalt gör vi följande förändringar i jämförelse med Referens 2025:

- Ökad utsortering av plastförpackningar: - 90 000 ton
- Ökad utsortering av övrig plast: - 210 000 ton

Netto minskar alltså de förbrända mängderna med 300 000 ton vilket motsvarar en minskning på 4 % jämfört med Referens 2025. I Tabell 40 jämförs mängder och egenskaper på avfallet till energiåtervinning i Referens 2025 och i detta scenario.):

- Bränslemängden minskar med drygt 10 %. Kopplat till den relativt stora påverkan på det effektiva värmevärdet sjunker bränslemängden i större omfattning än mängden till energiåtervinning.
- Det effektiva värmevärdet sjunker pga. att det utsorterade materialet har relativt högt värmevärde
- Fukthalten och askhalten ökar pga. relativt låga fukt- och askhalter i utsorterat material
- Den fossila kolandelen sjunker när plast sorteras bort
- Klorhalten ökar något, vilket beror på relativt lågt innehåll i det utsorterade materialet.
- Kaliumhalten ökar eftersom kaliumhalten är låg i det utsorterade materialet.

Här är det viktigt att poängtera att plastförpackningarna och övrig plast är modellerade som en kombination av olika kolvätebaserade polymerer (polyeten, polypropen, PET etc) med lågt klorinnehåll. Om man istället skulle anta att PVC (främst från bygg- och rivningsavfall) blev utsorterat skulle det ge en tydlig effekt framförallt i form av minskad klorhalt.

Tabell 21 Jämförelse av egenskaper för svenskt avfallsbränsle i Referens 2025 och i scenario Ökad utsortering av plastförpackningar och annan plast (bägge modellerade i detta projekt)

	Referens 2025	Scenario Ökad utsortering av plastförpackningar och annan plast
Mängd till energiåtervinning (Miljoner ton)	7,6	7,3
Effektivt värmevärde (MJ/kg)	11,9	11,1
Bränslemängd (TWh)	24,9	22,3
Fukthalt (%)	31,4	32,1
Fossil kolandel (%)	39,4	34,5
Aska (% av TS)	26,4	27,2
Klor (% av TS)	0,92	0,96
Kalium (% av TS)	0,20	0,21

8.3 Känslighetsanalys – mycket omfattande utsortering av plast

I känslighetsanalysen studerar vi effekten av en mycket omfattande utsortering av plast i jämförelse med Referens 2025. Netto minskar de förbrända mängderna plastfraktioner med 1,2 Mton vilket motsvarar en minskning av mängderna till energiåtervinning med knappt 16 % jämfört med Referens 2025.

I Tabell 22 jämförs mängder och egenskaper på avfallet till energiåtervinning i Referens 2025 och i känslighetsanalysen. Det är intressant att notera att för vissa parametrar får denna stora utsortering en stor effekt medan den är mer begränsad för andra parametrar.

Förväntade effekter är att det effektiva värmevärdet sjunker, att bränslemängden i TWh minskar tydligt (-35 %) och att den fossila kolandelen sjunker kraftigt och att askhalten ökar.

Att den fossila kolandelen inte sjunker ned till noll beror dels på att 10 % av plastfraktionerna återstår och att det finns annat fossilt kol i t ex gummi, textilier och som en del i brännbara restfraktioner. Noterbart är också att den totala kolhalten sjunker. Detta innebär att fossila kolinnehållet (som andel av hela avfallet) sjunker från ca 12 % av vikten i Referens 2025 till ca 4 % av vikten i känslighetsanalysen.

Fukthalten påverkas relativt lite och det beror på att vi i känslighetsanalysen minskat mängden av respektive plastfraktion såsom den är en del av avfallet, dvs inklusive den uppskattade fukthalten. Detta skiljer sig från scenario Ökad utsortering av plastförpackningar och annan plast där vi räknat effekten av utsortering av torra fraktioner.

Att vi nu tittar på plast generellt i avfallet (och inte enbart specifika fraktioner med förhållandevis lågt klorinnehåll som i scenario Ökad utsortering av plastförpackningar och annan plast) är orsaken till att klorhalten nu sjunker i den återstående bränslmixen. Här får därmed PVC-innehållet i bygg- och rivningsavfallet en större betydelse än i scenario Ökad utsortering av plastförpackningar och annan plast.

Tabell 22 Jämförelse av egenskaper för svenskt avfallsbränsle i Referens 2025 och i känslighetsanalysen (bägge modellerade i detta projekt)

	Referens 2025	Känslighetsanalys – Mycket omfattande utsortering av plast
Mängd till energiåtervinning (Miljoner ton)	7,6	6,4
Effektivt värmevärde (MJ/kg)	11,9	9,2
Bränslemängd (TWh)	24,9	16,2
Fukthalt (%)	31,4	32,2
Fossil kolandel (%)	39,4	16,1
Aska (% av TS)	26,4	30,9
Klor (% av TS)	0,92	0,81
Kalium (% av TS)	0,20	0,21

9 VÄGAR TILL MINDRE AVFALL TILL ENERGIÅTERVINNING

9.1 Orsaker till att återvinningsbara fraktioner går till energiåtervinning

Vid intervjuer och workshops har det framkommit olika orsaker till att återvinningsbart avfall lämnas eller "hamnar" i den brännbara fraktionen. Orsakerna har vi kategoriserat som ekonomiska, organisatoriska (ledning och prioritering), kunskap (saknad eller felaktig sådan) eller tekniska orsaker.

De ekonomiska orsakerna dominerar. De kan sammanfattningsvis beskrivas som att det är en företagsekonomisk rationalitet som driver företagets dagliga verksamhet, och att avfall och avfallsbehandling ofta är en underordnad fråga inom företagen. En mer noggrann inköpsprocess och mer källsortering, innebär eller upplevs medföra en större arbetsinsats, som kan ge längre arbetstid och därmed högre kostnader. Vägar till mindre avfall generellt, samt mindre mängder restavfall eller fraktioner brännbart eller övrigt avfall, prioriteras inte. Därför beror återvinningsnivån och andelen restavfall från byggavfall ofta på den tillgänglig tid som vanligtvis är begränsad. Dessutom saknas det ekonomiska incitamentet för en mer detaljerad källsortering.

Vid rivning ligger en stor del av förklaringen också i ekonomisk optimering, snarare än resursoptimering. För en selektiv rivning med en större andel avfall till potentiell återanvändning och återvinning och en liten andel avfall till energiåtervinning, behövs tid, tid som tilldelas i planeringsfasen av projekten. Enligt branschaktörerna finns det ett stort behov av utökad planering av avfallshantering såväl vid byggnation som vid rivning.

Bland de organisatoriska aspekterna lyftes vid flera intervjuer att det många fall saknas kommunikation från företagsledningen om vikten och prioriteringen av källsortering och förebyggande av avfall. En variant kan vara att vikten av resurshushållning kommuniceras, men i praktiken är det ändå ekonomiska faktorer, mätetal och tidspress, som påverkar graden av källsortering.

Detta intryck motsägs dock vid intervjuer med företrädare för andra organisationer där avfallsreduktion och förbättrad behandling är en högt prioriterad miljöfråga för byggproduktionen. I affärsplanen ingår tex att minska mängden avfall till deponi, samt att öka mängden projekt med noll mängd avfall till deponi. Dessa föregångsprojekt lyfts fram av ledningen och får mycket intern och extern uppmärksamhet. Vidare redovisas den "gröna" omsättningen, det vill säga inte bara den vanliga omsättningen- och där ingår avfall till deponi som en parameter.

Organisatoriskt påpekade man även att bygg- och rivningsindustrin består av komplexa värdekedjor med många aktörer, vilket gör det utmanande att samverka och prioritera avfallsfrågorna. Om bygg- och rivningsavfall antas minimeras måste hel värdekedjan se att det är befogat. Idag saknas en kedja av samverkan mellan tillgång och efterfrågan av processer

och aktörer för att möjliggöra en mer cirkulär hantering av återvinningsbara fraktioner. Kulturellt och företagsekonomiskt saknas både resurser och tid samt även kompetens för att initiera en cirkulär hantering. Därtill saknas, som sagts ovan, en ekonomisk modell för en ny typ av samverkan från producent till konsument, återvinningsföretag och dess branschorganisationer, samt mellanhänder (grossister, transportörer mm) som alla behövs för att få igång en lönsam och miljöanpassad återvinning. Se också vidare nedan.

Utmaningen ligger igen främst i att de ekonomiska resultaten skall nås hos både beställare av byggnation eller rivning, utförare av tjänsten samt hos avfallsaktörer. Ekonomi nämns igen som det viktigaste hindret för att förbättra situationen. Återvunnet material tenderar att vara mycket dyrare än de nya materialen. Det är inte en teknisk fråga att bygga ett bättre sorteringsystem längre. Det är svårt göra annat än idag. Det är inte idealism som för närvarande är viktigare utan lösningens ekonomiska genomförbarhet. Företag drivs av företagsekonomi och en investering måste vara lönsam för företag att investera.

Bland de praktiska, tekniska orsakerna rapporterar respondenterna också att det, förutom tid, ofta saknas utrymme för en korrekt sortering av rivningsavfall. Särskilt i större städer, finns det ofta plats för få containrar. Det man då prioriterar är containrar för en brännbar fraktion, fraktion som kommer att skickas till deponi och eventuellt ytterligare en, till exempel för metall. Önskvärt vore istället kanske 10 containrar samtidigt,

Det påpekas också en saknad av kunskap, som orsak till att sorteringen inte sker i tillräcklig utsträckning. Representanter för byggföretag lyfter också att man saknar en tydlig information, kvantifiering och kommunikation om miljönyttan av att materialåtervinna istället för att energiåtervinna de brännbara avfallsfraktionerna. Denna otydlighet i vad som är bäst ur miljösynpunkt sänker motivationen att källsortera. Det har delvis grund i att guider om sortering och prioritering som används av bygg- och rivningsföretag behöver förbättringar och uppdateringar. Därtill kommer många nyanställningar, som kräver en kontinuerlig utbildning, ofta på olika språk, och påminnelser. Platschefen nämns som ofta varande en nyckelperson, vars prioritering av avfallshantering sätter standard för under hela projektet.

En sorteringsanläggning tar i genomsnitt avfall från 300 bilar dagligen. Det är logistiskt svårt att sortera en så stor mängd avfall som samlas in på en gång.

Otydligheten kring plast riskerar att skapa en misstro. Det finns en missuppfattning om en intressekonflikt kring avfallsbränslen att Sverige har byggt upp kapacitet för energiåtervinning och energivärdena består en hel del av plast i bränslet. Å andra sidan har Sverige ett mål om fossilfrihet och vill bli av med plast från blandningen av avfallsbränsle.

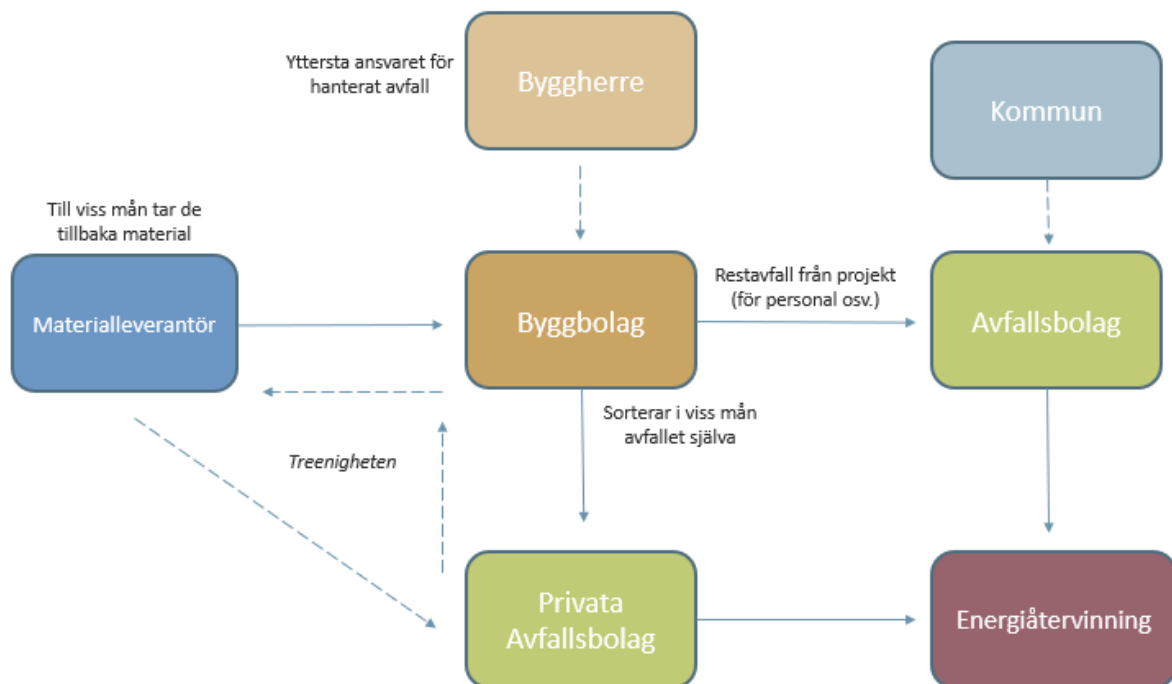
9.2 Hur arbetar man idag?

Sammanfattningsvis uppfattar vi att det pågår ett omfattande arbete för förbättrad resurshushållning och avfallshantering inom bygg- och rivningssektorerna. Nedan ges några exempel på pågående arbete som har lyfts av projektets aktörer, men projektet har inte syftat till att göra en heltäckande kartläggning.

Det pågående arbetet handlar mycket om att utbilda och sprida befintlig kunskap, samt få branschaktörer att i praktiken agera efter befintlig kunskap om vägar till resurshushållning och

bättre avfallshantering. Man framhåller att det är pedagogiskt viktigt att upprätthålla sorteringsystemen, och att sorterade fraktioner inte går till energiåtervinning. Hela aktörskedjan (Figur 34) behöver vara utbildad och agera efter vikten av att resurshushålla. I vissa företag har informationen om behovet av att minska deponering och gå upp i avfallstrappan redan lagts till som en del av den interna utbildningen. Vissa företag har plattformar för e-lärande.

Figur 34 beskriver ett exempel från intervjuerna, om hur man identifierar sig själv som byggbolag i relation till andra aktörer i värdekedjan från materialleverans, via byggnation till avfallshantering. Byggbolaget i exemplet är del i vad man kallar en "treenighet" med tre parter i samverkan för resurshushållning. De tre parterna har, utöver den ekonomiska affärsrelationen, ett genuint engagemang och gemensam ansträngning för att minska resursåtgången. Där är avfallsminimering och rätt sortering några av vägarna. Exemplet finns i realiteten, men upplevs inte vara genomgående för byggbranschen. Andra respondenter upplever liten dialog mellan de tre, eller andra parter i frågor om hållbarhet.



Figur 34 Ett exempel på relationer i en värdekedja/aktörskedja inom byggbranschen.

År 2019 har Sveriges byggindustrier tagit fram nya riktlinjer för resurs- och avfallshantering, som innehåller bland annat information om hantering av farligt avfall, fraktioner, skyltar och insatser för förebyggande av avfall. Insatsen koncentreras nu på att göra de nya riktlinjerna kända och implementerade. Praktiskt, så samarbetar branschaktörer med Återvinningsindustrierna för att utveckla namn och färger för att sortera olika avfallsfraktioner för att göra det tydligt och enhetligt.

Som ett steg för ökad kunskap, ges exempel på att byggnadsindustrins aktörer inkluderar information om avfallstrappan och nyttan av att undvika sortering till endast två fraktioner (deponi och brännbarhet) i den interna utbildningen av nyanställda.

De har inlett diskussioner med leverantörer om återtagande av emballage, mängden emballage och materialval.

Internt arbetas för ett ökat samarbete mellan avdelningar inköp, hållbarhet, teknik, utveckling. a utmaningar och brist i samsyn mellan avdelningar har visat att det är svårt att få resurshushållning. Företagen har diskuterat med sin inköpsavdelning om minskning av gips och isolering samt att minska mängden förpackning som används. Företag letar efter marknadsplats för kvarvarande material. Trenden som börjar visa är att företag flyttar från kostnadsdrivna organisationer till drivna av hållbarhet. Klimat börjar ses lika viktigt som kostnaden.

Respondenterna uppfattar att den svenska byggbranschen i stor utsträckning använder olika digitala hjälpmedel, både för utbildning och uppföljning med verktyg på projektnivå och affärsområde. Det underlättar kartläggning, kunskapsuppbyggnad och analys för förbättring, men har potential för ytterligare utveckling. Ett exempel som respondenterna uppfattar bör förbättras, är den nuvarande metoden för beräkning av sorteringsgrader som antar att sortering till brännbart också är en sortering.

Det finns ett behov av att sätta specifika mål för materialåtervinning för att flytta upp behandlingen i avfallstrappan. Det pågår arbete hur klimatpåverkan bör beaktas vid bedömning av konstruktion och materialförbrukning. Dock framhålls att affärsökonomi måste råda, så att man kan bygga upp ett system för mer sortering om det är lönsamt.

Sveriges Byggindustrier har tagit fram en *Färdplan för en fossilfri och konkurrenskraftig byggsektor*. Arbetet fortsätter utifrån de prioriterade uppmaningarna för fossilfrihet och resurshushållning:

- Arbete i tidiga skeden, som måste finnas med. Upphandlingskraven måste vara tydligare genom värdekedjan.
- Även viktigt att skaffa ett gemensamt språk.
- Uppföljning. Beställaren ser till att arbetet utförs, det man har efterfrågat

Rivningsföretagen anstränger sig för att vara involverade i tidigare skeden av projekten än nu. De vill ha möjlighet att ställa frågor när kunden etablerar rivningsplanen. Att vara närvarande under planeringsfasen gör det möjligt för rivningsföretaget att planera mer tid för rivningen och mer utrymme för containrarna som båda är nödvändiga för mer detaljerad sortering och återvinning av avfall. Det måste finnas en kontrollplan eftersom det är viktigt att kartlägga allt farligt avfall före rivningen och planera hur det ska samlas in och transporteras. Det är byggaren som ställer krav på kontrollplanen men inte alltid har kompetens att följa den.

Svenska avfallsförbränningsanläggningar har sedan lång tid tillbaka tillämpat kvalitetskrav för det avfall som tas emot för förbränning. Detta för att undvika att inkommande avfall innehåller

farligt avfall eller avfall som är olämpligt att förbränna. Sedan några år har man enats om en branschgemensam överenskommelse för kvalitetssäkring av avfallsbränsle.

Respondenterna menar att man har sett en förbättrad och förtydligad information från verksamhetsutövare som förbränner avfall de senaste åren, bland annat som ett resultat av överenskommelsen. Förbättringar har skett i form av tydligare krav, kvalitetskontroller samt kommunikation, åter-koppling och förfarande vid felsorterat eller felklassificerat avfall till energiåtervinning. Det finns dock fortfarande en potential till förbättring, och ett ökande behov av kunskap rörande om avfall är rätt sorterat inför förbränning, information om mängder, innehåll och utveckling.

Utökade data och återkoppling efterfrågas bland annat avseende innehåll av plast och innehåll av förpackningar som omfattas av producentansvar. Bakgrunden är dels att minska mängden plast till energiåtervinning för att minska fossila utsläpp, samt att avfallsbolagens kunder, såsom flera byggbolag, ofta strävar efter att minska mängderna avfall generellt, minska fraktionen brännbart, och öka andelen som kan materialåtervinnas.

10 SLUTSATSER

Sammansättning

- Studien ger ett unikt, offentligt dataunderlag kring sammansättningen av brännbart bygg- och rivningsavfall, som tidigare saknats. Underlaget ger en indikation på framförallt vad som finns i byggavfallet och kan användas när avfallsstrategier uppdateras/tas fram.
- Byggavfall och rivningsavfall måste separeras när man diskuterar åtgärder för såväl minimering som återvinning och återbruk eftersom förutsättningarna avsevärt skiljer sig åt mellan de två avfallsströmmarna.
- Resultatet visar att brännbart rivningsavfall kan innehålla en betydande andel icke brännbart avfall, i vissa fall så mycket som 50 procent, varav gips utgjort den största andelen.
- Den genomsnittliga koncentrationen av klor i både byggavfall och rivningsavfall är i samma storleksordning som den i RDF-avfall. Hårdplast är den fraktion som bidrar mest till klorinnehållet i båda avfallsströmmarna.
- Byggavfall visade högre kvicksilverinnehåll jämfört med rivningsavfall och RDF och SRF. Det var inte möjligt att identifiera källan till kvicksilver i de analyserade proverna.

Potential för materialåtervinning

- Det brännbara byggavfallet skulle kunna minskas med upp till 33 procent enbart genom en väl fungerande källsortering och insamling av förpackningar (plast, papper och kartong).
- Det finns en stor potential att öka återvinningen av plast från det brännbara byggavfallet - plockanalyserna visade att av plasten är det upp till 49 procent mjukplastförpackningar, som ingår i producentansvaret och har befintliga system för materialåtervinning

Beteende, policies och prioriteringar

- Den största utmaningen för minskade avfallsmängder och förbättrad avfallsbehandling är att företagsekonomisk rationalitet driver företagets dagliga verksamhet, och att avfall och avfallsbehandling ofta är en underordnad fråga.

- Det pågår arbete för förbättrad resurshushållning och avfallshantering inom bygg- och rivningssektorerna för att utbilda och sprida kunskap, samt få branschaktörer att i praktiken agera efter befintlig kunskap.
- Företagsledningens prioriteringar har stor potential att förändra normer och prioriteringar för inköpsprocesser för avfallsförebyggande, kvalitetssäkring för återanvändning och ökad källsortering. Dessa insatser upplevs medföra en större arbetsinsats, som innebär högre kostnader, än dagens norm med överbeställningar och avfallsgenerering.
- Det finns ett stort behov av att sprida kunskapen om vikten av återvinning och avfallsminskning längs hela värdekedjan.
- Det finns ett stort behov av tidig och detaljerad planering av bygg- och rivningsprojekt, som inkluderar plan för avfallshantering genom hela projektet. I de nya avfallsriktlinjerna från Sveriges Byggindustrier rekommenderas att inventering ska göras även på återanvändbart och återvinningsbart material
- Utökad sortering och återvinning av rivningsavfall hindras huvudsakligen av brist på tid för inventering och selektiv rivning, samt brist på utrymme för sortering.
- Det finns ett behov av att förändra ordningen att dagens sorteringsanläggningar av blandat bygg- och rivningsavfall primärt syftar till att ta fram en bränslefraktion, snarare än att sortera avfallet för materialåtervinning

11 REKOMMENDATIONER

De förbättringsåtgärder som identifierats i projektet är en mix från komplexa åtgärder för normändring, ny affärslogik och kommunikation i värdekedjan till konkret om antal containrar vid sortering, förbättrade möten vid projektuppstart, och behov av ett utökat återtagande av förpackningar. Åtgärderna har identifierats genom dels direkta observationer men också genom intervjuerna med olika aktörer och diskussioner som hållits under projektmöten och workshops. Olika företag har kommit olika långt i sitt arbete på området men nedan lyfter vi ett antal rekommendationer från projektet. Rekommendationerna har grupperats inom områdena samarbete och samverkan, ökad kunskap, planering samt insamlingssystem:

Samarbete och samverkan

- Skapa en strategi och samarbete för normförändring i hela värdekedjan

Projektet rekommenderar att för att nå en förändring, så måste det göras ett arbete och en ansträngning för att formulera en strategi för hur man kan samarbeta med olika aktörer i hela branschen. Hela kedjan från tillverkare, byggherre och byggherreprenör måste vara med och prioritera arbetet med att minimera och sortera avfall. Parallellt med projektering och planering bör utbildning om resurshushållning prioriteras högt i alla led.

Aktörer i värdekedjan kan ge varandra återkoppling för att hjälpas åt till förbättring, och avfallsentreprenörerna har en nyckelroll. Information om avfallets sammansättning, insamlingssystem och möjlig behandling kan delas öppet och kontinuerligt, liksom att representanter för energiåtervinning ger återkoppling och information om brännbart avfall som levereras. Det bör inkludera vilka resultaten är av varje aktörs leveranser och vilka förbättringar som förväntas. Båda punkterna ovan är strukturer och forum som idag inte finns väl etablerat, men som skulle behöva etableras för att underlätta arbetet.

Rekommendationen är även att inköpsavdelningen stärker diskussioner med leverantörerna om återtagande av förpackningar och överblivet byggmaterial, samt att på sikt ställa krav på återtagande. Dialogen med branschorganisationer såsom Återvinningsindustrierna, Byggmaterialindustrin är viktig. För att förändra situationen behöver även kundmedvetenheten ändras. Kunder kan ha stor inverkan på den riktning som branschen går eller tvingas till. De kan i större utsträckning byta fokus så att hållbar affärsutveckling kommer att ha större inverkan på verksamheten. För att öka kundernas medvetenhet krävs det dock betydande normförändringar.

Idag är det inte tillräckligt prioriterat att förändra den befintliga ekonomiska modellen. Med en förändring i kundmedvetenhet och normer kan det vara möjligt att byta till cirkulär affärsmodell. Enligt respondenterna är kostnad ofta det enda hindret för att göra rätt sak.

Det politiska stödet för att göra cirkulär ekonomi lönsam saknas. Branschen behöver politiskt och myndighetsstyrd styrning som påverkar taxor och prisbilden så att det blir tydligare incitament att gå mot ett mer cirkulärt användande av resurser.

- En strategi och samarbete internt

Projektet rekommenderar att förtydliga och utöka samarbetet mellan olika affärsenheter såsom management, hållbarhet, teknik mm, särskilt i stora organisationer. Hållbarhetsavdelningen är vanligen väl insatt i frågorna om avfallsförebyggande och hanteringen, men kan ha svårt att nå ut och nå förändring i praktiken.

Företagsledningen har en nyckelroll, och det finns ett behov att kommunicera vad som är företagets hållbarhetsstrategi, omsätta strategin i praktiskt arbete och prioriteringar, samt förtydliga ansvar så att alla i företaget vet vem som är ansvarig för vad, och att ansvar verkligen tas.

- Sätt branschgemensamma mål för resurshushållning och att nå högre upp i avfallstrappan

Det efterfrågas branschgemensamma mål för resurshushållning och att nå upp i avfallstrappan. Målet skulle helst vara lika för hela branschen så att alla vet vad de ska arbeta för. På så sätt kan företag sporra varandra att prestanda mot samma mål. Idag finns snarare en tävling eller prestige i att sätta de mest utmanande målen, när det viktiga är att målen nås, inte vilket företag som har högst satta eller prestigmässigt utmanande mål.

Ökad kunskap

- Det finns ett behov av ökad kunskap om sammansättning av bygg- och rivningsavfall

Den tillgängliga informationen om sammansättning på brännbart bygg- respektive rivningsavfallet som genereras i Sverige, liksom internationellt, är knapp. För att kunna åtgärda och mäta förbättring, är det avgörande att öka kunskapen om avfallets sammansättning genom regelbundna plockanalyser. Dessa kan betraktas som kvalitetskontroller vid avfallshanteringsanläggningarna för att följa upp avfallsstrategierna och målen för mängden brännbart avfall.

- Två olika avfallsströmmar från byggnation respektive rivning: olika åtgärder och policyer

Projektets plockanalyser visar på fysiska och materiella skillnader mellan bygg- och rivningsavfall. Trots att de faktiska avfallsfraktionerna som finns i strömmarna är ganska lika, med undantag för en "åldringsfaktor", varierar andelarna i vilka de hittas avsevärt.

För de som arbetar med byggnation och rivning är det uppenbart att det är två olika avfallsflöden. Men de omnämns fortfarande ofta som en enda i statistik, åtgärder och policyer. Projektet visar behovet att betrakta strömmarna som två olika och sätta upp anpassade strategier och mål som skulle passa dem bättre och säkerställa reduktion av den totala mängden avfall som genereras samt en mer effektiv avfallshantering.

Planering

- Byggherren har nyckeln till resurser som möjliggör tidig planering av varje bygg- och rivningsprojekt

Det finns ett behov av tidig planering, som skulle hjälpa till att möjliggöra sortering och selektiv rivning av byggnader. Detta kan prioriteras av erfaren projektledning, men tillsättande av resurser kräver prioritering av byggherren.

Vid projektstart är det viktigt att ha ett bra startmöte och en plan eftersom avfallsflöden varierar över tiden i ett projekt. Att involvera rivningsföretag tidigt i planeringen skulle ge tid att utarbeta en mer omfattande kontrollplan för rivning, en noggrann kartläggning av alla farliga material i en rivna byggnad, enligt lag, och planera mer tid och utrymme för en korrekt återvinning av rivningsavfall. Nyttja avfallsbolagens kompetens även vid planeringen!

- Behov av genomtänkta och resursstyrda inköp och krav på miljövarudeklarationer

Projektet visar att det pågår utveckling av mer genomtänkta, resurssnåla inköp och samarbeten för att minska materialåtgång och påverka avfallsflöden. Flera intressenter arbetar för att påverka leverantörer av material, tex förökad andel av återvunnet material och måttanpassning av tex isolering och gips. Byggindustrin kan arbeta mer för att minska mängden avfall som de producerar, bland annat genom att ändra den nuvarande praktiken att beställa mer byggmaterial än nödvändigt. Det beror på att det är dyrt att ha ett projekt som väntar på byggmaterial. Överbeställning innebär mer avfall och det finns behov av ny standardisering för att förhindra att detta sker.

Ett sätt att påverka resursåtgången är att påverka andelen återvunnet material i produkterna, vilket skulle kunna öka efterfrågan på återvunnet material. Ökade krav från inköp på användning av återvunnet material i byggvaruprodukter kommer i sin tur att ställa krav på att man också kan mäta andelen återvunnet material i produkter på ett tillförlitligt sätt. En respondent säger att rent tekniskt så går det i många fall att använda 100 procent återvunnet material. Ett verktyg för att försäkra sig om att angiven andel återvunnet material är korrekt är genom de elektroniska byggvarudeklarationerna (e-bvd) som Byggmaterialindustrierna ligger bakom.

Ett annat sätt att öka materialåtervinningen är krav på miljövarudeklarationer för inköpta produkter där miljöprestandan på en produkt från olika tillverkare kan jämföras och ligga till grund för utvärdering tillsammans med övriga parametrar såsom pris, kvalitet etc. I samband med detta kan också krav ställas att produkternas miljöpåverkan ska minska med ett visst antal procent under kontraktstiden.

En begränsning med miljövarudeklarationerna är att produkters eller materials egenskaper såsom farlighet och återvinningsbarhet inte kvantifieras i bedömningen, utan idag ingår endast klimatpåverkan. Ett annat sätt att öka återvinningen är att utmana uppsatta kvalitetskrav på inköpta produkter och ifrågasätta om satta krav verkligen behövs. Ett hinder kopplat till detta är att byggbranschen styrs av standarder och där byggtreprenören står för risk och konsekvens om något händer.

Det uppfattas av respondenterna att det ofta förekommer onödigt mycket förpackningar kring tex vitvaror, men man förstår att det är en avvägning när produkterna skall hålla hela vägen under transporter. En möjlig förbättring är att leverantörer tar tillbaka förpackningar i större utsträckning än idag. Det gäller mest förpackningar av wellpapp och även plastfilm. För pallar finns ett system för returpall, som skulle kunna utökas, och det förekommer även engångspallar.

Utifrån diskussionerna i projektet rekommenderas upprättandet av ett samarbete mellan byggindustrin, leverantörer av material, energiåtervinningsindustrin, avfallsentreprenörer och företrädare för återvinningsbranschen för att undersöka vidare om varför materialleverantörens avfall hamnar i energiåtervinning. Ett sådant samarbete skulle också vara en viktig komponent i att minska de uppkomna avfallsmängderna totalt och inte bara det som går till energiåtervinning.

Insamlingssystem

- Avsätt utrymme för källsortering

Partners inom byggsektorn påpekar den begränsade eller bristen på utrymme på en byggplats som en av de viktigaste faktorerna för att inte kunna göra en mer selektiv avfallssortering. Det finns ett behov av att förbättra planeringen såväl som utformningen av insamlingssystemen på byggplatserna och logistik från platserna till avfallshanteringsanläggningarna. Denna förbättring kan underlätta den selektiva sorteringen av de olika avfallsmaterialen för en mer lämplig och hållbar hantering.

På sikt vill byggbranschen undvika containrar för fraktioner blandat, övrigt, brännbart och minska deponifraktionen.

- Prioritera tid och utrymme för att utveckla selektiv rivning

Rivningsavfallet är heterogent och den stora storleken på materialet gör att det ofta kräver grovsortering på avfallshanteringsanläggningarna samt att det kan innehålla inert material av liten storlek. Selektiv rivning rekommenderas för att förbättra sorteringen av rivningsavfall. Emellertid har selektiv rivning två nackdelar: (i) bristen på utrymme på rivningsplatserna kan vara ett hinder för att utföra dessa aktiviteter (som i fallet med byggavfall); och (ii) de höga kostnaderna förknippade med dess implementering. För att övervinna den sista krävs incitament för att främja selektiv rivning.

- Byggherren rekommenderas att höja insatser för inventering utifrån ett materialåtervinnings- och återbruksperspektiv

Resursbesparing och återanvändning vid rivning har utmaningar och andra förutsättningar än vid nybyggnation. Potential finns, men prioriteringen av återanvändning och återvinning i rivningsprojekten behöver öka. Detta kan göras av byggherren, som måste vara den som betalar för utökad tid och planering. Rivningsföretagen behöver ha tillräckligt med tid och utrymme för sitt arbete och vara närvarande i planeringsfasen. Idag är fokus vid rivningsinventering på att identifiera farligt avfall. För förbättringar finns ett behov av att

fastställa krav och tid för att göra en rivnings- och kontrollplan med avsikten att öka återvinningen/återbruket i tillägg till att identifiera det farliga avfallet.

- Enhetliga krav och kontroller mellan kommuner underlättar och förbättrar rivningsföretagens arbete

Andra idéer som lyftes under projektet, men som behöver vidareutvecklas, är återanvändning av byggnader och rivningsobjekt, upprättande av materialbanker och digital kunskaps- och informationsöverföring. Det finns ett behov av en dialog om design för dekonstruktion.

- Ställ krav och mål i samarbete med aktörerna och gör en seriös uppföljning av kraven och målen

Det finns en förbättringspotential kring informationsöverföring och uppstartmöten med leverantörer av både varor och avfallshantering. Det kan även finnas en långsiktig start med leverantörer om att kommunicera om rutiner och kunskap om miljörelaterade frågor.

Önskvärt från avfallsentreprenörer är att de ger stöd och visar möjligheter till sortering samt rekommenderar hur man kan få avsättning för återvinning eller var det kan ske utökad sortering. Det går också att förbättra uppföljningen av uppsatta krav. Idag upplevs företag bra på att ställa krav på exempelvis underentreprenörer men sämre på att följa upp satta krav. En avfallsentreprenör bör också vara uppriktig i de fall när det inte finns någon efterfrågan på återvunnet material, eller att det finns en risk att logistiken för insamling från många små bygg- och rivningsplatser blir kostsam. Det har förekommit fall av förtroendekris när avfall som skulle återvinnas faktiskt deponerades eller sändes till energiåtervinning. För att undvika sådant kan beställaren i större omfattning kräva avfallsredovisning och följa upp löpande, tex varför man ligger lågt i materialåtervinning i ett specifikt projekt. För närvarande mäts byggavfall per byggd yta och inkluderar endast nybyggt, inte rivning. Det bör ändras och rimligen styras av både egna mål och kundens krav.

Sammanfattningsvis ger vi följande rekommendationer till aktörer i byggsektorn:

- Skapa en strategi och samarbete för normförändring i hela kedjan. från tillverkare, byggherre och byggtreprenör som alla måste prioritera arbetet med att minimera och sortera avfall, för att nå en förändring. En väg kan vara att öka utbildning om resurshushållning som också prioriteras högt vid projektering, planering och implementering av byggprojekt.
- Förtydliga och utöka samarbete mellan olika affärsenheter såsom ledning, hållbarhet, teknik, särskilt i stora organisationer. Hållbarhetsavdelningen är vanligen väl insatt i frågorna om avfallsförebyggande och hanteringen, men kan ha svårt att nå ut och nå förändring i praktiken
- Öka kunskap om sammansättningen på avfallsströmmar genom systematiska plockanalyser och hantera avfallsströmmar från byggnation respektive rivning olika, med skilda behov av åtgärder för förbättring.
- Sätt branschgemensamma mål och identifiera vägar för uppföljning för ökad resurshushållning och att nå bättre avfallsbehandling. Men ett gemensamt mål kan företag sporra varandra att prestanda mot samma mål.

- Gör medvetna resursstyrda inköp
- Skapa ett forum för samverkan mellan aktörerna i värdekedjan från ägare av byggnader/infrastruktur hela vägen uppströms till producenterna av materialen/produkterna som används och nedströms till avfallsmottagarna
- Avsätt utrymme för sortering och förbättra planeringen såväl som utformningen av insamlingsystemen på byggplatserna och logistik från platserna till avfallshanteringsanläggningarna.
- Bidra till bättre tillsyn vid rivning, om tillsynsinstansen har enhetliga krav, så underlättas och förbättras arbetet. Prioritera också tid och utrymme för att utveckla selektiv rivning.
- Hantera avfall från byggnation respektive från rivning som två separata avfallsströmmar.
- Följ upp sortering vid byggnation för att följa förbättringar.

Projektet ger följande rekommendationer till energiåtervinningsbranschen:

- Tag initiativ och arbeta efter strategier som stödjer en utsortering av återvinningsbara avfallsfraktioner, snarare än att sortera fram det tekniskt bästa bränslet från blandat avfall. D
- Förtydliga omfattning och kvalitetsaspekter av rejektflöden, att avfall insamlat till materialåtervinning kasseras och döms ut av olika orsaker.
- Utöka mätning, kvalitetskontroll, uppföljning för en ökad kunskap om sammansättning på avfallsbränsle.

Projektet ger följande rekommendationer till avfallsbolag (större avfallsanläggningar och ÅVC):

- Ge stöd till avfallsleverantörer: utbilda och visa möjligheter till sortering samt rekommendationer till ökad sortering för bättre avsättning.
- Förtydliga omfattning och kvalitetsaspekter av rejektflöden, att avfall insamlat till materialåtervinning kasseras och döms ut av olika orsaker.
- Återkoppla till tillverkare av produkter, till exempel vilka förpackningar som är överrepresenterade i rejekt efter sortering.
- Tydligare differentierade taxor för material som går till materialåtervinning relativt det som går till förbränning.

Projektet ger följande rekommendationer till kommuner:

- Ställ krav vid offentliga upphandlingar på att inköpta produkter skall innehålla återvunnet material. Det kan vara ett viktigt bidrag för att stimulera efterfrågan, gärna med progressivt ökande andelar. Kommuner och övrig offentlig sektor är stora arbetsgivare med bland annat stor plastanvändning, och har potential för normpåverkan och bidra till ökad kunskap.
- Fortsätt arbetet med utbildning, kommunikation, test, utveckling för förbättrad sortering hos kommuninvånare. Samarbeta med fastighetsägare som ofta kontrollerar avfallshantering som en av kategorierna i nöjd-kund-index.
- Fortsätt arbetet med skarpa kommunala avfallsplaner inklusive avfallsförebyggande arbete och påverkan på verksamheter.

Projektet ger följande rekommendationer till regeringen

- Regeringen bör fokusera på insatser i tidiga skeden, insatser som är riktade mot produktion, konsumtion och insamling. Några idéer som lyfts:
 - Krav på att tillverkare ska återvinna sitt eget restmaterial in i nya produkter
 - Införa krav på att tillverkade produkter ska ha ett innehåll och utformning som gör dem möjliga att återvinna.
 - Krav på utökat ansvar på producenterna för insamling av avfall, så att invånare enkelt kan sortera mer än tidningar och förpackningar.
 - Pantsystem rekommenderas i större omfattning för produkter.
- Regeringen bör stötta initiativ för samverkan i aktörskedjor: producenter, kommuner, staten och andra beröra aktörer samarbetar för att insamlingen av plast och annat miljöskadligt material ska fungera bättre.
- Stötta samarbeten för att minska mängden plast i samhället.
- Titta på andra stödjande åtgärder som kan leda till ökad efterfrågan på återvunnet material i tillverkningsledet.

REFERENSER

Almasi, A.M., Miliute-Plepiene, J., Fråne, A. IVL Rapport B 2323: Ökad sortering för kommunala avfallsläggningar, 2018.

Avfall Sverige, 2014. Bränslekvalitet - sammansättning och egenskaper för avfall till energiutvinning. Avfall Sverige 2014:E01

Naturvårdverket, Rapport 6839 Sammanställning över industri- och hushållsavfall. Link: <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6839-4.pdf?pid=22595>

Avfall Sverige, Bränslekvalitet – Nuläge och scenarier för sammansättningen av restavfall till år 2025, 2019.

Avfall Sverige. 2014:E01. Bränslekvalitet – sammansättning och egenskaper för avfallsbränsle till energiåtervinning.

Bio by Deloitte (appointed by the European Commission), Construction and Demolition Waste Management in Sweden. V2- September 2015. Link: https://ec.europa.eu/environment/waste/studies/deliverables/CDW_Sweden_Factsheet_Final.pdf

Bisallon M., Johansson I., Jones F., Sahlin J., Waste Refinery rapport WR57: Bränslekvalitet Sammansättning och egenskaper för avfallsbränslen till energiåtervinning, 2013.

Bok, G., Brander, L., Johansson, P. RISE rapport 2018:10: Nya möjligheter att minska mängden deponerat gipsavfall från bygg- och ombyggnadsprojekt, 2018.

Blomqvist, E.W., Jones, F. "Bestämning av andel fossilt kol i avfall som förbränns i Sverige" Avfall Sverige 2012:02, 2012.

Blomqvist E., Ledje A. (2017) Hållbar avfallshantering vid nybyggnation. En jämförelse mellan olika avfallssorteringsmetoder. Uppsala Universitet, Uppsala.

Centrum för cirkulärt byggande. 2019. Hemsida för Centrum för cirkulärt byggande projekt. (Hämtad 2019-08-20) <https://ccbuild.se/>

Chang, N. B.; Lin, K. S.; Sun, Y. P.; Wang, H. P., An Engineering Assessment of the Burning of the Combustible Fraction of Construction and Demolition Wastes in a Redundant Brick Kiln. Environmental Technology 2001, 22, (12), 1405–1418.

Edo, M.; Jensen, C.; Johansson, I.; Weiss, M.; Radler, Å.; Rapp, M. SBUF rapport XXXX: Manual för plockanalyser av bygg- och rivningsavfall.

Ejlertsson A., Loh Lindholm K., Green J., Ahlm M. 2018. *Cirkulär Ekonomi I Byggbranschen. Sammanfattande översikt av forskningsläget och goda exempel.* IVL. (Hämtad 2019-08-20) <https://www.ivl.se/download/18.14bae12b164a305ba11aa53/1535448825219/C338.pdf>

European Commission, Construction and Demolition waste. Last visit: 8th of August 2019. Link: http://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.htm

European Commission, EU Construction and Demolition Waste Management protocol, 2016. Last visit: 7th of August 2019. Link:

[file:///C:/Users/mariadelma/Downloads/Protocol%20Ares\(2016\)5840668-101016.pdf](file:///C:/Users/mariadelma/Downloads/Protocol%20Ares(2016)5840668-101016.pdf)

European Commission, Directive 2008/98/EC on waste (Waste Framework Directive), 2018a.

European Commission, EU Construction and Demolition Waste Protocol and Guidelines, 2018b. Published on the 18th of august, 2018. Last visit: 7th August 2019. Link: https://ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0_en

European Commission, Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings, 2018c. Last visit: 7th of August 2019. Link: <file:///C:/Users/mariadelma/Downloads/Guidelines%20for%20the%20waste%20audits.pdf>

Fredriksson G., Höglund E., Tollman D., Törner L., Wetterstedt R. 2012. *Att minska byggavfallet. En metod för att förebygga avfall vid byggande.* (Hämtad 2019-08-20) <https://www.regeringen.ax/sites/www.regeringen.ax/files/attachments/page/att-minska-byggavfallet.pdf>

Johansson P., Brander L., Jansson A., Karlsson S., Landel P., Svennberg K. 2017. Möjligheter för ökade cirkulära flöden av byggmaterial, steg 1. SBUF. (Hämtad 2019-08-20). <https://www.sbuf.se/Projektsida/?id=0e2bc923-5bed-4154-9e8f-7d70be1c2fb5>

Liljekow C., Rosén S. och Tibäck A. 2012. Hur kommer nya byggproduktförordningen (CPR) att fungera i praktiken? Fokus på ombyggnad och miljö. SBUF. (Hämtad 2019-08-20) <https://www.sbuf.se/Projektsida/?id=c05f7cee-96bc-43c7-a61c-da22c9503eae>

Ljungkvist Nordin, H., Westöö, A.K., Boberg. N., Fråne, A., Guban, P., Sörme, L., Ahlm M., SMED Rapport Nr 01 2019 Kartläggning av plastflöden i Sverige: Råvara, produkter, avfall och nedskräpning, 2019.

Löfås P., Hastig S. och Nolte E. 2015. *Hur sluter vi kretsloppet? - en inventering av andel återvunnet och återvinningsbart material i olika byggnadselement.* SBUF. (Hämtad 2019-08-20). <https://www.sbuf.se/Projektsida/?id=437a9a18-efdb-4001-96f4-3f6f48d5ade9>

Fråne A., Miliute-Plepiene J., Almansi A. M., Westöö A., Nordic Council of Ministers TemaNord 2019:51 report: PVC waste treatment in the Nordic countries, 2019. Link: <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1287469/FULLTEXT01.pdf>

Johansson, P.; Brander, L., Jansson, A., Karlsson, S., Landel, P., Svennberg, K. RISE rapport 2017:55: Kvalitet hos byggnasmateril i cirkulära flöden, 2017. Link: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1178464/FULLTEXT01.pdf>

Mistra Closing the Loop II. 2016. *CONSTRUCTIVATE - Sustainable recycling of construction and demolition waste.* (Hämtad 2019-08-20) <https://closingtheloop.se/helhetsgrepp-for-battare-atervinning-av-byggavfall/>

Naturvårdsverket, Vägledning för bygg- och rivningsavfall, 2018. Senast besökt: 7 augusti 2019. Link: <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Avfall/Bygg--och-rivningsavfall/>

Naturvårdsverket, Icke farligt byggnads- och rivningsavfall. Last visit: 7th of August 2019. Link: <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Regeringsuppdrag/Arkiv/Redovisade-2014/Icke-farligt-byggnads--och-rivningsavfall/>

Naturvårdsverket, 2018. Avfall i Sverige 2016.

NPG Sverige, NPGs röråtervinning, senast besökt 25 aug 2019. Länk: <http://npgnordic.com/sverige/roratervinning/>

Palm, D., Sundqvist, J.-O., Jensen, C., Tekie, H., Fråne, A., & Ljunggren Söderman, M. Naturvårdsverket Rapport 6660: Analys av lämpliga åtgärder för att öka återanvändning och återvinning av bygg- och rivningsavfall. Underlagsrapport för samhällsekonomisk analys, 2015.

Ranta-Korpi M., Konttinen Jukka, S. A., Rodriguez M., VTT Technology report: Ash formning elements in plastics and rubbers, 2014. Link: <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2014/T186.pdf>

Stenman Sandman S. (2016), Lönsamhet med avfallshantering i produktion. En utvärdering av Skanska, Sandåkern etapp 1 och etapp 2, Umeå Universitet, Umeå.

Sverige Byggindustrier, Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning, 2017

BILAGOR

BILAGA A

ORWARE är uppbyggd av ett antal moduler som beskriver en process eller behandling. För att kunna beskriva dessa olika delar som utgör avfallshanteringen krävs en stor mängd information. Inför varje nytt projekt görs en avvägning hur mycket av informationen som måste inventeras i det specifika fallet. Avfallen följs genom modellen från hushållen via insamling och transporter till behandlingsanläggningar tills slutlig användning, nya produkter eller deponering.

Nedan presenteras de viktigaste parametrarna för modellens funktion med avseende på hantering av fast avfall (indelad i systemrelaterade parametrar - hur det ser ut på ort och ställe - och studierelaterade parametrar - vilken typ av undersökning och vilken typ av resultat som önskas).

Systemrelaterade parametrar

Nedanstående visar en översikt över de möjligheter som finns i ORWARE för att simulera avfallshantering. Varje del kräver olika mängder indata för att kunna fungera, vissa indata är allmänna för en viss process och påverkas inte nämnvärt, andra parametrar är mer kopplade till en existerande anläggning.

Avfallets ursprung

Avfallet som hanteras i modellen har sitt ursprung i hushåll, verksamheter och industrier. Dessutom kan andra material hanteras som inte är avfall men som sambehandlas med avfall i syfte att öka en anläggnings kapacitet. De olika avfallen delas sedan upp i mindre fraktioner som exempelvis organiskt avfall, brännbart avfall, förpackningar av metall, kartong, glas mm. beroende på hur avfallet är beskaffat. När det t.ex. gäller insamling av plastförpackningar och plast från återvinningscentraler (kommunplast) modelleras materialet som en kombination av rena plastströmmar (uppdelade på olika polymertyper som t.ex. polyeten och polypropen) och felsorterat material (t.ex. metall, matavfall, övrigt brännbart och obrännbart material). Denna modellering baseras på plockanalyser av det aktuella materialet.

Insamling och transporter

Avfall och andra material samlas in och transporteras till, från och mellan olika anläggningar för behandling eller omhändertagande. Modellen kan hantera ett antal olika fordon för insamling och transporter: insamlingsfordon, lastbil med eller utan släp etc.

Insamlings- och transportfordon i modellen består av indata som är platsspecifika, t.ex. fordonslaster och transportavstånd. Andra parametrar som energiförbrukning per km samt utsläpp från transporter är parametrar som generellt inte skiljer sig mellan olika studier.

Behandlingsanläggningar

Behandlingsanläggningar i ORWARE är optisk sortering, förbehandling innan biologisk behandling och innan förbränning, förbränningsanläggning, kompost, deponering, rötning, avvattning/behandling av rötrest, spridning till åkermark, reningsverk samt materialåtervinning. Modellen är dock flexibel och nya tekniker, åtgärder mm kan relativt enkelt läggas in och studeras med modellen.

De parametrar som är påverkingsbara för behandlingsanläggningar är olika prestandaparametrar som verkningsgrader, energianvändning för drift och skötsel av anläggning. Parametrar som inte är påverkingsbara är parametrar som påverkar inre processer i anläggningarna t.ex. mikrobiella aktiviteten i rötnings- och komposteringsanläggningar.

Ekonomi

För att belysa det ekonomiska resultatet för systemen kan investeringskostnaderna samt drifts- och behandlingskostnader för respektive anläggningar inventeras. I systemanalysen bedöms kostnader för hela hanteringskedjan, behandling samt eventuell lagring av slutprodukter. Parametrar som är aktuella för resultatet är exempelvis, investeringskostnader, transportkostnader, elpris, pris på fordonsgas samt alternativkostnad för växtnäring i form av fosfor och kväve.

Studierelaterade parametrar

Från modellen genereras stora mängder resultat i form av materialflöden. Materialflödena ut från modellen fördelas sedan som utsläpp till luft, vatten eller mark, återstod i material etc. Dessutom tillkommer energi tillförd till avfallshantering och energi utvunnen från hanteringen.

Resultat kan erhållas som utsläpp av enskilda ämnen t.ex. koldioxid till luft eller utsläpp av övergödande ämnen till vatten. Vidare kan resultat som mängd växtnäring, fosfor eller kväve till åkermark, tungmetaller till mark och vatten m.m. erhållas. Utsläpp av olika ämnen kan med hjälp av viktningfaktorer från livscykelanalys sammanställas till miljöpåverkanskategorier som växthuseffekt, övergödning etc.

Utifrån de studerade parametrarna analyseras systemen utifrån både företagsekonomiska, samt miljömässiga aspekter. Detta ger en bild av både de direkta kostnaderna och vinsterna av behandlingsanläggningarna samt för de indirekta aspekter som påverkar samhället som helhet.

BILAGA B. Intervjuunderlag kring bygg och rivningsavfall

1. Restavfall / brännbart avfall till energiåtervinning

- a. Hur jobbar ni idag med att påverka mängder och sammansättning?
- b. Vilka orsaker finns till att avfall lämnas/hamnar i restavfall /brännbart även om det är återvinningsbara fraktioner?
- c. Vilka är drivkrafterna att påverka avfallsmängder och sammansättning idag?
- d. Vad kan ni göra mer själv för att minska/påverka restavfallet?
- e. Vilka huvudsakliga hinder finns det?

2. Samverkan med företrädare för energiåtervinning

- a. Hur kan företrädare för energiåtervinning bidra till ert arbete för er att påverka mängder och sammansättning av restavfall?
- b. Vilken information/incitament saknas?

BILAGA C Description of the waste facilities

Tabell 23 Beskrivning av sorteringsanläggningarna vid vilka plockanalyserna genomfördes i projektet

	Swerock	Ragn-Sells	SRV Återvinning
Plats	Malmö	Vänersborg	Huddinge, Gladö Kvarn
Kapacitet (ton/år)	150 000	100 000	c.a. 300 000
Avfallstyp	Bygg- och rivningsavfall	Alla typer utan matavfall	Verksamhetsavfall, bygg- och rivningsavfall, kommunalt avfall (grovavfall), förorenade massor, slagg, flytande avfall
Leverantörer	Främst Peab	Alla typer av företag och kommuner	Verksamheter, bygg- och rivningsföretag, kommunalt avfall
Teknik	Bearbetning genom sortering, krossning och siktning	Mekanisk bearbetning genom krossning och siktning	Produktion av bränsle via krossning och siktning med inbyggda magneter. Olika materialslag kräver olika krosslinjer
Produkter	Brännbart material 0–300 mm (energiåterv.) Konstruktionsmaterial material 0–40 mm	Rossterbränsle <1000 mm Rosterbränsle <250 mm PTP <100 mm	Produktion av returträ, returbränsle (PTP, papper, trä och plast), grovbränsle (förekommer högre grad tyger och mer svårkrossat material) och returflis (ris och grenar)
Byggavfall plockanalyser	8	1	
Rivningsavfall plockanalyser	2	1	1

BILAGA D Bilder från plockanalyser av bygg- och rivningsavfall

Rivningsavfall

Nedan visas bilder som visar genomförande av plockanalyserna som utfördes på det brännbara rivningsavfallet som i denna rapport benämns *prov 2*. Detta prov utgjordes av ett rivningsavfall från en inhusrenovering av en skola i södra Sverige och som tidigare renoverades 1992. Storleken på provet var 4 720 kg. Efter utförd grovsortering var det 3 000 kg av provet som återstod och som plockanalyserna baserades på. Resultaten från plockanalysen presenteras i 26 0 i rapporten. Samtliga bilder togs i november 2018, Sverige.



Figur 35. Mottaget brännbart rivningsavfall (prov 2) på sorteringsanläggningen.

Nedan visas några bilder från grovsorteringen som utfördes när större avfall påträffas som har potential för återvinning (t.ex. metallavfall) eller för att avgifta kretsloppet (t.ex. farligt avfall

såsom elektronik) eller förbättring av kvalitén på utgående avfallsströmmar. Grovsorteringen utgörs med hjälp av en lastare med griparm.



Figur 36. Träavfall som sorteras ut vid grovsorteringen av ett brännbart rivningsavfall (prov 2).



Figur 37. Metall som sorteras ut vid grovsorteringen av ett brännbart rivningsavfall (prov 2).



Figur 38. Gips som sorteras ut vid grovsorteringen av ett brännbart rivningsavfall (prov 2).

I bilderna nedan visas några av de avfallsfraktioner som avfallet sorterades i vid plockanalyserna av det brännbara rivningsavfallet (prov 2).



Figur 39. Plast: mjuka plastförpackningar utsorterade vid plockanalysen av brännbart rivningsavfall (prov 2). Den totala mängden mjuka plastförpackningar som sorterades ut uppgick till 1,2 kg.



Figur 40. Trä- konstruktionsvirke utsorterade vid plockanalysen av brännbart rivningsavfall (prov 2). Den totala mängden trä- konstruktionsvirke som sorterades ut uppgick till 13,9 kg.



Figur 41. Fraktionen Papper och papp- förpackningar utsorterade vid plockanalysen av brännbart rivningsavfall (prov 2). Den totala mängden papper och papp: förpackningar som sorterades ut uppgick till 5,9 kg.



Figur 42. Fraktionen övrigt icke brännbart: gips utsorterade vid plockanalysen av brännbart rivningsavfall (prov 2). Den totala mängden övrigt icke brännbart: gips som sorterades ut uppgick till 41,7 kg.



Figur 43. Fraktionen övrigt icke brännbart: isolering (glas/stenull) utsorterade vid plockanalysen av brännbart rivningsavfall (prov 2). Den totala mängden övrigt icke brännbart: isolering (glas/stenull) som sorterades ut uppgick till 3,4 kg.



Figur 44. Fraktionen övrigt icke brännbart: byggmaterial och kablage utsorterade vid plockanalysen av brännbart rivningsavfall (prov 2). Den totala mängden övrigt icke brännbart: byggmaterial och kablage som sorterades ut uppgick till 0,9 kg.



Figur 45. Fraktionen övrigt i brännbart: återstod utsorterade vid plockanalysen av brännbart rivningsavfall (prov 2). Den totala mängden övrigt i brännbart: återstod som sorterades ut uppgick till 27,8 kg.



Figur 46. Olika materialfraktioner från det brännbara rivningsavfallet (prov2) packas och märks och efter utförd plockanalys.

Byggavfall

Nedan visas bilder som visar genomförande av plockanalyserna som utfördes på det brännbara byggavfallet som i denna rapport benämns *prov 2*. Detta prov utgjordes av ett byggavfall från en skola i södra Sverige. Storleken på provet var 220 kg. Ingen grovsortering var nödvändig och gjordes därför inte på mottaget avfall. Resultaten från plockanalysen presenteras i Tabell 24–Tabell 28. Samtliga bilder togs i november 2018, Sverige.



Figur 47. Mottaget brännbart byggavfall (prov 2) på sorteringsanläggningen.

I bilderna nedan visas några av de avfallsfraktioner som avfallet sorterades i vid plockanalysen av det brännbara byggavfallet (prov 2).



Figur 48. Plast: plastförpackningar (mjuka) utsorterade vid plockanalysen av brännbart byggavfall (prov 2). Den totala mängden mjuka plastförpackningar som sorterades ut uppgick till 5,2 kg.



Figur 49. Plast: isolering (cellplast) utsorterade vid plockanalysen av brännbart byggavfall (prov 2). Den totala mängden plast: isolering (cellplast) som sorterades ut uppgick till 11 kg.



Figur 50. Plast: rör (hårda) utsorterade vid plockanalysen av brännbart byggavfall (prov 2). Den totala mängden Plast: rör (hårda) som sorterades ut uppgick till 10 kg.



Figur 51. Trä: konstruktionsvirke utsorterade vid plockanalysen av brännbart byggavfall (prov 2). Den totala mängden trä: konstruktionsvirke som sorterades ut uppgick till 28,1 kg.

BILAGA E Avfallsfraktioner vid plockanalyser av byggavfall

Resultaten från plockanalyserna utförda på rivningsavfall presenteras i Tabell 24 till Tabell 28. Beskrivning av respektive prov finns i Tabell 2. Plockanalyserna utfördes enligt manualen för genomförande av plockanalyser av bygg- och rivningsavfall (Edo et al., 2019).

Tabell 24 Sammanfattning av förekommande plastavfall i de nio prover av byggavfall som studerats i detta projekt. Resultaten är redovisade i viktprocent.

Id. Prov	Typ av byggnad	Byggnadsår	Aktivitet	Plast											Total Plast	
				Delfraktioner	Plastförpackningar (mjuka)	Rör (mjuka)	Hårdplast	Rör (hårda)	Rör	Övrig hårdplast	Golv	Tak (platonmatta, byggfolie, vindskydd...)	Isolering (cellplast)	Frigolit		Övrigt
Prov 1	BYGG-1	---	2018	Nybyggnation	46,9	--	1,8	--	--	--	--	--	37,2	--	--	85,8
Prov 2	BYGG-2	Skola	2018	Nybyggnation	5,2	0,4	12,8	10,1	--	--	--	--	11	--	--	39,6
Prov 3	BYGG-3	Kontor	2018	Nybyggnation	7,2	--	--	--	4,3	--	--	--	--	--	--	11,5
Prov 4	BYGG-4	Kontor	2019	Nybyggnation	13,7	--	1,4	--	--	--	--	--	--	1,4	--	16,6
Prov 5	BYGG-5	Förskola	1965	Renovation	2,6	--	4,6	--	--	--	--	--	--	0,2	--	7,5
Prov 6	BYGG-6	Markarbete	2019	Nybyggnation	6	--	6,9	9	--	--	--	--	--	0,2	--	22,1
Prov 7	BYGG-7	Idrottshall /skola	2019	Nybyggnation	38,5	--	3,5	9,3	--	--	--	--	--	4,6	--	55,8
Prov 8	BYGG-8	Lägenheter	2019	Nybyggnation	8,2	--	4,5	--	--	--	--	--	--	10,3	--	23
Prov 9	BYGG-9	Vattenmagasin	2019	Nybyggnation	2,2	--	0,7	--	--	--	--	--	--	0,2	--	3,2

Tabell 25 Sammanfattning av förekommande träavfall i de nio prover av byggavfall som studerats i detta projekt. Resultaten är redovisade i viktprocent.

Id. Prov	Typ av byggnad	Byggnadsår	Aktivitet	Trä								
				Förpackningar	Tryckimpregnerat trä	Golv (parkettgolv och likande)	Konstruktionsvirke (stommar, reglar...), skivmaterial (plywood,	Profiler	Möbler	Övrigt	Totalt trä	
Prov 1	BYGG-1	---	2018	Nybyggnation	---	---	---	5,3	---	---	---	5,3
Prov 2	BYGG-2	Skola	2018	Nybyggnation	---	---	---	28,3	---	---	---	28,3
Prov 3	BYGG-3	Kontor	2018	Nybyggnation	---	---	---	23,7	2,16	---	---	28,1
Prov 4	BYGG-4	Kontor	2019	Nybyggnation	---	---	---	1,8	---	---	---	1,8
Prov 5	BYGG-5	Förskola	1965	Renovation	---	---	---	41,1	2,2	---	---	43,3
Prov 6	BYGG-6	Markarbete	2019	Nybyggnation	---	---	---	70,5	---	---	1,19	71,7
Prov 7	BYGG-7	Idrottshall /skola	2019	Nybyggnation	---	---	---	8,9	---	---	---	8,9
Prov 8	BYGG-8	Lägenheter	2019	Nybyggnation	---	---	---	11,3	---	---	---	11,3
Prov 9	BYGG-9	Vattenmagasin	2019	Nybyggnation	---	---	---	76,3	---	---	---	76,3

Tabell 26 Sammanfattning av förekommande pappers- och pappavfall i de nio prover av byggavfall som studerats i detta projekt. Resultaten är redovisade i viktprocent.

					PAPPER OCH PAPP							
					Delfraktioner							Totalt papper och papp
Id. Prov	Typ av byggnad	Byggnadsår	Aktivitet	Förpackningar		Tak- och vindpapp	Täckpapp (golvskydd, etc.)	Papper	Wellpapp	Tjärpapp	Övrigt	
Prov 1	BYGG-1	---	2018	Nybyggnation	4,4	---	---	---	---	---	---	4,4
Prov 2	BYGG-2	Skola	2018	Nybyggnation	27,6	---	---	---	---	---	---	27,6
Prov 3	BYGG-3	Kontor	2018	Nybyggnation	5,8	0,7	8,6	---	---	---	---	15,1
Prov 4	BYGG-4	Kontor	2019	Nybyggnation	58,6	---	---	3,0	---	---	---	61,7
Prov 5	BYGG-5	Förskola	1965	Renovation	9,9	---	---	1,8	---	5,3	---	17,0
Prov 6	BYGG-6	Markarbete	2019	Nybyggnation	1	---	---	---	---	---	---	1,0
Prov 7	BYGG-7	Idrottshall /skola	2019	Nybyggnation	26,2	---	---	0,5	---	---	---	26,7
Prov 8	BYGG-8	Lägenheter	2019	Nybyggnation	29,5	---	---	21	---	---	---	50,4
Prov 9	BYGG-9	Vattenmagasin	2019	Nybyggnation	3	---	---	---	---	---	---	3

Tabell 27 Sammanfattning av förekommande icke brännbart avfall i de nio prover av byggavfall som studerats i detta projekt. Resultaten är redovisade i viktprocent.

Id. Prov	Typ av byggnad	Byggnadsår	Aktivitet	Delfraktioner	ÖVRIGT ICKE BRÄNNART											ÖVRIGT ICKE BRÄNNBART FARLIGT											
					Kablage	Elektronik	Gips	Glas	Smått material	Isolering (glas/stenull)	Metall	Sten och betong	Byggmaterial och kablage	Jord / Slam	Jord	Övrigt	Batterier	Glödlampa	Färg (plastburk)	Spray / aerosoler	Ospecificerat farligt avfall	Övrigt					
Prov 1	BYGG-1	---	2018	Nybyggnation	---	---	---	---	0,9	---	0,9	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Prov 2	BYGG-2	Skola	2018	Nybyggnation	0,7	---	---	0,2	1,1	---	1,6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Prov 3	BYGG-3	Kontor	2018	Nybyggnation	0,1	---	5,8	---	---	17,3	22,0	---	---	---	---	---	---	---	---	0,1	---	---	---	---	---	---	---
Prov 4	BYGG-4	Kontor	2019	Nybyggnation	0,2	1,6	2,5	---	---	2,1	2,0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Prov 5	BYGG-5	Förskola	1965	Renovation	1,1	---	---	---	---	0,7	0,8	---	---	2,2	4,2	---	---	---	---	0,2	---	---	---	---	---	---	---
Prov 6	BYGG-6	Markarbete	2019	Nybyggnation	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Prov 7	BYGG-7	Idrottshall /skola	2019	Nybyggnation	---	---	---	0,3	---	2,6	0,4	---	---	---	---	---	---	---	---	0,1	---	---	---	---	---	---	---
Prov 8	BYGG-8	Lägenheter	2019	Nybyggnation	0,9	---	---	---	---	0,7	2,0	0,4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Prov 9	BYGG-9	Vattenmagasin	2019	Nybyggnation	---	---	---	---	---	0,2	1,5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabell 28 Sammanfattning av förekommande övrigt brännbart avfall i de nio prover av byggavfall som studerats i detta projekt. Resultaten är redovisade i viktprocent.

					ÖVRIGT BRÄNNART					
					Delfraktioner					
Id. Prov	Typ av byggnad	Byggnadsår	Aktivitet	Textiler		Gummi	Hushållsavfall (sopor)	Återstod	Löv, grenar	Totalt övrigt brännbart
Prov 1	BYGG-1	---	2018	Nybyggnation	---	0,88	---	1,8	---	2,7
Prov 2	BYGG-2	Skola	2018	Nybyggnation	0,67	0,22	---	---	---	0,9
Prov 3	BYGG-3	Kontor	2018	Nybyggnation	---	---	---	---	---	---
Prov 4	BYGG-4	Kontor	2019	Nybyggnation	---	---	---	11,6	---	11,6
Prov 5	BYGG-5	Förskola	1965	Renovation	1,10	---	22,0	---	---	23,1
Prov 6	BYGG-6	Markarbete	2019	Nybyggnation	3,8	---	---	1,4	---	5,2
Prov 7	BYGG-7	Idrottshall /skola	2019	Nybyggnation	0,21	0,11	---	4,7	---	5,0
Prov 8	BYGG-8	Lägenheter	2019	Nybyggnation	---	0,70	---	10,1	---	10,8
Prov 9	BYGG-9	Vattenmagasin	2019	Nybyggnation	---	---	---	16	---	16

BILAGA E Kemiska analyser av bygg- och rivningsavfall

Tabell 29. Vikt på mottaget byggavfall efter torkning och innan kemisk analys.

Prov id.	Avfallstyp	Materialtyp	Lev. tillstånd g	Torrsubstans (35°C) g
BYGG-1	Bygg	Mjukplast	1176,1	1034,9
BYGG-1	Bygg	Trä	176,9	138,3
BYGG-2	Bygg	Hårdplast	190	190
BYGG-2	Bygg	Mjukplast	551,2	519,7
BYGG-2	Bygg	Trä	413,6	346,1
BYGG-2	Bygg	Övrigt	1061	718,4
BYGG-3	Bygg	Hårdplast	1700,8	1696,9
BYGG-3	Bygg	Mjukplast	1456,2	1443,7
BYGG-3	Bygg	Trä	10740,3	9677,9
BYGG-3	Bygg	Övrigt	3878,5	3558,5
BYGG-4	Bygg	Hårdplast	556,9	551,4
BYGG-4	Bygg	Mjukplast	4602	4376,8
BYGG-4	Bygg	Övrigt	12386	9864,1
BYGG-5	Bygg	Hårdplast	2831,4	2819,6
BYGG-5	Bygg	Mjukplast	3874,1	3281,1
BYGG-5	Bygg	Trä	19293,5	14753,7
BYGG-5	Bygg	Övrigt	11362,4	7392,4
BYGG-6	Bygg	Hårdplast	7683,9	7680,6
BYGG-6	Bygg	Mjukplast	2132,8	2011,2
BYGG-6	Bygg	Trä	11972,6	9397,8
BYGG-6	Bygg	Övrigt	2673,8	2490,5
BYGG-7	Bygg	Hårdplast	6933,7	6916
BYGG-7	Bygg	Mjukplast	8602,7	6268,2
BYGG-7	Bygg	Trä	2608,9	1989
BYGG-7	Bygg	Övrigt	3714,2	1896,2
BYGG-8	Bygg	Hårdplast	2453	2431,2
BYGG-8	Bygg	Mjukplast	1827,9	1670,7
BYGG-8	Bygg	Trä	1230,2	942,5
BYGG-8	Bygg	Övrigt	10840,6	7348,5
BYGG-9	Bygg	Hårdplast	251	249,9
BYGG-9	Bygg	Mjukplast	2910,6	2440,6
BYGG-9	Bygg	Trä	17105,8	13527,3
BYGG-9	Bygg	Övrigt	2047,9	1428,5

TS: Torrsubstans.

Tabell 30. Vikt på mottaget rivningsavfall efter torkning och innan kemisk analys.

Prov id.	Avfallstyp	Materialtyp	Lev. tillstånd g	Torrsubstans (35°C) g
RIV-1	Rivning	Hårdplast	153,8	153,3
RIV-1	Rivning	Mjukplast	26,9	26,7
RIV-1	Rivning	Trä	2807,7	2579,1
RIV-1	Rivning	Övrigt	2391,6	2377,9
RIV-1	Rivning	Papper	294,9	289,4
RIV-2	Rivning	Hårdplast	80,4	80,2
RIV-2	Rivning	Mjukplast	325,8	292,8
RIV-2	Rivning	Trä	1292	1048,7
RIV-2	Rivning	Övrigt	1293,5	844,3
RIV-3	Rivning	Hårdplast	574,4	572,7
RIV-3	Rivning	Mjukplast	1042,5	1010,4
RIV-3	Rivning	Trä	18898,7	16570,2
RIV-3	Rivning	Övrigt	5957,7	4430
RIV-4	Rivning	Tak	2479,1	1542,1
RIV-4	Rivning	Trä	3695,9	2643
RIV-4	Rivning	Övrigt	874,8	789,7

TS: Torrsubstans.

Tabell 31. Elementarsammansättning (% av TS), klorinnehåll (% av TS), flourinnehåll (% av TS) brominnehåll (mg/kg) i analyserat rivningsavfall.

Prov id.	Avfallstyp	Materialtyp	Aska	Klor	Svavel	Kol	Hydrogen	Kväve	Syre	Fluor	Brom	Kalorimetriskt	Effektivt
				Cl	S	C	H,	N	O	F	Br	värmevärde	värmevärde
			% av TS								mg/kg	konstant	konstant tryck ¹
												volym ¹ MJ/kg	MJ/kg
BYGG-1	Bygg	Mjukplast	5,9	0,35	0,14	75,3	11,6	1,4	5	<0,01	<100	34,1	31,9
BYGG-1	Bygg	Trä	1,0	0,03	0,02	50,8	6,1	0,10	42	<0,01	<100	15,9	14,9
BYGG-2	Bygg	Hårdplast	2,9	0,01	<0,02	80,1	12,8	0,02	4	0,02	370	42,4	39,7
BYGG-2	Bygg	Mjukplast	1,8	0,04	0,14	84,1	13,0	0,12	<1	0,02	<100	41,5	38,9
BYGG-2	Bygg	Trä	1,4	<0,01	0,02	50,6	6,1	0,13	42	<0,01	<100	17,0	15,8
BYGG-2	Bygg	Övrigt	11,1	0,82	0,13	43,1	5,5	0,12	39	<0,01	<100	11,4	10,7
BYGG-3	Bygg	Hårdplast	6,1	9,6	0,38	70,9	11	0,04	2	<0,01	180	35,1	32,7
BYGG-3	Bygg	Mjukplast	19,6	0,14	1,0	69,0	11,3	0,27	<1	0,08	<100	35,8	33,4
BYGG-3	Bygg	Trä	2,9	0,06	0,12	49,7	6,1	0,25	41	<0,01	<100	17,9	16,8
BYGG-3	Bygg	Övrigt	13,9	0,35	0,42	47,2	6,3	0,18	32	<0,01	<100	18,0	16,7
BYGG-4	Bygg	Hårdplast	20,8	0,86	0,18	65,3	10,1	<0,02	3	0,03	<100	36,5	34,5
BYGG-4	Bygg	Mjukplast	5,2	0,90	0,63	79,5	13,5	<0,02	<1	0,32	<100	40,2	37,5
BYGG-4	Bygg	Övrigt	12,4	0,38	0,28	48,5	7,0	0,12	31	<0,01	<100	17,2	16,0
BYGG-5	Bygg	Hårdplast	1,2	0,53	0,04	81,6	13,2	0,08	3	<0,01	<100	42,6	39,8
BYGG-5	Bygg	Mjukplast	7,7	0,19	0,17	77,4	13,2	0,04	1	0,03	<100	35,1	32,8
BYGG-5	Bygg	Trä	0,9	0,03	0,02	50,3	6,0	0,22	43	<0,01	<100	15,5	14,5
BYGG-5	Bygg	Övrigt	10,4	0,12	0,17	45,3	5,5	0,33	38	<0,01	<100	11,5	10,7
BYGG-6	Bygg	Hårdplast	3,0	6,0	0,08	77,2	12,6	0,26	0,9	<0,01	<100	40,6	37,9
BYGG-6	Bygg	Mjukplast	11,2	0,06	0,29	75,1	12,1	0,03	1	<0,01	<100	37,4	34,9
BYGG-6	Bygg	Trä	1,7	0,04	0,03	49,9	6,2	0,10	42	<0,01	<100	15,8	14,7
BYGG-6	Bygg	Övrigt	8,4	9,7	0,14	51,4	5,1	0,13	25	<0,01	<100	20,2	19,2

TS: Torrsubstans; ¹Lev. Tillstånd.

(cont.)

Prov id.	Avfallstyp	Materialtyp	Aska	Klor	Svavel	Kol	Hydrogen	Kväve	Syre	Fluor	Brom	Kalorimetriskt	Effektivt
				Cl	S	C	H,	N	O	F		Br	värmevärde
			% av TS								mg/kg	konstant	konstant tryck ¹
												volym ¹ MJ/kg	MJ/kg
BYGG-7	Bygg	Hårdplast	6,2	12	0,36	69,2	11,2	0,03	13	0,02	<100	36,8	34,4
BYGG-7	Bygg	Mjukplast	6,5	<0,01	0,18	80,3	12,9	0,06	<1	0,05	<100	30,2	28,3
BYGG-7	Bygg	Trä	0,8	<0,01	0,02	50,6	6,2	0,07	42	<0,01	<100	15,3	14,3
BYGG-7	Bygg	Övrigt	32	0,65	3,6	39,9	5,2	0,48	19	<0,01	<100	7,9	7,3
BYGG-8	Bygg	Hårdplast	4,5	12	0,14	69,4	10,5	0,34	15	<0,01	3200	36,3	34,1
BYGG-8	Bygg	Mjukplast	5,0	0,43	0,15	80,5	12,4	0,06	1,9	0,04	200	37,9	35,5
BYGG-8	Bygg	Trä	0,9	0,02	<0,02	50,1	6,2	0,50	42	<0,01	<100	15,2	14,3
BYGG-8	Bygg	Övrigt	11	0,04	0,12	44,5	6,1	0,12	39	<0,01	<100	11,9	11,0
BYGG-9	Bygg	Hårdplast	1,3	0,03	<0,02	85,2	14,3	0,05	<1	<0,01	<100	45,6	42,6
BYGG-9	Bygg	Mjukplast	4,1	0,13	0,14	80,8	13,4	0,05	2	0,03	<100	35,7	33,4
BYGG-9	Bygg	Trä	0,9	0,01	<0,02	50,4	6,1	0,05	43	<0,01	<100	15,8	14,7
BYGG-9	Bygg	Övrigt	13	0,06	0,17	57,1	8,6	0,26	21	<0,01	<100	19,1	17,9

TS: Torrsubstans; ¹Lev. Tillstånd.

Tabell 32. Elementarsammansättning (% av TS), klorinnehåll (% av TS), flourinnehåll (% av TS) brominnehåll (mg/kg) i analyserat rivningsavfall.

Prov id.	Avfallstyp	Materialtyp	Aska	Klor, Cl	Svavel, S	Kol, C	Hydrogen, H,	Kväve, N	Syre, O	Fluor, F	Brom, Br	Kalorimetriskt värmevärde konstant volym ¹ , MJ/kg	Effektivt värmevärde konstant tryck ¹ , MJ/kg
RIV-1	Rivning	Hårdplast	5,6	18,8	0,15	64,8	10,0	<0,02	<1	<0,01	900	32,6	30,5
RIV-1	Rivning	Mjukplast	2,2	0,22	0,21	82,9	13,3	0,05	1	<0,01	<100	43,4	40,6
RIV-1	Rivning	Trä	2,6	0,11	0,14	49,5	5,9	0,23	42	<0,01	<100	18,6	17,5
RIV-1	Rivning	Övrigt	35,6	0,02	1,2	54,6	5,7	0,58	2	<0,01	<100	23,8	22,5
RIV-1	Rivning	Papper	17,7	0,58	2,1	56,1	7,0	1,1	16	<0,01	<100	24,9	23,5
RIV-2	Rivning	Hårdplast	3,0	0,02	0,21	82,7	13,1	0,02	<1	<0,01	<100	44,7	42,0
RIV-2	Rivning	Mjukplast	11,3	0,20	1,4	72,0	11,5	1,4	2	0,1	<100	32,4	30,2
RIV-2	Rivning	Trä	4,2	0,03	0,27	48,9	5,9	1,3	39	<0,01	<100	16,2	15,3
RIV-2	Rivning	Övrigt	15,6	0,07	0,76	40,7	5,4	0,14	37	<0,01	<100	10,3	9,6
RIV-3	Rivning	Hårdplast	11,6	6,4	0,12	65,1	9,9	0,1	7	<0,01	110	34,8	32,7
RIV-3	Rivning	Mjukplast	6,7	0,37	0,53	78,2	12,0	0,08	2	0,11	<100	40,0	37,6
RIV-3	Rivning	Trä	1,4	<0,01	0,10	49,9	6,2	0,09	42	<0,01	<100	17,6	16,4
RIV-3	Rivning	Övrigt	10,5	0,28	0,44	45,2	5,5	0,41	38	<0,01	<100	13,8	12,9
RIV-4	Rivning	Tak	19	0,18	0,23	41,1	4,8	0,57	34	<0,01	<100	10,0	9,3
RIV-4	Rivning	Trä	2,0	0,07	0,06	50,0	6,0	0,14	42	<0,01	<100	14,2	13,3
RIV-4	Rivning	Övrigt	7,5	0,07	0,90	70,6	4,2	1,8	15	<0,01	<100	28,1	27,2

TS: Torrsubstans; ¹lev. tillstånd

Tabell 33. Spårelement (mg/kg) i analyserat byggavfall

Prov id.	Avfallstyp	Materialtyp	Arsenik	Kadmium	Kobolt	Krom	Koppar	Molybden	Nickel	Bly	Antimon	Tenn	Vanadium	Zink	Beryllium	Kvicksilver
			As	Ca	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	V	Zn	Be	Hg
mg/kg																
BYGG-1	Bygg	Mjukplast	<2	<0,1	1,8	3,8	15	0,6	2,9	0,6	<2	<2	5,0	98	<2	<0,02
BYGG-1	Bygg	Trä	<1	0,3	0,2	6,8	5,7	0,2	1,8	3,5	<0,5	0,6	0,4	644	<2	<0,02
BYGG-2	Bygg	Hårdplast	<1	<0,1	1,7	3,9	6,6	0,3	2,0	2,2	120	<1	1,0	14	<2	<0,02
BYGG-2	Bygg	Mjukplast	<1	<0,1	1,6	1,4	6,6	0,3	0,5	0,6	<1	0,5	1,6	84	<2	0,07
BYGG-2	Bygg	Trä	<1	<0,1	0,1	5,4	6,7	0,2	3,2	0,6	<1	<0,5	0,3	16	<2	<0,02
BYGG-2	Bygg	Övrigt	<3	<0,2	1,8	5,5	22	<2	2,8	4,6	<3	<3	3,1	46	<2	0,08
BYGG-3	Bygg	Hårdplast	<2	<0,1	5,8	8,8	8,8	25	1,8	926	20	26	13	52	<2	0,03
BYGG-3	Bygg	Mjukplast	3,8	<0,1	16	19	34	<1	4,0	24	11	2,1	29	90	<2	0,03
BYGG-3	Bygg	Trä	<1	0,1	2,0	8,2	2,2	<0,5	1,7	4,8	<1	<1	12	31	<2	<0,02
BYGG-3	Bygg	Övrigt	2,7	3,9	3,9	20	24	<2	4,0	28	35	13	18	317	<2	0,03
BYGG-4	Bygg	Hårdplast	4,2	<0,3	19	21	65	<3	10	5,1	329	5,4	12	529	<2	0,07
BYGG-4	Bygg	Mjukplast	<2	<0,1	2,5	4,5	6,3	<1	2,2	2,3	5,5	<2	2,2	219	<2	0,09
BYGG-4	Bygg	Övrigt	<3	<0,2	1,8	7,6	23	<2	3,2	6,8	2,4	<3	3,9	65	<2	0,04
BYGG-5	Bygg	Hårdplast	<1	0,1	1,0	2,3	6,3	<1	1,7	1,5	26	7,7	0,7	34	<2	0,08
BYGG-5	Bygg	Mjukplast	<2	0,1	1,7	11	28	<1	3,0	3,4	26	2,4	5,5	150	<2	0,09
BYGG-5	Bygg	Trä	0,5	0,2	0,2	1,1	13	<1	0,2	1,6	76	<1	0,3	84	<2	0,03
BYGG-5	Bygg	Övrigt	<3	<0,2	4,0	53	22	<2	3,1	4,8	246	<3	4,0	230	<2	0,11
BYGG-6	Bygg	Hårdplast	<1	<0,1	1,4	25	3,8	<1	0,8	18	8,8	8,7	0,8	187	<2	0,04
BYGG-6	Bygg	Mjukplast	<2	<0,1	4,1	6,9	13	<1	2,3	10	25	<2	5,9	84	<2	0,18
BYGG-6	Bygg	Trä	<1	0,1	0,3	0,6	154	<1	0,5	0,5	127	<1	0,6	108	<2	0,03
BYGG-6	Bygg	Övrigt	3,9	0,4	7,9	2,8	4,2	<2	33	14	3557	<3	4,3	283	<2	0,25

TS: Torrsubstans; ¹Lev. tillstånd

(cont.)

Prov id.	Avfallstyp	Materialtyp	Arsenik	Kadmium	Kobolt	Krom	Koppar	Molybden	Nickel	Bly	Antimon	Tenn	Vanadium	Zink	Beryllium	Kvicksilver
			As	Ca	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	V	Zn	Be	Hg
mg/kg																
BYGG-7	Bygg	Hårdplast	<1	<0,1	1,4	6,4	2,9	<1	0,4	0,6	12	<1	0,8	102	<2	0,10
BYGG-7	Bygg	Mjukplast	<3	0,1	2,4	6,7	9,5	<2	5,0	3,6	29	5,9	6,9	699	<2	0,94
BYGG-7	Bygg	Trä	<1	4,9	0,1	1,2	1,9	<1	0,6	0,8	<1	<1	0,6	21	<2	0,04
BYGG-8	Bygg	Trä	<0,5	0,1	0,3	1,8	9,8	<0,5	0,6	2,3	<1	0,8	0,3	13	<2	0,04
BYGG-8	Bygg	Övrigt	<3	<0,2	0,9	5,8	14	<2	3,2	3,6	77	7,8	2,7	39	<2	0,18
BYGG-9	Bygg	Hårdplast	<0,5	<1	<1	26	4	1	8	<1	2	<10	<1	33	<10	1,9
BYGG-9	Bygg	Mjukplast	0,7	0,1	1,3	2,9	6,1	<0,5	1,5	7,4	7,5	0,8	2,1	68	<2	0,3
BYGG-9	Bygg	Trä	<1	0,1	0,1	0,3	0,9	<0,5	0,2	0,3	<1	<1	0,2	22	<2	0,02
BYGG-9	Bygg	Övrigt	<4	<0,2	2,8	5,7	34	<2	2,6	8,3	8,4	<4	4,4	76	<2	1,1

TS: Torrsubstans; ¹ Lev. tillstånd

Tabell 34. Spårelement (mg/kg) i analyserat rivningsavfall.

Prov id.	Avfallstyp	Materialtyp	Arsenik	Kadmium	Kobolt	Krom	Koppar	Molybden	Nickel	Bly	Antimon	Tenn	Vanadium	Zink	Beryllium	Kvicksilver
			As	Ca	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	V	Zn	Be	Hg
mg/kg																
RIV-1	Rivning	Hårdplast	3,5	0,1	6,2	53	93	1,9	32	1677	365	5,7	2,9	59	<2	0,02
RIV-1	Rivning	Mjukplast	<1	<2	0,4	4,7	29	0,4	3,4	37	18	4,3	7,6	26	<10	0,02
RIV-1	Rivning	Trä	<1	0,2	1,2	7,7	4,9	0,3	4,6	11	4,5	0,6	7,8	32	<2	<0,02
RIV-1	Rivning	Övrigt	<8	<0,5	5,7	22	7,3	<5	37	28	<8	<8	203	178	<2	0,55
RIV-1	Rivning	Papper	<5	0,7	8,2	91	25	<2	65	24	44	5,5	212	113	<2	0,27
RIV-2	Rivning	Hårdplast	<1	<0,1	3,6	6,7	5,1	0,4	3,6	3,9	<1	1,1	1,8	15	<2	<0,02
RIV-2	Rivning	Mjukplast	<2	<0,1	2,1	10	7,2	<1	2,7	2,1	<2	25	9,8	74	<2	0,04
RIV-2	Rivning	Trä	<1	0,1	0,3	3,2	1,9	<0,5	1,5	1,1	<0,5	<0,5	0,9	15	<2	<0,02
RIV-2	Rivning	Övrigt	<3	<0,2	1,8	7,0	23	<2	2,9	6,4	<3	<3	4,7	47	<2	0,03
RIV-3	Rivning	Hårdplast	<3	0,8	7,8	9,0	127	1,7	9,3	274	<3	32	3,8	80	<2	0,04
RIV-3	Rivning	Mjukplast	4,8	0,2	5,0	13	55	<1	2,5	10	38	3,1	13	90	<2	0,06
RIV-3	Rivning	Trä	<1	0,1	1,0	2,6	1,2	<0,5	1,0	1,7	<0,5	<0,5	1,6	20	<2	<0,02
RIV-3	Rivning	Övrigt	<3	0,6	4,4	19	54	<2	5,6	31	4,7	5,5	14	107	<2	0,03
RIV-4	Rivning	Tak	<5	0,3	1,7	29	16	<3	13	27	43	8,9	11	117	<2	0,24
RIV-4	Rivning	Trä	<1	0,3	0,6	14	8,8	<1	2,2	11	<1	<1	2,8	219	<2	0,04
RIV-4	Rivning	Övrigt	13	2,5	1,0	65	167	<1	9,8	521	11	75	26	819	<2	1,8

TS: Torrsubstans; ¹Lev. tillstånd

Tabell 35. Innehåll av huvudelement i analyserat byggavfall.

Prov id.	Avfallstyp	Materialtyp	Aluminium	Kisel	Järn	Titan	Mangan	Magnesium	Kalcium	Barium	Natrium	Kalium	Fosfor
			Al	Si	Fe	Ti	Mn	Mg	Ca	Ba	Na	K	P
% av TS													
BYGG-1	Bygg	Mjukplast	2,21	0,567	0,111	0,095	0,003	0,074	0,608	<0,005	0,031	0,059	0,054
BYGG-1	Bygg	Trä	0,020	0,194	0,026	0,002	0,009	0,017	0,180	0,001	0,010	0,028	0,004
BYGG-2	Bygg	Hårdplast	<0,002	0,507	0,022	0,097	0,001	0,448	0,252	0,002	0,005	0,005	<0,005
BYGG-2	Bygg	Mjukplast	0,051	0,148	0,026	0,093	0,001	0,019	0,375	0,001	0,012	0,009	0,005
BYGG-2	Bygg	Trä	0,016	0,059	0,014	0,002	0,006	0,018	0,285	0,001	0,164	0,082	0,002
BYGG-2	Bygg	Övrigt	0,842	1,074	0,081	0,076	<0,01	0,112	2,651	0,008	0,101	0,060	0,015
BYGG-3	Bygg	Hårdplast	0,132	0,411	0,081	0,386	0,004	0,116	0,854	1,540	0,067	0,068	0,018
BYGG-3	Bygg	Mjukplast	0,596	0,859	0,182	1,033	0,010	0,181	1,592	0,017	0,096	0,064	0,013
BYGG-3	Bygg	Trä	0,137	0,348	0,071	0,120	0,012	0,101	0,558	0,005	0,106	0,045	0,004
BYGG-3	Bygg	Övrigt	0,678	1,148	0,328	0,206	0,010	0,201	3,578	0,010	0,152	0,042	0,014
BYGG-4	Bygg	Hårdplast	2,624	1,901	0,276	1,280	0,031	0,177	4,010	0,022	0,134	0,102	0,012
BYGG-4	Bygg	Mjukplast	0,118	0,658	0,095	0,177	0,002	0,044	1,039	0,002	0,049	0,030	0,005
BYGG-4	Bygg	Övrigt	0,610	1,039	0,141	0,086	<0,006	0,140	3,501	0,006	0,119	0,038	0,010
BYGG-5	Bygg	Hårdplast	0,028	0,192	0,057	0,027	0,001	0,060	0,177	0,006	0,010	0,007	0,003
BYGG-5	Bygg	Mjukplast	0,217	1,047	0,182	0,111	0,004	0,083	1,543	0,004	0,064	0,057	0,007
BYGG-5	Bygg	Trä	0,016	0,072	0,016	0,010	0,008	0,023	0,210	0,003	0,024	0,037	0,003
BYGG-5	Bygg	Övrigt	0,477	0,884	0,159	0,318	0,005	0,134	3,651	0,159	0,165	0,060	0,015
BYGG-6	Bygg	Hårdplast	0,034	0,154	0,076	0,124	<0,002	0,070	1,236	0,010	0,011	0,004	0,005
BYGG-6	Bygg	Mjukplast	0,343	1,996	0,264	0,312	0,007	0,083	1,876	0,006	0,099	0,152	0,011
BYGG-6	Bygg	Trä	0,021	0,111	0,025	0,020	0,009	0,020	0,205	0,018	0,020	0,063	0,003
BYGG-6	Bygg	Övrigt	0,132	0,497	0,090	0,706	0,005	0,040	3,515	0,058	0,054	0,024	0,030

TS: Torrsubstans; ¹Lev. Tillstånd

(cont.)

Prov id.	Avfallstyp	Materialtyp	Aluminium	Kisel	Järn	Titan	Mangan	Magnesium	Kalcium	Barium	Natrium	Kalium	Fosfor
			Al	Si	Fe	Ti	Mn	Mg	Ca	Ba	Na	K	P
% av TS													
BYGG-7	Bygg	Hårdplast	0,040	0,144	0,047	0,123	<0,003	0,045	0,744	0,755	0,022	<0,005	<0,005
BYGG-7	Bygg	Mjukplast	0,424	2,75	0,948	0,044	0,010	0,105	0,948	0,006	0,129	0,172	<0,002
BYGG-7	Bygg	Trä	0,014	0,079	0,015	0,002	0,014	0,017	0,130	0,002	0,022	0,028	<0,001
BYGG-7	Bygg	Övrigt	0,819	1,723	0,232	1,444	0,014	0,369	6,030	<0,02	0,155	0,128	<0,03
BYGG-8	Bygg	Hårdplast	0,052	0,174	0,012	0,768	<0,003	0,063	0,935	0,028	0,055	0,007	<0,005
BYGG-8	Bygg	Mjukplast	0,209	0,790	0,108	0,293	0,004	0,150	1,028	<0,003	0,048	0,046	0,007
BYGG-8	Bygg	Trä	0,017	0,105	0,018	0,012	0,015	0,034	0,162	0,003	0,023	0,028	0,004
BYGG-8	Bygg	Övrigt	0,484	0,782	0,081	0,034	<0,006	0,095	2,841	<0,006	0,061	<0,02	<0,02
BYGG-9	Bygg	Hårdplast	0,010	0,04	0,30	<0,005	<0,005	0,007	0,15	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
BYGG-9	Bygg	Mjukplast	0,091	0,650	0,099	0,073	0,003	0,043	0,473	0,004	0,042	0,047	0,005
BYGG-9	Bygg	Trä	0,010	0,059	0,011	0,001	0,016	0,017	0,160	0,002	0,028	0,026	0,001
BYGG-9	Bygg	Övrigt	0,619	1,302	0,164	0,167	0,006	0,146	4,129	<0,008	0,164	0,066	0,586

TS: Torrsubstans; ¹Lev. Tillstånd.

Tabell 36. Innehåll av huvudelement i analyserat rivningsavfall.

Prov id.	Avfallstyp	Materialtyp	Aluminium	Kisel	Järn	Titan	Mangan	Magnesium	Kalcium	Barium	Natrium	Kalium	Fosfor
			Al	Si	Fe	Ti	Mn	Mg	Ca	Ba	Na	K	P
% av TS													
RIV-1	Rivning	Hårdplast	0,065	0,112	0,039	0,345	<0,003	0,070	0,997	<0,003	0,070	0,024	0,017
RIV-1	Rivning	Mjukplast	0,040	0,200	0,020	0,050	<0,001	0,030	0,350	0,002	0,020	0,008	0,004
RIV-1	Rivning	Trä	0,038	0,196	0,040	0,053	0,009	0,043	0,522	0,009	0,216	0,038	0,005
RIV-1	Rivning	Övrigt	0,707	3,893	0,386	0,232	0,034	0,465	8,707	0,030	0,128	0,295	<0,05
RIV-1	Rivning	Papper	0,497	4,215	0,261	0,388	<0,01	0,555	2,047	0,015	0,170	0,203	0,025
RIV-2	Rivning	Hårdplast	0,034	0,214	0,043	0,292	<0,002	0,105	0,606	<0,002	0,013	0,010	<0,005
RIV-2	Rivning	Mjukplast	0,225	0,678	0,142	0,078	0,007	0,210	1,804	<0,005	0,066	0,052	0,020
RIV-2	Rivning	Trä	0,026	0,106	0,023	0,004	0,007	0,026	0,511	0,002	0,124	0,058	0,008
RIV-2	Rivning	Övrigt	0,676	0,931	0,110	0,051	<0,01	0,168	3,829	<0,01	0,134	0,066	0,018
RIV-3	Rivning	Hårdplast	0,097	1,412	0,166	0,234	<0,01	0,070	3,638	<0,008	0,045	0,171	<0,02
RIV-3	Rivning	Mjukplast	0,227	0,715	0,140	0,301	0,006	0,139	1,885	0,005	0,101	0,064	<0,01
RIV-3	Rivning	Trä	0,039	0,127	0,027	0,050	0,008	0,045	0,308	0,001	0,015	0,031	0,003
RIV-3	Rivning	Övrigt	0,621	1,365	0,247	0,168	0,011	0,205	3,101	0,007	0,188	0,070	<0,02
RIV-4	Rivning	Tak	0,606	7,144	0,397	0,044	0,011	0,135	1,527	<0,02	0,184	0,577	0,081
RIV-4	Rivning	Trä	0,079	0,589	0,142	0,008	0,016	0,045	0,382	0,007	0,081	0,121	0,010
RIV-4	Rivning	Övrigt	0,286	1,470	0,401	0,011	0,039	0,086	0,768	0,016	0,060	0,172	0,025

TS: Torrsubstans; lev. tillstånd

BILAGA F Intervjuade företag och organisationer

Avfallshantering

NOAH

Ragnsells

ROAF

SRV Återvinning

Stena Recycling

SUEZ Recycling

Återvinningsindustrierna

Bränslehandel

EFO

Bygg- och Rivning

Destroy RC

Riksbyggen

Skanska

Sveriges Byggindustrier

Swerock

Peab

Energiåtervinning

Borås energi och miljö

EON

Jönköping Energi

Mälarenergi

Stockholm Exergi

Sysav

Tekniska Verken, Linköping

Vattenfall

Umeå Energi

Öresundskraft

Kommuner

Kretslopp och vatten, Göteborg

VafabMiljö, Västerås