



UPPSALA
UNIVERSITET



UPTEC W 15017

Examensarbete 30 hp
Juni 2015

Beräkning av miljömässiga och ekonomiska konsekvenser vid källsortering av blandat byggavfall samt analys av redovisningsmetoder för byggavfallsstatistik

Elin Ahlström

Referat

I en värld där människan är det enda djur som lämnar efter sig avfall som inte kan brytas ned naturligt, är det viktigt att avfallet vi producerar tas om hand på bästa möjliga sätt. EU har därför tagit fram en prioriteringsordning för hur avfallet ska behandlas. Denna kallas avfallshierarkin och ska ligga till grund för medlemsländernas lagstiftning om avfallshantering. I Sverige kallas byggsektorn för den ”40-procentiga sektorn” vilket syftar på att 40 procent av Sveriges avfall genereras av denna sektor. Till år 2020 har EU som målsättning att 70 viktprocent av allt bygg- och rivningsavfall ska återvinnas eller återanvändas. För att presentera säkra siffror som visar ländernas utveckling mot EU:s mål måste avfallsstatistik tas fram på ett bättre sätt än vad som görs i dagsläget.

Detta examensarbete syftade till att beräkna de miljömässiga och ekonomiska konsekvenserna vid källsortering av blandat byggavfall samt analysera vilken av de tillgängliga metoderna för framtagning av byggavfallsstatistik som är lämpligast.

En screening av innehållet i det blandade avfallet vid ett renoveringsprojekt hos Telge Bostäder tillsammans med uppgifter om genererad avfallsmängd i ett tidigare genomfört renoveringsprojekt användes för att göra beräkningarna. Den befintliga hanteringen, där avfallet sorterades som blandat avfall, jämfördes sedan med ett hypotetiskt scenario där det vid screeningen identifierade innehållet (plast, trä och wellpapp) istället sorterades ut i separata fraktioner. Beräkningarna gjordes dels i ett av program (WAMPS) framtaget av Svenska miljöinstitutet (IVL) för beräkning av utsläpp från hantering av hushållsavfall och dels med egna beräkningar över koldioxidutsläpp. Kostnaden för att sortera ut avfallet bestämdes genom att använda Sorteras sortiment och prislista.

Resultatet från WAMPS var att utsläpp av 62 ton koldioxid kunde undvikas från avfallshanteringen genom att sortera ut innehållet i drygt 70 ton blandat byggavfall i separata fraktioner på byggarbetsplatsen. Motsvarande siffra vid egna beräkningar blev 95 ton. Container- och behandlingskostnaden för det sorterade avfallet var lägre än för det osorterade avfallet vilket medförde att den totala avfallskostnaden för drygt 70 ton blandat avfall hade kunnat sänkas med 63 000 kronor om avfallet hade källsorterats.

Analysen av redovisningsmetoder pekade på att det på kort sikt lämpligaste sättet att ta fram byggavfallsstatistik på, är att använda miljörapporter från avfallsbehandlingsföretagen som underlag för avfallsstatistik. Denna metod kräver ingen lagändring för att genomföras och utnyttjar ett redan befintligt rapporteringssystem.

Nyckelord: Avfallshierarki, byggavfall, miljö, WAMPS, koldioxid, kostnad, EU, byggsektor, redovisning, återvinning, återanvändning

*Institutionen för Energi och Teknik, Sveriges lantbruksuniversitet
Box 7032
SE-75007, Uppsala*

Abstract

In a world where mankind is the only creature that generates waste that cannot be naturally decomposed, it is of great importance that we correctly take care of the waste we produce. The EU has therefore developed a list of priority regarding methods of waste treatment. It is called the waste hierarchy and is supposed to form the basis for legislation on waste management. In Sweden the construction sector is called “the 40 percent sector” which refers to the fact that 40 percent of Sweden’s waste is generated by this sector. By 2020, the EU has set up a goal that 70 weight percent of all construction and demolition waste must be recycled or reused. In order to present secure statistics that show the member nations’ progresses toward the goal, the waste statistics must be produced in a better way than today.

This master thesis aimed to calculate the environmental and economic consequences with source sorting of the mixed construction waste and to determine the best available accounting method to produce construction waste statistics.

A screening of the content of the mixed waste at a renovation project at Telge Bostäder together with data over the generated waste quantity in a previously conducted renovation project, were used to make the calculations. The existing management, where the waste was sorted as mixed waste, was then compared with a hypothetical scenario where the content encountered during the screening (plastic, wood and cardboard) was sorted out separately instead. Calculations were then made partly in a program (WAMPS) developed by IVL to calculate the emissions from household waste management and partly with own calculations of carbon dioxide emissions. The cost of sorting out the waste was determined using Sortera’s catalog and price list.

The result of WAMPS was that emissions of 62 tons of carbon dioxide could be avoided from the waste management process by sorting about 71 tons of mixed construction waste at the construction site. The corresponding amount at own calculations was 95 tons. The cost of containers and cost of treatment of the sorted waste was lower than the costs for mixed waste, which meant that the total waste related cost of managing 71 tons of mixed waste would have been reduced by 63 000 Swedish crowns if the waste had been source sorted.

The analysis over accounting methods indicated that in the short term, the most appropriate way to produce construction waste statistics is to use environmental reports from the treating companies as a basis. This method does not require a change in the law to be implemented and utilizes an existing reporting system.

Keywords: Waste hierarchy, construction waste, environment, WAMPS, carbon dioxide, costs, EU, construction sector, accounting, recycle, reuse

*Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences
Box 7032
SE-75007, Uppsala*

Förord

Så var mina universitetsstudier snart över och kronan på verket blir detta examensarbete. Min tid i Uppsala kommer föralltid att ligga mig varmt om hjärtat tack vare alla människor jag stött på längs vägen under dessa år. Framförallt vill jag nämna mina två vapendragare Sanna och Isabel, utan vilka jag troligtvis aldrig hade avslutat denna utbildning som jag påbörjade för snart fem år sedan. Tack för alla skratt, allt svett och alla tårar, långa pluggtimmar och galna upptåg. "Some choose books..."

Jag vill också tacka min handledare Åsa Westberg på Byggnadsfysik vid WSP som fungerat som bollplank och motivationshöjare när arbetet gått trögt samt Håkan Nilsson på Byggnadsfysik vid WSP som släppte in mig på företaget och erbjöd mig ett examensarbete.

Vidare vill jag tacka min ämnesgranskare Björn Vinnerås på Institutionen för Energi och Teknik vid Sveriges Lantbruksuniversitet som inte bara har hjälpt mig under arbetets gång, men som också fick mig intresserad av avfall från första början i och med kursen "Avfallshantering". Jag vill också tacka Anna Nordlund vid Telge Bostäder som låtit mig ta del av verkliga byggprojekt, vilket har varit av stor betydelse för examensarbetet.

Inte att förglömma är det trevliga bemötandet som jag har fått vid telefonsamtal och mailkontakt med Kent Jansson på Swerecycling och Carl Jensen på IVL. Tack för ert engagemang i mitt examensarbete.

Trevlig läsning.

Elin Ahlström, Stockholm, Juni 2015

Copyright © Elin Ahlström och Institutionen för Energi och Teknik, Sveriges Lantbruksuniversitet
UPTEC W 15 017, ISSN 1401-5765 Publicerad digitalt vid Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet, Uppsala, 2015

Populärvetenskaplig sammanfattning

Det ekologiska fotavtrycket

Allt oftare i samhället tycks man stöta på begreppet ”hållbar utveckling”. Det är modernt, trendigt och i många fall även mycket konkurrenskraftigt för företag att kunna profilera sig som miljömedvetna och visa det arbete de bedriver för att bidra till den hållbara utvecklingen. En aspekt av hållbar utveckling är den ekologiska aspekten där målet är att minska det ”ekologiska fotavtrycket”. Detta fotavtryck utgörs de konkreta spår i miljön som den moderna människan lämnar efter sig. Visste du till exempel att kalhyggen i tropikerna kan vara ett resultat av dina fredagschips?

Människan är det enda djur som lämnar efter sig avfall som inte kan brytas ner naturligt på jorden, vilket definitivt kommer att lämna ett fotavtryck från oss i miljön. Avfall och hanteringen av avfall bidrar på många sätt till en negativ miljöpåverkan, så som förurning, övergödning och ökad växthuseffekt. Det i sig kanske inte säger dig så mycket, men tungmetaller i maten, grönslemmiga badstränder eller den klassiska bilden av isbjörnar som drunknar kan de flesta nog ta till sig. Visst gör sedan vissa miljökampar sin beskärda del när de duktigt sorterar mjölkpaketerna som pappersförpackning eller lämnar in Cola-flaskan i pantmaskinen. Men hur stor roll spelar detta när en annan sektor, byggsektorn, genererar 40 procent av Sveriges totala avfallsmängd och inte alls är lika duktiga på att sortera avfallet de producerar?

Länge har driftfasen utgjort den största delen av en byggnads totala miljöpåverkan under sin livstid. Men i takt med att byggnader har energieffektiviserats mycket de senaste åren har förhållandet förkjutits, varför istället byggprocessen står för 50 procent av byggnadens totala miljöpåverkan i dagsläget. I förhållande till andra länder i EU producerar Sverige dessutom mest byggavfall per anställd i byggbranschen och näst mest byggavfall per invånare. Därför behöver åtgärder vidtas tidigare uppströms i livskedjan, där avfallshantering är en del av det arbete som byggsektorn i Sverige måste se över för att närma sig ett hållbart byggande.

Morot och piska

Ett examensarbete genomfördes därför för att undersöka den eventuella miljövinsten i att källsortera det blandade byggavfallet redan på byggarbetsplatsen. Även den eventuella ekonomiska vinsten i att sortera det blandade byggavfallet mer noggrant beräknades. Detta gjordes med förhoppningen att resultatet skulle vara en morot för byggbranschen att se över sin avfallshantering.

En annan aspekt av examensarbetet var redovisning av byggavfallsstatistiken. EU införde som mål att 70 viktprocent av allt avfall från byggsektorn ska återvändas eller återvinnas till år 2020. För att kunna presentera Sveriges utveckling i frågan måste därför en väl underbyggd avfallsstatistik läggas fram. I dagsläget finns inget bra sätt att ta fram avfallsstatistiken på vilket gör att de värden som vi presenterar för EU är osäkra. Examensarbetet hade därför även fokus på att utvärdera vilka möjliga sätt som finns för att producera den efterfrågade statistiken och föreslå det lämpligaste alternativet.

Vad gjordes?

Utöver en omvärldsanalys där hemsidor uppsöktes, rapporter lästes och telefonsamtal ringdes, gjordes även beräkningar över kostnad för avfallshanteringen och utsläpp från avfallshanteringen av blandat byggavfall. Utifrån statistik och en screening, uppskattades vilken typ av avfall som fanns i de containrar som hade sorterats som ”blandat byggavfall” vid ett av Telge Bostäders renoveringsprojekt. Den genomförda sorteringen jämfördes sedan med ett föreslaget scenario där allt innehåll i det blandade avfallet istället källsorterades på byggarbetsplatsen.

Jämförelsen av miljöpåverkan gjordes sedan dels i ett program (WAMPS) framtaget av Svenska miljöinstitutet och dels med överslagsberäkningar över koldioxidutsläpp. Utifrån årsredovisningar från tre av Sveriges största byggföretag beräknades också det ekonomiska värdet i byggmaterial som blir avfall på årsbasis.

Sortera mera

Från årsredovisningarna plockades materialkostnaderna för år 2013 ut för NCC, Peab och JM. Baserat på att omkring 10 procent av byggmaterialet blir avfall uppgick inköpsvärdet av material som blev avfall till omkring en miljard kronor per år för NCC. Motsvarande siffra för Peab och JM var 900 respektive 100 miljoner kronor. Således finns stora summor pengar att spara om avfallsmängderna minskas.

Vid screeningen av Telge Bostäders renoveringsprojekt hittades tre typer av avfall i containrarna med blandat byggavfall. Dessa var plast, trä och kartong. Från beräkningarna framkom att kostnaden för att hantera avfallet hade kunnat sänkas med 63 000 kronor om avfallet hade källsorterats istället för att sorteras som blandat byggavfall. Det motsvarar en sänkning med 30 procent av de avfallsrelaterade kostnaderna.

Resultatet från WAMPS pekade på 62 ton mer utsläpp av koldioxid vid den befintliga sorteringen där avfallet sorterades som blandat byggavfall, vilket motsvarar utsläpp från 33 000 mils bilkörning på motorväg. Det är ungefär lika långt som att köra åtta varv runt jorden!



Byggavfall vid Kv. Trollet 4 i Järna.
Foto: Elin Ahlström

Vid överslagsberäkningar blev utsläppen från den befintliga avfallshanteringen (transport, sortering, förbränning och deponi) mer än 80 gånger större än vid den föreslagna källsorteringen och utsläpp av 15 ton koldioxid hade kunnat undvikas om avfallet hade källsorterats på byggarbetsplatsen. Utöver dessa 15 ton innebar den föreslagna metoden också att mer material kunde återvinnas istället för att förbrännas. Den ökade återvinningen kunde i sin tur ersätta utvinning av jungfruligt material, vilket sparade ytterligare 80 ton koldioxidutsläpp. Om detta resultat skalas upp på nationell nivå kan koldioxidutsläppen minska med 215 kton, vilket motsvarar en sänkning med

en halv procent av Sveriges totala koldioxidutsläpp under ett år, enbart genom att källsortera det blandade byggavfallet.

Sopgubben får ansvaret

Av de alternativ som fanns tillgängliga för att ta fram nationell avfallsstatistik på ansågs det vara mest lämpligt att använda avfallsbehandlingsanläggningarna som källa för statistiken. Valet av metod innebär troligtvis ingen minskning av mängden uppkommet avfall, men det utnyttjar ett befintligt rapporteringssystem och kräver ingen lagändring för att användas, vilket vissa andra alternativ gjorde. Lagändringar tar tid och med fem år kvar tills målet ska vara uppfyllt krävs en snabbare metod. Dessutom kommer statistiken från den mest sakkunniga källan, det vill säga de som arbetar med avfall varför siffrorna är säkrare än vid flera av de studerade alternativen.

Summan av kardemumman

Allt som allt sparar byggföretagen ett par slantar genom att vara noggrannare med sin källsortering av blandat byggavfall. Dessutom vinner samhället mycket ur miljösynpunkt. I ett samhälle där grönt är på tapeten är det också rimligt att anta att högre krav kommer att ställas på byggsektorn inom kort. Så oavsett hur stor eller liten den ekonomiska vinsten är måste byggföretagen troligtvis se över sin avfallshantering ändå. Om inte bara för sin egen överlevnad på den allt grönare marknaden, så också för att dra sitt strå till stacken och minska det ekologiska fotavtrycket.

1.	INLEDNING	1
1.1	PROBLEMSYNTES.....	2
1.2	SYFTE	2
1.3	FRÅGESTÄLLNINGAR.....	3
1.4	MÅL.....	3
1.5	STUDIEOBJEKT	3
1.6	TIDSRAM OCH AVGRÄNSNINGAR	3
1.7	MÅLGRUPP	4
1.8	DISPOSITION.....	4
2.	TEORI	5
2.1	AVFALL I EU.....	5
2.2	EU:S AVFALLSHIERARKI	6
2.3	LAGAR OCH REGLER OM AVFALL I SVERIGE	7
2.4	AVFALL FRÅN BYGGSEKTORN	8
2.4.1	Avfallsflöden och avfallsmängder i byggsektorn.....	8
2.4.2	Uppföljning av EU:s mål	8
2.4.3	Sveriges position i EU	9
2.5	BYGGBRANSCHEN	13
2.6	BEHANDLINGSMETODER FÖR AVFALL.....	14
2.7	MILJÖPÅVERKAN FRÅN AVFALL.....	15
2.8	KOSTNAD FÖR AVFALL	16
2.9	REDOVISNINGSMETODER FÖR BYGGAVFALLSSTATISTIK	17
3.	MATERIAL OCH METOD	20
3.1	BYGGMATERIAL SOM BLIR AVFALL	20
3.1.1	Beräkning av andel material som blir avfall	20
3.2	KOSTNAD FÖR MATERIAL SOM BLIR AVFALL	21
3.2.1	Beräkning av kostnad för material som blir avfall	22
3.3	INNEHÅLL I BLANDAT BYGGAVFALL	22
3.3.1	Innehåll i blandat byggavfall vid Västra Blombacka.....	23
3.4	SORTERINGSALTERNATIV FÖR BLANDAT BYGGAVFALL	25
3.4.1	Val av sorteringsalternativ vid Västra Blombacka	25
3.5	UTSLÄPPSBERÄKNINGAR MED WAMPS	29

3.5.1	Beräkning av utsläpp vid Västra Blombacka med WAMPS.....	30
3.6	ÖVERSLAGSRÄKNING AV KOLDIOXIDUTSLÄPP	32
3.6.1	Beräkning av koldioxidutsläpp vid Västra Blombacka	33
4.	RESULTAT	36
4.1	MATERIAL SOM BLIR AVFALL	36
4.1.1	Andel byggavfall	36
4.1.2	Materialkostnad för avfall	36
4.2	INNEHÅLL I BLANDAT BYGGAVFALL	37
4.3	SORTERINGSALTERNATIV VID VÄSTRA BLOMBACKA	38
4.3.1	Behandlingskostnad för avfall.....	39
4.4	UTSLÄPP ENLIGT WAMPS.....	40
4.5	ÖVERSLAGSRÄKNING AV KOLDIOXIDUTSLÄPP	42
5.	DISKUSSION.....	43
5.1	MILJÖVINSTER.....	43
5.2	EKONOMISKA VINSTER	44
5.3	ÅTERANVÄNDA BYGGAVFALL.....	46
5.3.1	Återanvändning i samhället.....	47
5.3.2	Station för inlämning för återbruk	47
5.3.3	Återlämning till leverantören	48
5.3.4	Logistikcenter	49
5.3.5	Rivningsanpassade byggkomponenter.....	49
5.4	REDOVISNINGSMETODER FÖR BYGGAVFALL	50
5.4.1	Bygg och rivningsföretag alternativ 1	50
5.4.2	Bygg och rivningsföretag alternativ 2	51
5.4.3	Avfallstransportörer	51
5.4.4	Avfallsbehandlingsföretag och miljörapporter från avfallsbehandlingsföretag.....	52
5.4.5	Avfallsfaktorer.....	53
5.4.6	Detaljstudie.....	53
5.4.7	Val av redovisningsmetod.....	54
5.4.8	Hypotetisk redovisningsmetod	55
6.	FELKÄLLOR OCH OSÄKERHETER	56
6.1	MATERIAL SOM BLIR AVFALL	56
6.2	BYGGAVFALL VÄSTRA BLOMBACKA	56

6.3	SORTERINGSALTERNATIV	57
6.4	WAMPS SOM BERÄKNINGSVERKTYG.....	58
6.5	ÖVERSLAGSRÄKNING AV KOLDIOXIDUTSLÄPP	59
7.	SLUTSATSER.....	60

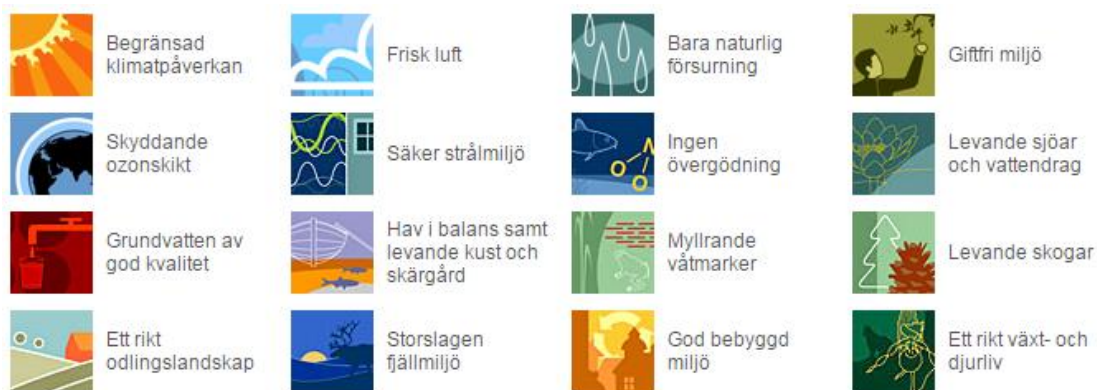
1. INLEDNING

Begreppet hållbar utveckling har använts flitigt de senaste decennierna och omfattas av tre kategorier av hållbarhet: social-, ekologisk- samt ekonomisk hållbarhet. Begreppet syftar till ett idealt läge där utnyttjande av jordens resurser görs utan att äventyra ekosystem eller riskera att framtida generationers behov inte kan tillgodoses (World Commission on Environment and Development, 1987).

Inom byggsektorn innebär hållbarhet bland annat energieffektivisering av byggnader och användande av miljövänliga material. I och med att driftfasen har energieffektiviserats mycket de senaste åren, utgör själva byggprocessen i dagsläget 50 procent av den totala klimatpåverkan under byggnadens livstid (Westlund m.fl., 2015). Därför har även åtgärder för att minska klimatpåverkan uppströms i livskedjan börjat diskuteras mer, där avfallshantering är en viktig faktor.

Avfall och dess hantering kan till exempel leda till utsläpp av växthusgaser, förorening, övergödning samt läckage av tungmetaller, xenobiotiska¹ substanser och andra ämnen (Sundqvist och Palm, 2010).

Vikten av att omhänderta avfallet på rätt sätt är därför stor och god avfallshantering krävs för att bidra till att uppfylla flera av Sveriges 16 miljö kvalitetsmål (Figur 1), i synnerhet målet om en giftfri miljö, en god bebyggd miljö samt målet om begränsad klimatpåverkan. Dessa mål har antagits av Riksdagen.



Figur 1. De 16 miljö kvalitetsmålen. (Publicerad med tillstånd av miljö mål.se, Bild: Tobias Flygar)

Enligt Fickler (2013) kan det antas att en produkt som tillverkas står i skuld till det ekologiska systemet, bland annat genom de resurser som produkten tar i anspråk. Denna skuld blir sedan mindre ju längre livstid produkten har. Vid uppkomsten av en produkt bör denna därför återanvändas i största möjliga mån innan den klassas som avfall. Först därefter ska materialåtervinning följt av annan återvinning, till exempel

¹ Kroppsfrämmande ämnen, ofta läkemedel, droger eller miljögifter (The free dictionary, 2015)

energiåtervinning, prioriteras framför deponi. Det är denna prioriteringsordning som kallas EU:s avfallshierarki.

Byggavfall är en av de avfallsfraktioner som genererar mest utsläpp i Sverige vid beräkning av det samlade utsläppet av växthusgaser från utvinning, produktion och avfallshantering (Lindström, 2014). Lindström menar också att det finns stor potential i att minska miljöpåverkan från byggavfallet enbart genom att sortera avfallet bättre, i synnerhet det blandade avfallet som innehåller mycket plast.

Byggsektorn kallas i dagsläget för den ”40 procentiga sektorn” och syftar till att 40 procent av allt avfall samt 40 procent av alla farliga ämnen i avfall genereras i denna sektor (Naturvårdsverket, 2014a). Detta i kombination med EU:s mål om 70 viktprocent återvinning och återanvändning i byggsektorn till år 2020 (Avfallsdirektiv 2008/98/EG, 2008) och det faktum att byggsektorn genererar mest avfall i Sverige om man bortser från gruvsektorn, borde vara ett incitament till att belysa problemet i större utsträckning än det görs idag.

Ett bättre avfallsscenario stämmer inte bara överens med Sveriges vision om ett hållbart samhälle. Kostnaden för byggavfall är också direkt relaterad till materialkostnaden. Materialkostnaden i sin tur står för 50 procent av produktionskostnaden i ett byggprojekt (Olsson och Dahlberg, 2006). Därför finns det även ett ekonomiskt intresse hos entreprenörerna att minska mängden material som blir avfall.

Kontroll och framtagning av byggavfallsstatistik är i dagsläget bristfällig hos många företag i byggsektorn och potential till förbättring finns (Naturvårdsverket, 2014a). Bättre och säkrare avfallstatistik är dessutom ett måste för att kunna följa upp utvecklingen mot EU:s mål, vilket enligt Avfallsdirektivet ska rapporteras in av medlemsländerna vartannat år (Sundqvist m.fl., 2013).

1.1 PROBLEMSYNTES

Inom byggsektorn har nedanstående problem identifierats:

- I dagsläget genereras stora mängder byggavfall i Sverige som inte alltid sorteras på bästa sätt
- Avfall och dess hantering leder till miljöpåverkan (försurning, övergödning, klimatpåverkan, utsläpp av tungmetaller etc.)
- Byggavfall medför ekonomiska kostnader för byggentreprenörerna
- Avfallsstatistiken måste bli bättre och säkrare för att kunna följa Sveriges utveckling mot EU:s mål om återvinning och återanvändning i byggsektorn

Dessa parametrar ligger till grund för studiens syfte och frågeställningar.

1.2 SYFTE

Syftet är att utvärdera konsekvenserna vid källsortering av blandat byggavfall, föreslå åtgärder för högre grad av återanvändning av byggavfall samt bestämma den mest lämpliga redovisningsmetoden för byggavfallsstatistik.

1.3 FRÅGESTÄLLNINGAR

Under genomförandet beaktas följande frågor:

- Kan miljömässiga vinster göras vid källsortering av blandat byggavfall?
- Kan ekonomiska vinster göras vid källsortering av blandat byggavfall?
- Hur kan byggavfall återanvändas för att bättre följa EU:s avfallshierarki och uppfylla EU:s mål?
- Hur bör statistik om avfall från byggsektorn framställas för att underlätta kontroll och rapportering av avfallsstatistiken på nationell nivå?

1.4 MÅL

Målet är dels att beräkna eventuella miljömässiga samt ekonomiska vinster vid källsortering av det blandade byggavfallet och dels identifiera den mest lämpliga redovisningsmetoden. Detta ska göras med förhoppningen att resultatet kan användas som ett incitament till att i högre grad följa EU:s avfallshierarki inom byggsektorn och för att man i framtiden ska kunna följa utvecklingen mot EU:s mål bättre.

1.5 STUDIEOBJEKT

Telge Bostäder är ett dotterbolag till Telge AB som ägs av Södertälje kommun. Telge Bostäder är Södertäljes största bostadsföretag och äger omkring 9 500 bostäder (Telge Bostäder, 2015).

Byggavfallet från ett renoveringsprojekt vid Västra Blombacka vid kvarteret Skoveln i Södertälje ska undersökas. Bostadsområdet ägs och förvaltas Telge Bostäder och renoveringen genomfördes av Metrolit Byggnads AB. Entreprenören utför om- och tillbyggnationer och är koncentrerade till Stockholm och Mälardalen (Metrolit Byggnads AB, 2015a).

Renoveringsprojektet påbörjades i september 2012 och färdigställdes i årsskiftet 2013-2014 (Byström, 2013). Projektet omfattade adresserna Getingstigen 1-11 samt 2-16 och innebar renovering i 90 lägenheter och 14 trapphus (Metrolit Byggnads AB, 2015b). I renoveringen genomfördes bland annat stambyten, fasadrenovering samt byte av dörrar och fönster i gemensamma utrymmen (Metrolit Byggnads AB, 2015b).

Eftersom Telge Bostäder utför sina bygg- och rivningsprojekt som totalentreprenader finns de flesta uppgifter hos entreprenören, i detta fall Metrolit Byggnads AB. All efterfrågad data om studieobjektet kunde dock inte erhållas från Metrolit Byggnads AB. Som komplement undersöks därför avfallet även vid ett av Telge Bostäders pågående renoveringsprojekt; Kv. Trollet 4 i Järna som genomfördes av Byggnadsfirma G Insulander.

1.6 TIDSRAM OCH AVGRÄNSNINGAR

Arbetet genomförs under 20 veckor och skrivs till största delen vid WSP:s kontor i Stockholm. Det i tiden begränsande arbetet innebär att endast ett tidigare genomfört byggprojekt kan utvärderas.

Oftast talas det om bygg- och anläggningssektorn som en sektor. Här behandlas enbart avfall från produktion, renovering och rivning av byggnader. En annan avgränsning är att farligt avfall från byggsektorn utesluts.

1.7 MÅLGRUPP

En av målgrupperna är Telge Bostäder. Förhoppningen är att de i kommande projekt redan i projekteringsfasen kan planera för bättre avfallshantering.

En annan målgrupp är WSP som även är uppdragsgivare. WSP kan öka sin kunnskap kring byggavfall och följderna av olika avfallshanteringsmetoder. Eftersom WSP arbetar med avfallsfrågor i byggprojekt, utför rivningsinventeringar och miljöcertifieringar är det av stor vikt för dem att få fördjupad kunskap inom området.

En tredje målgrupp är byggsektorn som helhet. Eftersom eventuella ekonomiska och miljömässiga vinster beräknas på projekt- eller företagsnivå är det troligt att även fler byggherrar och byggtreprenörer utöver Telge Bostäder vill ta del av resultatet.

1.8 DISPOSITION

Rapporten är uppbyggd enligt följande:

- 1. Inledning – innehåller utöver bakgrund och problemsyntes även syfte och frågeställningar samt de avgränsningar som gjorts i examensarbetet
- 2. Teori – behandlar den teoretiska bakgrunden som ligger till grund för arbetets genomförande och som behövs för att kunna besvara frågeställningarna i kapitel 1
- 3. Material och metod – består bland annat av de antaganden och beräkningar som gjorts för att kvantifiera de eventuella fördelarna vid källsortering av blandat byggavfall
- 4. Resultat – innehåller resultaten från beräkningarna under kapitel 4
- 5. Diskussion – omfattas av diskussioner baserade på dels resultaten i kapitel 5 och dels utifrån frågeställningarna i kapitel 1
- 6. Felkällor och osäkerheter – avsnittet redogör för de osäkerheter som påverkar validiteten i de erhållna resultaten
- 7. Slutsats – ger en sammanfattande konklusion av examensarbetets frågeställningar och resultat

2. TEORI

2.1 AVFALL I EU

Det har länge funnits en tydlig koppling mellan den ekonomiska tillväxten och konsumtionen i ett samhälle. Det finns i sin tur sedan även ett samband mellan konsumtion och avfallsmängd, där avfallsmängderna i ett samhälle ökar i takt med att konsumtionen ökar (Naturvårdsverket, 2012). Mellan 2002 och 2012 ökade den totala konsumtionen i svenska hushåll med 25 procent (Roos, 2013), varför även avfallsmängderna har ökat. Om inga preventiva åtgärder vidtas, pekar de scenarioberäkningar som har gjorts på att avfallsmängderna i Sverige kan fördubblas till år 2030 (Naturvårdsverket, 2012), trots att visionen är att minska mängden uppkommet avfall.

Europeiska unionen upprättade år 2008 ett rättsligt ramverk, *Avfallsdirektiv 2008/98/EG*, hädanefter kallat *avfallsdirektivet*. Direktivet ersatte tre gamla direktiv: ramdirektivet (2006/12/EG) om avfall, direktiv (91/689/EEG) om farligt avfall och direktiv (75/439) om spillolja (Naturvårdsverket, 2014b). Detta gjordes i ett försök att bryta kopplingen mellan konsumtion och ökad avfallsmängd (Naturvårdsverket, 2012).

Direktivet infördes i svensk lagstiftning år 2011 och innehåller följande delar (Naturvårdsverket, 2014b):

- Omfattning av direktivet samt definitioner, främst förtydligade av tidigare definitioner i andra direktiv
- Avfallshierarkin
- Hantering av avfall inklusive planering och tillstånd
- Krav om inspektioner, översyn och rapportering till myndighet

I artikel 10 i avfallsdirektivet står det skrivet att avfall ska samlas in separat och inte blandas med andra avfallsslag i de fall detta är ekonomiskt, tekniskt och miljömässigt genomförbart. Senast 2015 ska medlemsstaterna i EU minst ordna för sortering av papper, glas, plast samt metall. Detta ska göras för att förbättra och effektivisera återvinningen.

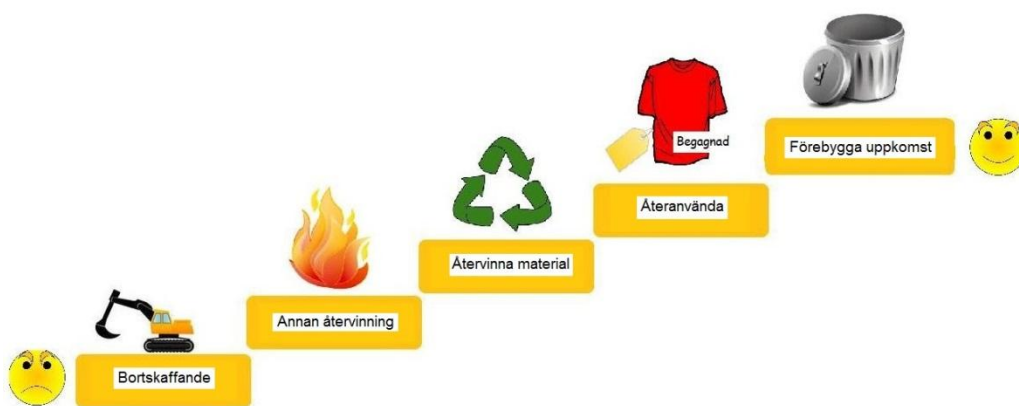
För att EU ska få hög resurseffektivitet fastställs också ett antal mål i avfallsdirektivet, där medlemsstaterna ska vidta nödvändiga åtgärder för att uppnå målen. Åtgärderna ska vidtas utan att utgöra en risk för vatten, luft, mark, växter eller djur och utan att medföra olägenheter genom lukt och buller (Avfallsdirektiv 2008/98/EG, 2008). Ett av målen är att återanvändning, materialåtervinning samt annan återvinning av icke-farligt bygg- och rivningsavfall ska öka till minst 70 viktprocent innan år 2020.

För att kontrollera huruvida medlemsstaterna har uppnått målen eller ej, ska dessa rapportera till EU:s kommission vartannat år (Avfallsdirektiv 2008/98/EG, 2008).

2.2 EU:S AVFALLSHIERARKI

I artikel 4 i avfallsdirektivet klassificeras olika avfallshanteringsmetoder i den så kallade avfallshierarkin (Figur 2). Avfallshierarkin syftar till att rangordna avfallshanteringsmetoder för ett system som genererar avfall. Den är inte tänkt att i sig själv fungera som ett regelverk, utan snarare som en prioriteringsordning vid lagstiftning om avfallshantering (Naturvårdsverket, 2014b).

Ett system som genererar avfall ska eftersträva att, i den mån det är möjligt tillika rimligt, använda hanteringsmetoder av högre rang framför de med lägre. Undantag från avfallshierarkin får göras om ett livscykel tänkande indikerar att en avfallshanteringsmetod av lägre rang genererar bäst resultat för miljön som helhet eller om miljönyttan inte står i proportion till kostnaden eller genomförbarheten (Avfallsdirektiv 2008/98/EG, 2008).



Figur 2. Illustration över EU:s avfallshierarki. (Bild: Elin Ahlström)

I artikel 3 i avfallsdirektivet definieras en förebyggande åtgärd som en åtgärd som vidtas innan ett ämne, ett material eller en produkt har blivit avfall. Detta innebär på sikt en minskning av mängden avfall, en minskning av den negativa påverkan på miljö och människans hälsa på grund av avfall samt en minskning av innehållet av skadliga ämnen i material och produkter (Avfallsdirektiv 2008/98/EG, 2008).

Att genom förbränning och materialåtervinning minska mängden avfall som läggs på deponi, är *inte* ett exempel på en förebyggande åtgärd. Däremot kan en förebyggande åtgärd innebära att materialet eller produkten förslagsvis har en längre livslängd eller går att återanvända (Avfallsdirektiv 2008/98/EG, 2008).

Återanvändande definieras i artikel 3 i avfallsdirektivet som ”*varje förfarande som innebär att produkter eller komponenter som inte är avfall återanvänds i samma syfte för vilket de ursprungligen var avsedda*”. Funktionen eller utseendet hos produkten eller komponenten vid återanvändning ska därför vara densamma som innan (Avfall Sverige, 2014). Exempel på detta är återanvändning av utrivna toalettstolar och användande av begagnade takpannor vid nybyggnation.

Avfallsdirektivet skiljer på återvinning beroende på om det handlar om materialåtervinning eller annan återvinning. Återvinning i sig definieras som en avfallshanteringsmetod där avfallet kan användas för att ersätta något som annars hade behövt framställas och användas för ett visst syfte (Avfallsdirektiv 2008/98/EG, 2008).

Materialåtervinning innebär således att materialet i avfallet sorteras ut och kan användas i samma eller andra syften som tidigare, vilket medför att en mindre mängd jungfruligt material behöver utvinnas och användas i produkten. Att utvinna energi genom till exempel förbränning av avfallet är ett sätt att istället återvinna energin och inte själva materialet. Återvinning omfattar också en åtgärd som syftar till att förbereda avfallet för återanvändning (Avfall Sverige, 2014), till exempel tvätta gamla toalettstolar.

Till bortskaffande av avfall hör alla förfaranden som inte utgör något av ovanstående, även om metoden sekundärt kan leda till utvinning av energi eller regenerering av till exempel näringsämnen (Avfallsdirektiv 2008/98/EG, 2008). Med detta menas till exempel den metangas som kan utvinnas från deponier. Bortskaffande innebär ofta deponering på eller under markytan och utsläpp till vatten och hav (Avfallsförordning, 2011).

2.3 LAGAR OCH REGLER OM AVFALL I SVERIGE

I avfallsdirektivet framgår att medlemsstaterna senast den 12:e december 2013 skulle ha upprättat ett avfallsförebyggande program. Sveriges svar på detta blev förutom ett nationellt avfallsprogram även ett nytt kapitel i Miljöbalken samt en ny avfallsförordning (2011:927).

I avfallsprogrammet är inriktningsmålet att förebygga uppkomsten av avfall oavsett hur den ekonomiska utvecklingen ser ut. Detta innebär en så kallad absolut frikoppling mellan resursanvändning, ekonomisk tillväxt och miljöpåverkan (Naturvårdsverket, 2013a). Trots att målet är att förebygga avfallets uppkomst pekar dock trenden på att avfallsmängderna i Sverige kommer öka i de fyra prioriterade områdena; matavfall, textilavfall, elektronikavfall samt bygg- och rivningsavfall.

Både Miljöbalkens mål och tillämpningsområde samt dess kapitel om allmänna hänsynsregler påverkar hur avfallshanteringen i Sverige bör gå till. Detta eftersom målet bland annat är att främja en hållbar utveckling för att kunna garantera en god miljö till kommande generationer. Samtidigt säger hänsynsreglerna att verksamheter är skyldiga att vidta åtgärder för att hushålla med råvaror och energi samt utnyttja återanvändning och återvinning (Miljöbalk, 1998).

I avfallsförordningen fastställs bland annat att den verksamhet som bedriver återvinning och är tillstånds- eller anmälningspliktig enligt miljöprövningsförordningen (2013:251) omfattas av ett rapporteringskrav som inkluderar bygg- och rivningsavfall.

Med hjälp av avfallsförordningens avfallskoder (EWC-kod) ska följande antecknas i kronologisk ordning (Avfallsförordning, 2011):

- Avfallets ursprung
- Metoder som används vid avfallshanteringen
- Mängden avfall som återvinns eller bortskaffas årligen
- Var avfallet lämnas när det återvinns eller bortskaffas

Informationen i dessa anteckningar ska finnas tillgängliga i tre år (Avfallsförordning, 2011).

2.4 AVFALL FRÅN BYGGSEKTORN

Efter gruvsektorn är byggsektorn den sektor som genererar mest avfall i Sverige (Avfall Sverige, 2014). Under år 2012 genererades 7,7 miljoner ton avfall från byggsektorn i Sverige, varav omkring 6,8 miljoner utgjordes av icke farligt avfall (SMED, 2014).

2.4.1 Avfallsflöden och avfallsmängder i byggsektorn

I Tabell 1 presenteras avfallsflödena för icke farligt avfall från bygg- och anläggningssektorn 2012.

Tabell 1. Avfallsflöden inom bygg- och anläggningssektorn i Sverige 2012 (SMED, 2014)

Avfallshantering	Mängd icke farligt avfall [ton]	Del av total icke farlig avfallsmängd från sektorn [%]	Dominerande avfallstyp
Utsläpp till vatten eller mark-behandling	2 050 000	30	Muddermassor
Materialåtervinning	200 000	3	Metall
Förbränning	340 000	5	Trä
Konstruktion, sluttäckning och återfyllnad av deponier	2 900 000	43	Jord
Deponering	1 260 000	19	Jord
Obestämd behandling	<1000	-	Odefinierat
Totalt	6 751 000	-	-

Mängden i tabellen anges i ton icke farligt avfall och har beräknats som skillnaden mellan total avfallsmängd och mängd farligt avfall 2012. Andelen har beräknats som kvoten mellan mängd icke farligt avfall och total mängd icke farligt avfall. Den dominerande avfallstypen gäller för den totala mängden avfall från sektorn, det vill säga både icke farligt och farligt avfall. Värdena är hämtade från SMED (2014).

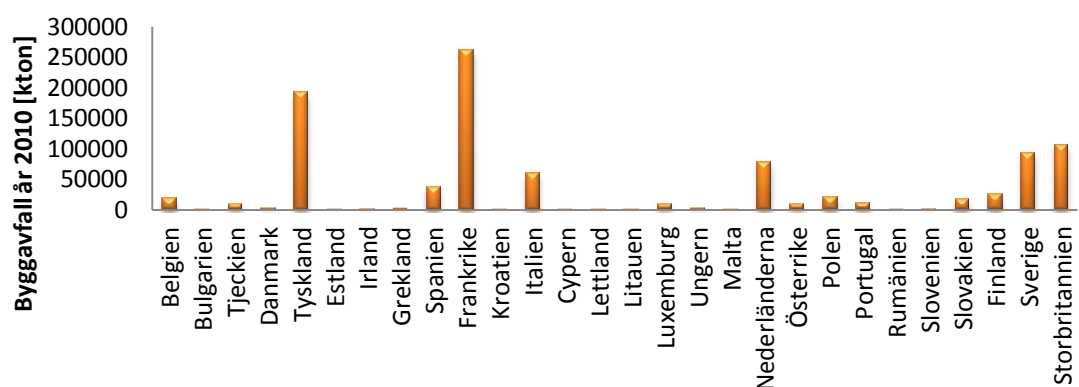
2.4.2 Uppföljning av EU:s mål

År 2014 genomfördes en uppföljning för att fastställa läget i Sverige gällande målet i avfallsdirektivet om 70 viktprocent återanvändning och återvinning i byggsektorn. En återvinningsgrad på 60 viktprocent från 2010 års statistik konstaterades (SMED, 2014). Detta skiljer sig dock mycket från de tre procent materialåtervinning år 2012 som

återfinns i Tabell 1. Om konstruktion och sluttäckning klassificeras som återanvändning av mudder- och jordmassor uppgår siffran dock till 46 procent. Enligt en rapport från Naturvårdsverket pekade beräkningarna på att 49,9 procent återvanns eller återanvändes år 2012 om asfaltåtervinning uteslöts (Palm m.fl., 2015). Detta stämmer bättre överens med uppgifterna från Tabell 1.

2.4.3 Sveriges position i EU

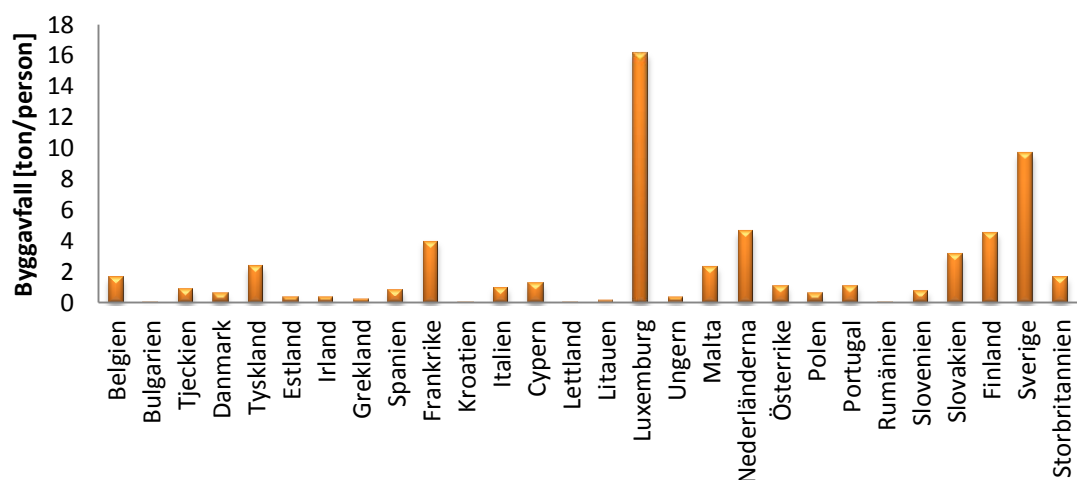
Sverige genererade år 2010 drygt 9 miljoner ton byggavfall (Eurostat, 2015a). Jämfört med mängden byggavfall som andra medlemsländer genererade samma år placerade detta Sverige på en fjärde plats, där Frankrike, Tyskland och Storbritannien var de länder som genererade större mängd byggavfall (Figur 3). Totalt sett hamnade Sverige på en femteplats om alla avfallsflöden tas i beaktning (Eurostat, 2015a).



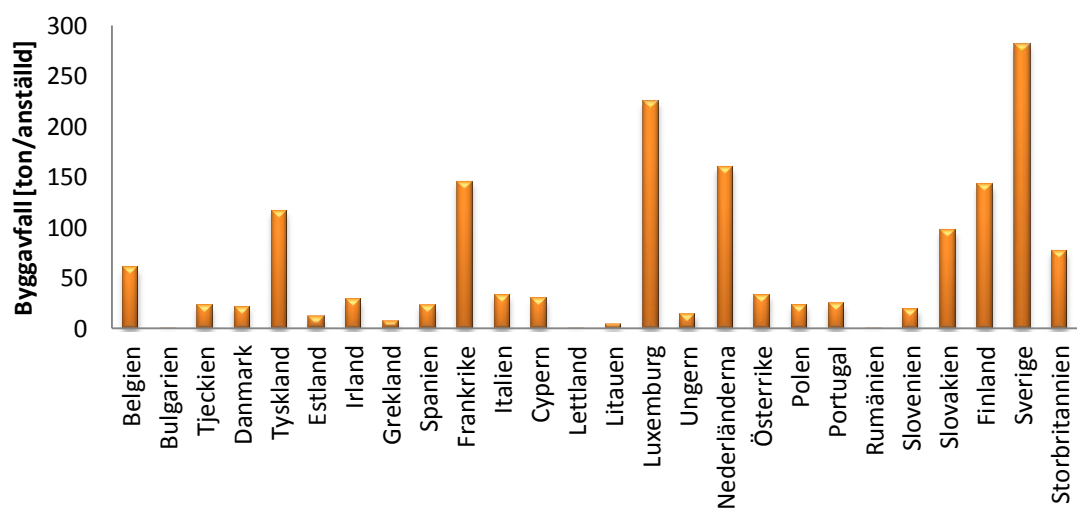
Figur 3. Mängd byggavfall på nationell nivå i EU. Siffrorna är hämtade från Eurostat (2015a).

Mängden byggavfall i sig är svårt att använda som utgångspunkt i jämförelse då ingen hänsyn tas till landets förutsättningar i övrigt. För att få en klarare bild av Sveriges position i EU har därför mängden byggavfall relaterats till antalet invånare i landet, antal anställda i byggbranschen samt landets investeringskostnader i byggsektorn (Appendix A, Tabell A1).

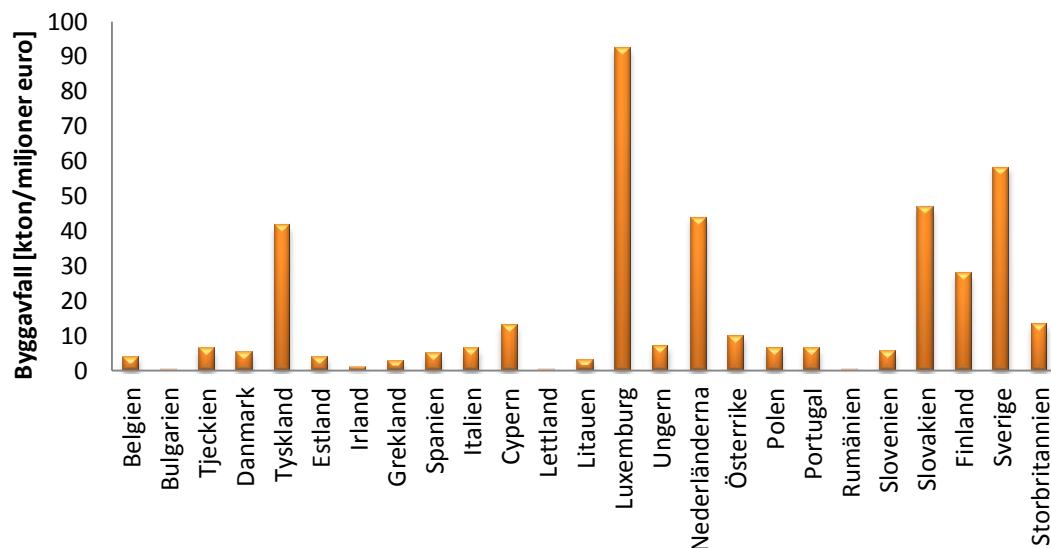
Mängden byggavfall år 2010 dividerades därför med antal invånare (Figur 4), antal anställda i byggbranschen (Figur 5) samt investeringskostnaderna i byggsektorn (Figur 6) för att bedöma Sveriges position i EU.



Figur 4. Mängd byggavfall per person år 2010. Antalet invånare är hämtat från Europeiska unionens officiella tidning (2014).



Figur 5. Mängd byggavfall per anställd i byggbranschen år 2010. Antalet anställda i byggsektorn är hämtat från Eurostat (2015b).



Figur 6. Mängd byggavfall per miljoner euro investerade i byggsektorn år 2010. Investeringskostnaderna är hämtade från Eurostat (2015b).

Sverige är således ett av de länder som genererar störst mängd byggavfall i EU oavsett om mängden relateras till antalet invånare, antalet anställda i byggbranschen eller investeringskostnaderna i byggsektorn. Relaterat till antalet anställda i byggbranschen är Sverige sämst i EU då Sverige producerar störst mängd avfall per anställd och år. Dock framgår det inte i analysen av Eurostat (2015b) om utländska arbetare räknas in i antalet anställda. Enligt en enkätundersökning genomförd av LO kan det röra sig om upp emot 20 000 utländska byggarbetare i Sverige (Spängs och Olsson, 2014). Vad beträffar mängden avfall per invånare och investeringskostnader i byggsektorn är Sverige näst sämst i EU där enbart Luxemburg genererar mer byggavfall. Malta har minst antal invånare i EU, följt av Luxemburg (Appendix A, Tabell A1). Trots att det skiljer endast 100 000 i antal invånare mellan länderna, producerar Luxemburg nästan sex gånger mer byggavfall per invånare. Samtidigt var Luxemburgs BNP per capita högst i EU år 2013 (Eurostat, 2014) och omkring tre gånger högre än Maltas. Sverige har nästan 20 gånger fler invånare än Luxemburg, men producerar enbart hälften så mycket byggavfall per invånare. Vidare är Sveriges BNP per capita hälften av Luxemburgs.

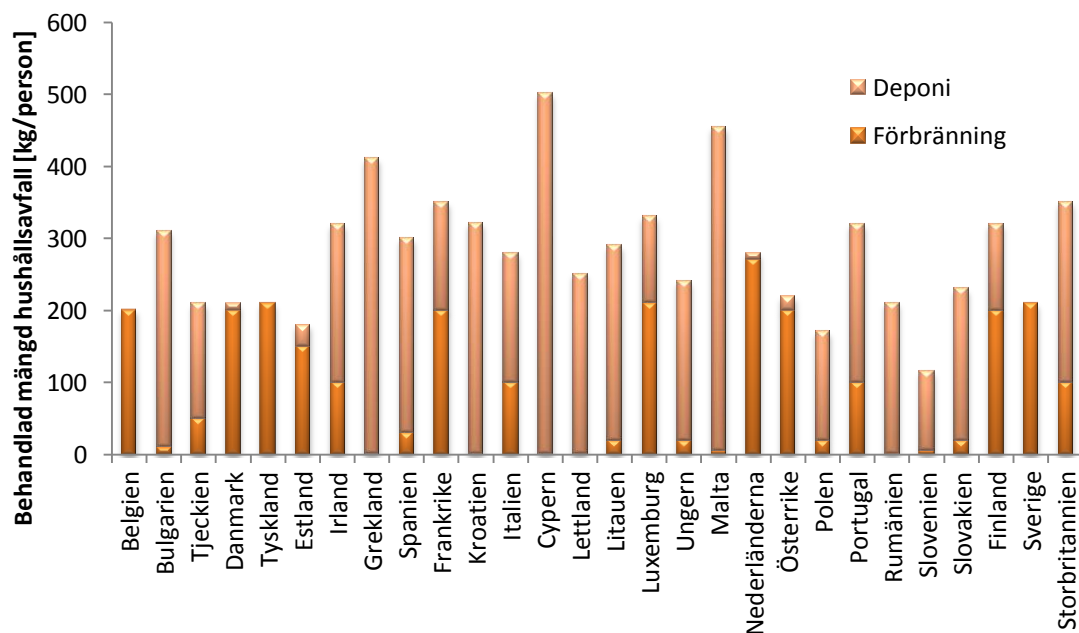
Således tycks högt BNP per capita medföra mer byggavfall per invånare i ett land. Detta kan vara ett tecken på landets välfärd, där ett land med högt BNP per capita troligtvis investerar i fler faciliteter, exempelvis köpcentrum, till landets invånare än vad länder med lägre BNP per capita gör. Detta kan vara en anledning till att Luxemburg har mer byggavfall per invånare än Sverige och att länder med högt BNP per capita (Luxemburg, Sverige, Finland och Nederländerna) överlag producerar mer byggavfall per invånare än i övriga EU.

Finland producerar däremot omkring hälften så mycket byggavfall per invånare som Sverige, samtidigt som Sveriges BNP per capita enbart är 12 procent högre än Finlands. Finland producerar dessutom hälften så mycket byggavfall som Sverige per anställd och

per miljoner investerade euro i byggsektorn, trots att ländernas klimat och förutsättningar i övrigt är liknande. Därför bör Finlands hantering av byggavfall undersökas vidare i framtida studier om byggavfall.

I en rapport av Symonds Group (1999) framtagen åt Europeiska kommissionen presenteras andelen återvunnet eller återanvänt byggavfall samt andelen deponerat eller förbränt byggavfall i ett antal medlemsländer. Enligt rapporten återanvände eller återvann Sverige 21 procent byggavfall, medan resterande 79 procent förbrändes eller lades på deponi. Detta placerade Sverige på en sjundeplats av de 15 medlemsländer som presenterades. Genomsnittet av återvinning och återanvändning av den totala avfallsmängden i de 15 presenterade länderna var 28 procent. Denna siffra beror bland annat till stor del på Tyskland som genererade en tredjedel av allt byggavfall i EU men som enbart återvann eller återanvände 17 procent (Symonds Group, 1999).

Rapporten av Symonds Group är från år 1999. Senare siffror visar dock att Sverige återvinner omkring 50 procent av byggavfallet (Palm m.fl., 2015). Det är även rimligt att anta att en liknande utveckling skett i övriga medlemsländer, särskilt i och med målet om 70 viktprocent återvinning och återanvändning. I sådant fall kan slutsatsen dras att Sverige producerar mycket byggavfall jämfört med andra länder i övriga EU samtidigt som avfallet inte nödvändigtvis återvinns i större utsträckning. Dock är det troligt att kvoten mellan mängden avfall som förbränns och mängden som läggs på deponi är högre i Sverige om hänsyn tas till hur fördelningen ser ut gällande hushållsavfall (Figur 7). Flertalet länder i EU bedriver inte förbränning av avfall som behandlingsmetod. Eftersom förbränning av avfall är bättre än deponi enligt EU:s avfallshierarki behandlar Sverige sitt byggavfall bättre jämfört med en stor del av övriga EU.



Figur 7. Förhållande mellan förbränning och deponi av hushållsavfall. Uppgifterna är baserade på statistik från Sopor.nu (2015a).

2.5 BYGGBRANSCHEN

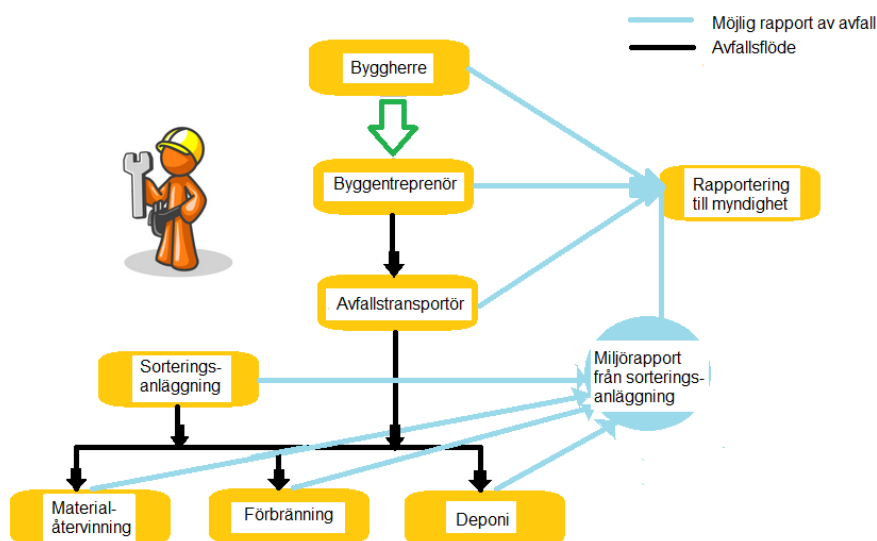
Byggbranschen består av ett flertal aktörer som i högre eller mindre grad påverkar hur hanteringen av avfall går till. Byggherren är ytterst ansvarig för avfallshanteringen (Naturvårdsverket, 2014c). Ett antal viktiga aktörer i ett byggprojekt presenteras i Figur 8.

Byggherren i ett projekt är ofta, men inte alltid fastighetsägaren och är den som för egen räkning själv utför eller låter utföra projektet. Hen är således ansvarig för bygglov, kvalitetssäkring och kontrollplan. Detta innebär att det är byggherren som har ansvaret för planering, projektering samt dokumentering (Byggherrarna, 2015).

Byggentreprenör är sedan den aktör som åtar sig att genomföra själva bygget i projektet när byggherren själv inte kan eller avser att göra detta. I sådant fall ingår byggherren i ett entreprenadavtal med den upphandlade byggentreprenaden och två juridiska parter bildas (Byggnadsentreprenörer, 2015).

Avfallstransportör är precis som ordet antyder, den aktör som ansvarar för transporten av avfallet som uppkommer i projektet.

Sorteringsanläggning (även behandlingsanläggning) är den aktör vid vilken avfallet sorteras ytterligare för att få ut renare material till återvinningsindustrin och till den slutbehandling avfallet slutligen får. Syftet med anläggningen är att minimera den mängd avfall som går till deponi (Svenska renhållningsverksföreningen, 2006). Anläggningen fungerar dessutom som en kontrollstation och för statistik över bland annat var avfallet kommer från, vilka fraktioner det utgörs av och vilka mängder som mottagits (Svenska renhållningsverksföreningen, 2006).



Figur 8. Schematisk bild över aktörer i byggbranschen. (Bild: Elin Ahlström)

Enligt Naturvårdsverket (2013a) används inte det mest resurseffektiva sättet att bygga på i dagsläget på grund av förhållandet mellan kostnaden för byggmaterial och kostnaden för arbetskraft. Materialet är i de flesta fall billigare än arbetskraften.

Naturvårdverket (2013a) menar att detta leder till att stora mängder material beställs tidigt i projektet för att minska risken att byggen blir försenade på grund av leveranstiden för nytt material om materialet tar slut. Detta medför ofta att mer material än vad som planeras behövas beställs och överskottet blir sedan avfall (Naturvårdsverket, 2013a), även helt nytt material. Vid nyproduktion uppstår mellan 25-30 kilogram avfall per byggd kvadratmeter (Tyréns m.fl., 2012).

2.6 BEHANDLINGSMETODER FÖR AVFALL

Sortering av avfallet måste göras för att kunna återvinna materialet eller återvinna det på annat sätt, till exempel energiåtervinning från förbränning eller biogasproduktion. Vanligtvis görs den första sorteringen vid källan (källsortering), i detta fall vid byggarbetsplatsen. Hos sorterings-/behandlingsanläggningen eftersorteras sedan avfallet en andra gång (Nilsson-Djerf, 2014). Detta görs för att ta ut fraktioner som har felsorterats, till exempel blandat avfall eller metall som felaktigt sorterats som brännbart (Ågren, 2015, pers.kom.).

Sortering av avfallet på en byggarbetsplats kan ske i både obligatoriska samt frivilliga fraktioner och görs i containrar. Antalet containrar på en byggarbetsplats kan begränsas av dels vilka fraktioner som uppstår, men också av brist på utrymme (Ågren, 2015, pers.kom). Sorteringsstationerna på byggarbetsplatsen kan med fördel även vara bemannade (Windén, 2009).

När avfallet är korrekt sorterat kan det materialåtervinnas vilket gör att andra produktions- och konstruktionsmaterial kan ersättas vilket medför energibesparing, minskat koldioxidutsläpp samt minskad mängd uttaget jungfruligt material (Byggsektorns Kretsloppsråd, 2005).

Vid förbränning av avfall kan värme, fjärrkyla, ånga och elektricitet på olika sätt framställas. Genom att utnyttja brännbart avfall istället för andra bränslen kan andra råvaror sparas samtidigt som förbränning leder till en snabb massreduktion av avfallet (Vattenfall, 2015). Dessutom medför förbränning av avfall att flertalet farliga ämnen tas ur kretsloppet. I slaggaskan som bildas efter förbränning (10-15 procent av det ursprungliga avfallet) sorteras sedan metaller ut för återvinning, slagggrus används som konstruktionsmaterial och övrigt slagg läggs på deponi (Vattenfall, 2015).

Deponering utgör endast en liten del av verksamheten hos en behandlingsanläggning. På deponin läggs det avfall som inte kan behandlas på något annat sätt, till exempel kakel och fönsterglas (Svantesson, 2014) eller slaggrester från förbränning.

Ett exempel på återanvändning i byggbranschen innebär att material som inte används lämnas in till en entreprenör som säljer överblivet byggmaterial direkt eller som behandlar avfallet innan det säljs vidare. Dyra tippkostnader för avfallet kan då undvikas av byggherren samtidigt som mindre material går till återvinning, förbränning eller deponering (Malmö återbyggdepå, 2015).

För återanvändning kan förberedelse behöva göras, till exempel genom att reparera trasiga möbler. Bortsett från förberedelse för återanvändning innebär begreppet återanvändning att produkten ska kunna återanvändas som den är och ha samma funktion eller utseende som tidigare.

2.7 MILJÖPÅVERKAN FRÅN AVFALL

All avfallshantering, framför allt dålig sådan, påverkar i större eller mindre utsträckning vår hälsa och jordens ekosystem samt bidrar till människans ekologiska fotavtryck². Avfallet och dess hantering orsakar bland annat utsläpp av metangaser och koldioxid vilka bidrar till klimatförändringar. Från atmosfären eller från läckage i deponier kan vattenkällor och odlingsjord också förorenas (Europeiska miljöbyrån, 2014).

Om en produkt aldrig produceras blir miljövinsten större än om produkten produceras, används och sedan återvinns (Avfall Sverige, 2013). Genom att förhindra att avfallet uppstår undviks utsläpp från dels produktion av produkten och dels från avfallstransporter och behandling av avfallet. Mängden avfall som läggs på deponi minskar om mängden uppkommet avfall också gör det och mindre mängd farliga ämnen kommer i kretslopp. De positiva miljöeffekterna är således att negativ miljöpåverkan undviks.

Om en produkt redan har producerats innebär återanvändning den minst negativa miljöpåverkan, särskilt för de produkter som medför stor miljöpåverkan i tillverkningsledet (Ljunggren Söderman m.fl., 2011). Återanvändning minskar mängden avfall som måste återvinnas, förbrännas eller läggas på deponi. Det minskar också mängden utsläpp av växthusgaser, användandet av primärenergi blir lägre samt bidraget till förorening och övergödning minskar (Ljunggren Söderman m.fl., 2011).

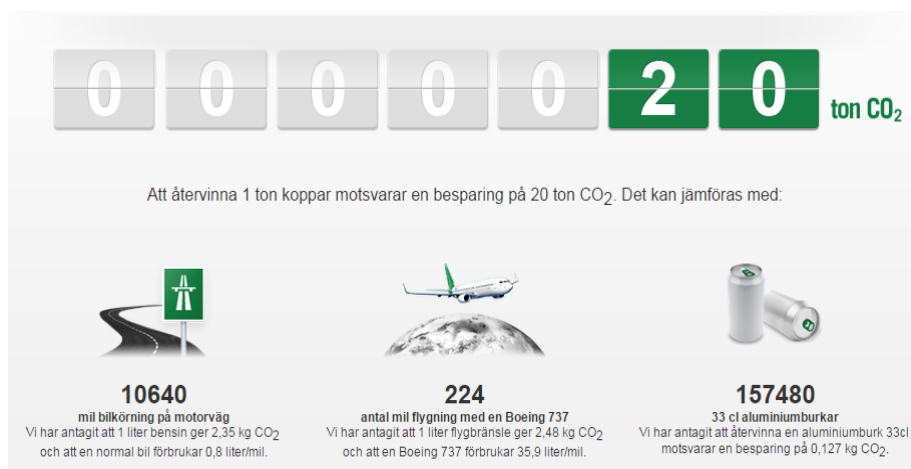
Negativ miljöpåverkan vid återanvändning av en produkt uppkommer vid eventuell transport av produkten samt eventuell förberedande åtgärd inför återanvändningen, så som kemikalier för att tvätta rent avfallet och energi för att driva maskinerna (Europeiska miljöbyrån, 2014).

När ett material återvinns minskar behovet av jungfruligt material, vilket sparar på jordens resurser. Materialåtervinning ger dessutom stora koldioxidvinster (Figur 9), vilket har en positiv påverkan på klimatet (Ragn-Sells, 2015b). Att använda återvunnet material vid produktion av en ny produkt är också mer energieffektivt. Om en aluminiumburk återvinns sparas cirka 95 procent av den energi som annars hade gått åt till att skapa produkten med nya råvaror (Europeiska miljöbyrån, 2014). För stål är denna siffra 75 procent och för glas 20 procent (Ragn-Sells, 2015c).

Om materialet återvinns kommer dessutom en mindre mängd farliga ämnen ut i kretsloppet (Elektronikåtervinning i Sverige, 2015) och vid återvinning av plast minskar även oljeberoendet (Ragn-Sells, 2015c).

² Ekologiskt fotavtryck är det avtryck i naturen som uppstår till följd av människans sätt att leva (Världsnaturfonden, 2014)

Negativ miljöpåverkan vid återvinning av en produkt uppkommer vid transport av materialet samt från maskinernas energiförbrukning vid behandling av materialet, till exempel smältning av metall (Europeiska miljöbyrån, 2014).



Figur 9. Energibesparing vid återvinning av ett ton koppar. (Publicerad med tillstånd av Ragn-Sells, Bild: Ragn-Sells)

Under förbränningsprocessen frigörs till största delen koldioxid och vatten vilket gör att rökgaserna nästan uteslutande består av ämnen som finns i luften naturligt. Den resterande delen, 0,1 procent, består av bland annat väteklorid, spårämnen³ samt svavel- och kväveoxider (Johansson, 2011).

Den brännbara fraktionen som oftast är rätt stor, särskilt vid bristfällig sortering av avfallet, innebär miljöpåverkan vid transport av avfallet till förbränningsanläggningen samt vid förberedande behandling inför förbränningen (Europeiska miljöbyrån, 2014). Till EU:s mål om 70 viktprocent återvinning och återanvändning räknas dock inte energiåtervinning, det vill säga förbränning, av returträ (Naturvårdsverket, 2013b).

Människors hälsa och omgivande miljö riskerar att påverkas av läckage från deponier, antingen från lakvattnet⁴ eller från gasavgång från deponin (Gårdstam, 2014). I lakvattnet återfinns framförallt kväve men också flertalet metaller och miljögifter, så som bly, kvicksilver, dioxiner och bromerade flamskyddsmedel (Gårdstam, 2014). Metangas som bildas vid deponering kan samlas upp och användas som energikälla för värme och fordonsgas. Den gas som inte kan samlas upp bidrar till ökad växthuseffekt.

2.8 KOSTNAD FÖR AVFALL

I samhället utgör avfall en ekologisk förlust där arbetskraft och andra insatsvaror går förlorade om avfallet inte tillvaratas (Europeiska miljöbyrån, 2014). Avfallet måste därför ses som en resurs vilket dessutom är ett av målen i EU:s färdplan till ett resurseffektivt Europa.

³ Spårämnen är ämnen som människan behöver i små mängder, t ex järn, zink och jod, men som är giftigt vid stora intag (Ellegård, 2014)

⁴ Lakvatten är det vatten som varit i kontakt med deponerat material (Gårdstam, 2014)

Av den totala byggproduktionskostnaden står byggmaterial för cirka 50 procent (Olsson och Dahlberg, 2006). Utöver kostnaden för det material som sedan blir avfall tillkommer även kostnader för containrar på byggarbetsplatsen, transport av avfall till behandlingsanläggning samt kostnaden för behandling. Behandlingskostnaden för osorterat avfall är i de flesta fall högre än kostnaden för utsorterade avfallsfraktioner.

2.9 REDOVISNINGSMETODER FÖR BYGGAVFALLSSTATISTIK

Byggsektorn är på flera plan ett komplicerat system med få stora företag och många små, där fler än 65 000 har färre än tio anställda (Ek m.fl., 2009). Ek m.fl. (2009) menar att branschen är heterogen med många aktörer som har sina egna avfallsprofiler där risken är stor för dubbelräkning om uppgifter hämtas från flera uppgiftslämnare. Vidare kan ansvarsfördelningen för avfall se olika ut mellan olika byggprojekt vilket också försvårar en harmoniserad avfallsstatistik.

På grund av att branschen är heterogen är det svårt att samla in säkra uppgifter om avfallsstatistiken. SMED har tidigare bedrivit flertalet projekt i syfte att förbättra avfallsstatistiken från byggsektorn (Sundqvist m.fl., 2013). Under dessa projekt har workshops med relevanta aktörer i branschen hållits, under vilka bland annat sju uppgiftslämnare och metoder har utvärderats. Dessa är:

- *Bygg- och rivningsföretag (alternativ 1):* Baserat på uppgifter från stora byggföretag som lämnas ut på årsbasis, görs uppräkningsfaktor till hela landet med till exempel omsättning som uppräkningsfaktor
- *Bygg- och rivningsföretag (alternativ 2):* Obligatorisk rapportering på projektnivå till kommunen av byggherren. Kommunen rapporterar vidare genom ett rapporteringssystem till Naturvårdsverket
- *Avfallstransportörer:* De tio dominerande företagen i branschen kontaktas för uppgifter om transporterade byggavfallsmängder på årsbasis
- *Avfallsbehandlingsföretag:* De största företagen inom branschen kontaktas för uppgifter om byggavfallsmängder på årsbasis
- *Avfallsfaktorer:* Baserat på ett antal tidigare byggprojekt har faktorer för olika avfallsslag tagits fram i andra länder
- *Detaljstudie:* Använda data på projektnivå från ekonomiuppföljningen för att ta fram nya avfallsfaktorer
- *Miljörapporter från behandlingsanläggningar:* Insamling av utökad miljörapportering av bygg- och rivningsavfall från tillståndspliktiga behandlingsanläggningar

Uppgifter om avfallet tillhandahålls främst av behandlingsanläggningarna som väger och klassar avfallet när avfallstransportörerna lämnar av avfallet. Det är också behandlingsanläggningarna som skickar vidare uppgifterna till avfallslämnaren i form av till exempel årliga miljörapporter (Sundqvist m.fl., 2013). Vem som sedan rapporterar in avfallsstatistiken till ansvarig myndighet har varierat under åren i försök att bestämma den säkraste redovisningsmetoden.

I Sundqvists m.fl. (2013) studie analyserades de olika rapporteringsalternativen utifrån ett antal aspekter för att klargöra vilket alternativ som var bäst. Sundqvist m.fl. (2013) menar att eftersom uppgifterna ändå innehåses av behandlingsanläggningarna är detta ett skäl till att dessa sedan bör vidarerapportera uppgifterna till ansvarig myndighet. De menar också att det ligger i byggherrens samt byggentreprenörens egna intressen att sedan följa upp avfallsstatistiken, varvid det skulle vara motiverat att låta någon av dessa aktörer sköta rapporteringen. Resultatet blev att behandlingsanläggningarna skulle rapportera in avfallsstatistiken till ansvarig myndighet. Ek m.fl. (2009) å andra sidan föreslår att avfallsrapportering från avfallstransportörer är det bästa rapporteringsalternativet i väntan på att krav från myndigheter om denna typ av statistik ska ställas på byggentreprenörerna, då dessa är den första aktör som transporterar avfallet och risken för dubbelräkning är liten.

I dagsläget finns tre huvudmetoder för att sedan skala upp avfallsstatistiken till nationell nivå; uppräknings från regioner, avfallsfaktorer och/eller enkätundersökningar. Detta gäller även för ett flertal andra medlemsländer (Tabell 2) (Ek m.fl., 2009).

Tabell 2. Metoder för att skala upp statistik till nationell nivå för ett antal medlemsländer (Ek m.fl., 2009)

Land	Metodik
Finland	Avfallsfaktorer
Frankrike	Enkät och avfallsfaktorer
Grekland	Avfallsfaktorer
Nederländerna	Enkät
Norge	Avfallsfaktorer
Storbritannien	Frågeformulär och avfallsfaktorer
Tyskland	Enkät

År 2006 användes en genomgång av SYSAV:s⁵ upptagningsområde (region) för att sedan göra en uppräknings baserat på omsättningen hos företag i byggbranschen. Strategin var sedan att (Ek m.fl., 2009):

- Använda uppgifter från behandlingsföretagen inom regionen, både stora och små företag, och uppskatta hur mycket avfall som passerar regionens gränser
- Ta fram byggverksamhetens omsättning (t ex ekonomisk), från så väl rivning, nybyggnation, renovering etc., inom samma region
- Studera flera regioner för att få ett grepp om spridningen och variansen för att kunna minska osäkerheten i statistiken

För att använda avfallsfaktorer vid uppräknings till nationell nivå krävs dels relevanta faktorer och dels pålitlig statistik över genomförda byggen. Detta underlag saknas i dagsläget i Sverige, varvid de avfallsfaktorer som använts i Sverige bygger på norska faktorer. Försök att framställa svenska avfallsfaktorer gjordes av Ek m.fl. (2009) med

⁵ Sydskånes avfallsaktiebolag

uppgifter från Statistiska centralbyrån (SCB) 2007 och de av Kretsloppsrådet⁶ föreslagna faktorerna. SCB:s statistik för areal nybyggnation och rivning användes tillsammans med avfallsfaktorerna för att få resultatet uppskalat på nationell nivå. Dock missades stora mängder avfall vid användning av svenska avfallsfaktorer.

⁶ Ett nätverk för hela sektorn som arbetade med frivilligt producentansvar mellan 1994-2012 för att uppnå god bebyggd miljö

3. MATERIAL OCH METOD

3.1 BYGGMATERIAL SOM BLIR AVFALL

Enligt Naturvårdsverket (2015a) uppskattas att 5 till 15 procent av byggmaterialet blir spillavfall vid nyproduktion. Från en studie genomförd av Building Research Establishment (BRE) undersöktes avfallet som uppstod på tre byggarbetsplatser (A, B, C) (Construction Resources & waste platform, 2008). På byggarbetsplatserna identifierades vilka volymer av avfall som uppstod av ett antal utvalda byggmaterial. Den volymandel av byggmaterialet som blev avfall jämfördes sedan med några av BRE framtagna procentsatser till The Green Guide som är en del av BREEAM, det brittiska miljöcertifieringssystemet för byggnader (Building Resource Establishment, 2015). Således används dessa procentsatser vid miljöcertifiering av byggnader och är därför ofta lägre än de verkliga procentsatser som uppstår på de flesta byggarbetsplatser.

I Tabell 3 presenteras de byggmaterial som återfanns vid samtliga byggarbetsplatser vid BRE:s studie samt volymandelen av det material som blev avfall på respektive arbetsplats eller som föreslås av The Green Guide.

Tabell 3. Andel material som blev avfall vid tre byggarbetsplatser samt andelen material som får bli avfall vid en BREEAM-certifiering (Construction Resources & waste platform, 2008)

Avfallsslag	Byggarbets-plats A [%]	Byggarbets-plats B [%]	Byggarbets-plats C [%]	The Green Guide, G [%]
Murbruk	15	10	9	6
Tegelsten	11	24	15	5
Taktegel	27	12	13	5
Cementblock	7	7	6	5
Isolering	2	4	4	5
Gips (ej skivor)	18	8	21	5
Styrenplast	4	17	9	10

3.1.1 Beräkning av andel material som blir avfall

Naturvårdverket (2013a) menar att det mest resurseffektiva sättet att bygga inte används i dagsläget och att mycket byggmaterial blir avfall. Därför undersöktes hur stor andel av byggmaterialet som blir avfall vid nybyggnation.

Från värdena i Tabell 3 beräknades medelvärdet av volymandelen av byggmaterialet som blir avfall på tre sätt. Detta gjordes då andelen material som blir avfall kan variera kraftigt mellan olika projekt och det är således motiverat att undersöka olika utfall.

Metod 1: medelvärdet av den faktiska volymandelen avfall på varje byggarbetsplats (A, B, C) beräknades separat (Ekvation 1) och sedan beräknades det totala medelvärdet för de tre byggarbetsplatserna i BRE:s studie. Detta ansågs vara det verkliga scenariot eftersom metoden baserades på den faktiska andelen avfall vid byggarbetsplatserna.

$$\text{Medelvärde } X [\%] = \frac{\text{Murbruk}X + \text{Tegelsten}X + \text{Taktegel}X + \text{Cementblock}X + \text{Isolering}X + \text{Gips}X + \text{Styrenplast}X}{7}$$

(Ekvation 1)

Där X är respektive byggarbetsplats (A, B eller C) och exempelvis MurbrukA är andelen murbruk som blev avfall på byggarbetsplats A.

Metod 2: medelvärdet beräknades för procentsatserna enligt The Green Guide (Ekvation 2). Detta ansågs vara det bästa tänkbara scenariot eftersom procentsatserna baserades på den andel som får bli byggavfall vid en miljöcertifiering med BREEAM och är således den avfallsandel som ska eftersträvas.

$$\text{Medelvärde The Green Guide} [\%] = \frac{\text{Murbruk}G + \text{Tegelsten}G + \text{Taktegel}G + \text{Cementblock}G + \text{Isolering}G + \text{Gips}G + \text{Styrenplast}G}{7}$$

(Ekvation 2)

Där exempelvis MurbrukG är andelen murbruk som får bli avfall enligt The Green Guide.

Metod 3: medelvärdet av den verkliga och den av BRE föreslagna procentsatsen för varje avfallsslag beräknades vid varje byggarbetsplats (Ekvation 3). Medelvärdet av detta beräknades sedan vid varje byggarbetsplats. Slutligen beräknades medelvärdet mellan byggarbetsplatserna.

$$\text{Medelvärde för avfallsslag } Y \text{ vid } X \text{ och } G [\%] = \frac{\text{Andel } Y,X + \text{Andel } Y,G}{2}$$

(Ekvation 3)

Där X är respektive byggarbetsplats (A, B eller C), Y är respektive avfallsslag, G är The Green Guide och exempelvis Andel Murbruk,A är andelen murbruk som blev avfall på byggarbetsplats A.

3.2 KOSTNAD FÖR MATERIAL SOM BLIR AVFALL

Kostnaden för det material som blev avfall vid renovering av studieobjektet Västra Blombacka kunde inte utvärderas, då de nödvändiga uppgifterna för beräkningar inte kunde erhållas från Metrolit Byggnads AB eller Telge Bostäder. Från år 2013 årsredovisningar har istället följande information om tre av Sveriges största byggföretag (Tabell 4) evaluerats:

- Peab:s materialkostnad uppgick år 2013 till 9 123 miljoner kronor (Mkr) (Peab, 2014)
- I JM:s känslighetsanalys från 2013 stod det att material utgjorde 15 procent av en kostnads massa (ej produktionskostnaden) på totalt 6 300 Mkr (JM, 2014)
- NCC:s produktionskostnad i moderbolaget uppgick år 2013 till 21 341 Mkr (NCC, 2014)

Tabell 4. Sveriges fyra största byggföretag efter omsättning 2012/2013 (Källa: Sveriges byggindustrier, 2015)

2012	2013	Företag	Omsättning 2013 [Mkr]
1	1	Peab	43 100
3	2	Skanska	136 500
2	3	NCC	57 800
4	4	JM	12 600

3.2.1 Beräkning av kostnad för material som blir avfall

Peab:s materialkostnad år 2013 var 9 100 Mkr. Genom att beräkna 15 procent av 6 300 Mkr uppskattades JM:s materialkostnad, då det i JM:s årsrapport framkom att material utgjorde 15 procent av den angivna kostnadsmassan (ej produktionskostnad). Baserat på att 50 procent av produktionskostnaden är materialkostnad uppskattades även materialkostnaden för år 2013 för NCC. Genom att multiplicera materialkostanden med procentsatsen för den volym av materialet som blir avfall kunde inköpsvärdet för byggavfallet beräknas (Tabell 5). Procentsatserna från de tre metoderna för beräkning av andel byggavfall användes.

Tabell 5. Kostnad för inköp av avfall

	Peab	JM	NCC
Materialkostnad 2013 [Mkr]	9 100	950	10 700
Värde i material som blir avfall (metod 1) [Mkr]	1 100	110	1 260
Värde i material som blir avfall (metod 2) [Mkr]	550	57	640
Värde i material som blir avfall (metod 3) [Mkr]	800	83	930

3.3 INNEHÅLL I BLANDAT BYGGAVFALL

För analysen av den befintliga avfallshanteringen vid renovering av studieobjektet Västra Blombacka har avfallsstatistik från Åkerisäcken AB använts (Tabell 6). För fraktionerna med brännbart avfall och fyllningsavfall var det inte möjligt att specificera innehållet på viktnivå. För fraktionen med blandat avfall var det inte möjligt att specificera innehållet på vikt- eller EWC-kodsnivå (materialnivå).

Tabell 6. Avfallsstatistik vid Västra Blombacka

Fraktion	EWC-kod	Mängd [ton]	Destination	Avstånd [km]
Metall	120199	7,8	Stena metall	5,2
Elektronik	160214	0,3	SRV återvinning AB	12,5
Brännbart	191201; 191204; 191210	21,4	Global Care Recycling	33,7
Blandat	-	70,7	Global Care Recycling	33,7
Fyllning	170101; 170102; 170103; 180101	75,0	HJK återvinningsprodukt AB	118,0
Betong	170101	2,8	HJK återvinningsprodukt AB	118,0

Avståndet i tabellen uppskattades genom Google Maps⁷ och visar avståndet mellan Västra Blombacka (Getingstigen) och destinationen för behandling. Avståndet från Åkerisäckens lastbilsdepå i Jordbro till Getingstigen bestämdes på samma sätt och var 42,9 kilometer.

Då det blandade avfallet från studieobjektet Västra Blombacka redan var behandlat och Metrolit Byggnads AB inte kunde tillhandahålla nödvändig information gjordes ett besök till ett av Telge Bostäders pågående renoveringsprojekt (Kv. Trollet 4). Detta gjordes för att uppskatta innehållet i det blandade avfallet på såväl EWC-kodsnivå som viktnivå. Det pågående renoveringsprojektet utfördes av Byggfirma G Insulander AB på Kv. Trollet 4 i Järna. Projektet var inne i både rivningsfas och byggandefas under besöket. Renoveringen omfattade bland annat stambyte av badrum, byte av entrepartier, renovering av balkonger samt renovering av yttertak (Byggnadsfirma G Insulander AB, 2015). Det bedömdes att uppgifter i detta projekt var representativt nog för att ersätta de saknade uppgifterna vid studieobjektet Västra Blombacka, då liknande renoveringar genomfördes i de två projekten.

För att konvertera volymen avfall vid Kv. Trollet 4 till mängd avfall användes uppskattningar över avfallets densitet. Densiteten antogs vara:

- 460 kg/m³ för trä (Beijer, 2015)
- 1000 kg/m³ för plast (Nationalencyklopedien, 2015)
- 700 kg/m³ för wellpapp (The Engineering ToolBox, 2015)

3.3.1 Innehåll i blandat byggavfall vid Västra Blombacka

Under studiebesöket vid Kv. Trollet 4 i Järna inspekterades samtliga (tre) containrar med blandat byggavfall genom en screening. De fyra främsta avfallsfraktionerna bedömda efter observerad upptagen volym i containrarna noterades.

Containrarna undersöktes visuellt genom inkastluckan där det allra översta avfallet precis vid öppningen flyttades runt något för att bedöma vad som låg under. Därefter uppskattades volymandelen av avfallet i containrarna med ögonmått (Tabell 7).

Containrarna var placerade på tre olika platser på byggarbetsplatsen. Container 1 var fylld till tre fjärdedelar. Container 2 var uppskattningsvis fylld till en tiondel och Container 3 var nästan full. Container 1 och 3 låg längst ifrån varandra, uppskattningsvis 200 meter, medan Container 2 låg mellan Container 1 och 3. Avståndet mellan Container 1 och 2 var längre än mellan Container 2 och 3.

Enbart container 2 innehöll tydligt fyra olika fraktioner (plast, trä, wellpapp och metall) (Figur 10). Container 1 och 3 fylldes av tre olika fraktioner (plast, trä och wellpapp) då ingen fjärde fraktion kunde urskiljas. Eftersom container 2 enbart var fylld till en tiondel, medan de andra var nästan fulla, uteslöts den fjärde fraktionen (10 procent metall) i denna container. Detta gjordes då metallfraktionen bedömdes vara avvikande jämfört med de övriga observationerna av innehållet i containrarna. Andra

⁷ Kartverktyg med vägbeskrivning (Google, 2015)

avfallscontainrar som fanns på området var för metall, farligt avfall, trä samt fyllnadsmassor. Elavfall saknade container men samlades in på ett särskilt område av byggarbetsplatsen.



Figur 10. Innehåll i Container 1 (T.V), Container 2 (mitten) och Container 3 (T.H) vid Kv. Trollet 4. (Foto: Elin Ahlström)

Medelvärde av uppskattad volym av varje avfallsslag beräknades först (Tabell 7).

Tabell 7. Uppskattad volymandel per avfallsfraktion i containrar med blandat avfall vid Kv. Trollet 4

	Container 1	Container 2	Container 3	Medelvärde
Plast [%]	65	25	75	55
Trä [%]	25	50	10	28
Wellpapp, papper [%]	10	25	15	17

Därefter multiplicerades densiteten (från avsnitt 3.3) för varje avfallsslag med medelvärdet för volymandelen av varje avfallsslag (Ekvation 4). Detta gjordes för att kunna uppskatta fördelningen på viktnivå (Tabell 8). Denna uppskattning gjordes genom att dividera den procentuella vikten på varje avfallsslag med summan av vikten av alla avfallsslag (Ekvation 5). Densiteten för plast multiplicerades med 70 procent för att kompensera för den andel luft (30 procent) som en kubikmeter plastavfall uppskattades innehålla i containrarna.

$$Vikt\ på\ volym\ X = Densitet\ X\ \left[\frac{kg}{m^3}\right] * Medelvärde\ volymandel\ X\ [%]$$

(Ekvation 4)

Där X är respektive avfallsslag (plast, trä eller wellpapp) och exempelvis Medelvärde volymandel Plast är medelvärdet av de tre uppskattade volymandelarna plast.

$$Andel\ på\ viktnivå\ X\ [%] = \frac{Vikt\ på\ volym\ X}{\sum_{X1}^{X3} Vikt\ på\ volym\ X}$$

(Ekvation 5)

Där X är respektive avfallsslag (plast, trä eller wellpapp) och X1-X3 är de tre avfallsslagen.

Slutligen multiplicerades andelen på viktnivå med den totala mängden blandat avfall från Västra Blombacka (70,7 ton) för att ta reda på mängden av varje avfallsslag (Ekvation 6).

$$\text{Mängd } X [\text{ton}] = 70,7 [\text{ton}] * \text{Andel på viktnivå } X [\%]$$

(Ekvation 6)

Där X är respektive avfallsslag (plast, trä eller wellpapp).

Tabell 8. Sammanställning av beräkningar för fördelningen på viktnivå

	Plast	Trä	Wellpapp
Medelvärde volym [%]	55	28	17
Densitet [kg/m ³]	700	460	700
Vikt på volymandel [kg]	385	129	119
Andel på viktnivå [%]	61	20	19
Mängd avfall [ton]	43,1	14,1	13,5

3.4 SORTERINGSALTERNATIV FÖR BLANDAT BYGGAVFALL

Vid analysen av teoretiska sorteringsalternativ vid Västra Blombacka utvärderades Sorteras sortiment. Detta gjordes då deras uppgifter om priser och sortiment var mer lättillgängligt jämfört med motsvarande uppgifter från Åkerisäcken AB.

Sorteras sortiment utvärderades utifrån fem aspekter:

- Antal hämtningar av containrar och byggsäckar
- Volymen av containrar och byggsäckar
- Tillåten maximal lastvikt i containrar och byggsäckar
- Upptagen yta av containrar och byggsäckar
- Kostnaden för containrar och byggsäckar

3.4.1 Val av sorteringsalternativ vid Västra Blombacka

Sorteras sortiment av insamlingskärl kombinerades i tre tänkta alternativ för att kunna sortera ut trä, wellpapp och plast på byggarbetsplatsen då det var dessa fraktioner som identifierades under screeningen vid Kv. Trollet 4. För alla kombinationer antogs det att insamlingskärl (hädanefter enheter) för wellpapp måste kunna stängas i de föreslagna alternativen för källsortering för att materialet ska vara återvinningsbart då materialet går sönder av vatten.

För alternativ 1 användes de enheter som genererade stor volym av enheter. Detta gjordes under antagandet att containrarna blev fulla innan de nådde sin maximala lastkvot (maxlast). Således kombinerades enheterna för att dels kunna ta till vara på den uppkomna avfallsmängden av varje fraktion och samtidigt bistå med så stor volym av insamlingskärl som möjligt. Därför kombinerades de enheter med störst volym vars sammanlagda tillåtna maxvikt var minst lika stor som den totala mängden blandat avfall.

För Alternativ 2 beräknades enheternas kontaktyta med marken från uppgifter om enheternas dimensioner på Sorteras hemsida (Sortera, 2015). Därefter användes den kombination av enheter som upptog minst total markyta och vars sammanlagda tillåtna maxvikt var minst lika stor som den totala mängden blandat avfall. Detta alternativ togs fram för att föreslå ett alternativ som lämpar sig på en byggarbetsplats där ytan är begränsad.

Alternativ 3 kombinerades för att tillhandahålla enheter med en total tillåten maxlast som var så nära den faktiska avfallsmängden av varje fraktion som möjligt. Detta gjordes för att föreslå ett alternativ som viktjämsamt var bäst anpassat för det uppkomna avfallet vid Västra Blombacka.

I alternativ 2 och 3 antogs det att enheterna nådde sin maxlast innan de blev fulla och utrymmet antogs vara obegränsat i vertikalled. Därför togs ingen hänsyn till volym vid sammanställningen av dessa alternativ.

I Appendix B (Tabell B1) visas det antal av varje enhet från Sorteras sortiment som krävdes för att sortera ut trä, wellpapp och plast i de tre alternativen. Därefter jämfördes de tre föreslagna sorteringsalternativen utifrån antal hämtningar, volym av enheter, tillåten maxlast, upptagen yta på byggarbetsplatsen och kostnad för hyra, utställning, tömning, hemkörning och zontillägg.

Genom att summera antalet enheter (Appendix B, Tabell B1) erhöles antalet hämtningar baserat på att varje enhet hämtades separat. Det förutsattes att det alternativ som genererade minst antal hämtningar var fördelaktigt och fick rank 1 (Appendix B, Tabell B2), då det blev färre antal tunga transporter på byggarbetsplatsen vilket ansågs vara bra ur ett säkerhetsperspektiv.

Under antagandet att enheterna skulle kombineras för att dels kunna förvara mängden uppkommet avfall och samtidigt generera så stor volym som möjligt, multiplicerades volymerna på enheterna i (Appendix B, Tabell B1) med antalet enheter av respektive volym. Därefter beräknades den totala volymen av enheterna genom att summera volymerna för enheterna för varje alternativ. Då denna aspekt strävade efter att generera en stor volym på enheterna rankades alternativen därefter, där rank 1 gavs till det alternativ som medförde störst totalvolym (Appendix B, Tabell B3).

Förutsatt att det var positivt att tillhandahålla enheter vars tillåtna maxvikt var så nära den faktiska avfallsmängden som möjligt, rankades de föreslagna alternativen utifrån detta. Jämförelsen gjordes genom först att summera den totala tillåtna maxlasten av samtliga enheter (Appendix B, Tabell B1) i varje alternativ. Det alternativ som hade en maxlast med den minsta skillnaden från den uppkomna avfallsmängden vid Västra Blombacka (70,7 ton) bedömdes vara det bästa alternativet och fick rank 1 (Appendix B, Tabell B4).

Om byggarbetsplatsen är begränsad måste ytan som enheterna kräver vara så liten som möjligt. Summan av den totala arean för samtliga enheter i varje alternativ beräknades. I Tabell B5 (Appendix B) presenteras antalet enheter som krävdes för varje avfallsslag. Enheten representeras av den romerska siffran som står framför enhetens namn i Tabell B1 (Appendix B). Det alternativ med lägst totalarea ansågs vara bäst och fick rank 1 (Appendix B, Tabell B6).

Utifrån Sorteras prislista för 2015 (Appendix B, Tabell B7) beräknades kostnaden för varje alternativ. Det antogs att en av den utvalda containertypen för varje avfallsfraktion stod på byggarbetsplatsen samtidigt under hela projektet. Det förutsattes att varje container kördes tillbaka till Sortera efter att den hade tömts och ersattes istället med en ny container samt att byggsäckarna stod på byggarbetsplatsen under hela projektet i de alternativ som krävde byggsäckar.

Antalet dagar som projektet genererade avfall uppskattades till ett år utifrån huvudtidplanen för Västra Blombacka (Byström, 2013). Vidare förutsattes att avfallet genererades jämnt över projektiden.

Södertälje ligger enligt Sorteras karta på hemsidan i zon 3. För säckarna tillkommer ingen hyra eftersom dessa köps och inte hyrs. Kostnaden för att förvara varje avfallsslag i en viss container beräknades genom att dividera 365 dagar med antalet enheter av en viss typ (lastväxlare eller liftdumper) för att bestämma antalet dagar som varje typ av container stod på byggarbetsplatsen. Därefter multiplicerades antalet dagar med eventuell hyra. Sedan summerades alla kostnader för enheten. Slutligen multiplicerades kostnaden med antalet enheter av den typen (Ekvation 7).

$$\text{Kostnad } X, Y, Z = \text{Antal } Y * \left(\frac{365}{\text{Antal } Y} * \text{Hyra } Y + \text{Zontillägg } Y + \text{Utställning } Y + \text{Tömning } Y + \text{Hemtag } Y \right)$$

(Ekvation 7)

Där X är respektive avfallsslag (plast, trä eller wellpapp), Y är respektive enhet (lastväxlare, liftdumper eller byggsäck), Z är respektive alternativ (1, 2 eller 3). Exempelvis innebär Kostnad Plast, Lastväxlare, 1 kostnaden för att förvara plastavfall i en lastväxlare i alternativ 1.

Därefter summerades kostnaden för förvaring av varje avfallsslag i respektive alternativ för att beräkna den totala kostnaden. Alternativen rankades därefter utifrån kostnaden, där det billigaste alternativet ansågs vara bäst och fick rank 1 (Appendix B, Tabell B8).

Då vissa aspekter kan förväntas vara viktigare än andra, tillfrågades projektledaren för Västra Blombacka vilka som var viktigast. Projektledaren fick betygsätta fyra parametrar med en skala på ett till tre, där tre stämde mycket bra och ett stämde inte alls (Appendix B, Tabell B9). Eftersom renoveringen av Västra Blombacka genomfördes som totalentreprenad låg vissa av dessa kunskaper utanför projektledarens ram. Därför

tillfrågades även platschefen på Kv. Trollet 4. Det antogs att samma värdering som vid Kv. Trollet 4 även gällde vid Västra Blombacka.

Genom att multiplicera värderingen i Tabell B9 (Appendix B) med rankingen i det korrelerade delmomentet för varje alternativ och slutligen summera rankingen från varje delmoment, bedömdes den totala rankingen (Tabell 9). Alternativet med lägst totala ranking bedömdes vara det bästa ur flest aspekter. Det antogs att det var minst viktigt att uppfylla kravet om ”Lägst maxlast” eftersom det bedöms vara svårt att planera för hur mycket avfall som uppstår. Denna fick därför värderingen 1.

Tabell 9. Sammanställd ranking för föreslagna sorteringsalternativ

	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Lägst kostnad	3	9	6
Störst volym	2	6	4
Minst yta	9	3	6
Minst antal hämtningar	3	9	6
Lägst maxlast	2	1	1
Total rankingpoäng	19	28	23

Behandlingskostnaden enligt Sorteras prislista varierar utifrån vilka avfallsfraktioner som lämnas in (Appendix B, Tabell B10). Plast och wellpapp kostar lika mycket som brännbart avfall, men det kan specificeras på fakturan att dessa fraktioner har lämnats in för återvinning (Asplund, 2015, pers.kom.). Enbart kostnaderna för avfallsfraktioner i containrar har använts då den största andelen av avfallet förvaras i containrar i samtliga alternativ. Priserna för behandling av en avfallsfraktion är något högre vid inlämning av byggsäckar.

För att beräkna behandlingskostnaden vid den befintliga hanteringen multiplicerades mängden blandat byggavfall vid renovering av studieobjektet Västra Blombacka (70,7 ton) med kostnaden för inlämning av blandat avfall. Kostnaden för den föreslagna metoden där de tre fraktionerna (trä, plast och wellpapp) antogs källsorteras ut manuellt på byggarbetsplatsen beräknades genom att multiplicera mängden trä (Tabell 8) med kostnaden för inlämning av trä och multiplicera mängden plast samt mängden wellpapp (Tabell 8) med kostnaden för inlämning av brännbart. Därefter summerades kostnaderna för de tre fraktionerna (Appendix B, Tabell B11).

Samma beräkningar för maxlast, upptagen yta, kostnad, volym samt antal hämtningar gjordes sedan för den befintliga avfallshanteringen där trä, plast och kartong sorterades som blandat avfall. Det antogs att en byggsäck av storlek large och sju lastväxlare (typ I) krävdes för att kunna förvara allt uppkommet avfall. I det befintliga alternativet antogs det att ingen hänsyn togs till att wellpapp skulle förvaras torrt.

Eftersom flera containrar för blandat avfall återfanns på byggarbetsplatsen vid studiebesöket på Kv. Trollet 4, togs hänsyn till detta genom att ansätta att fyra containrar stod på byggarbetsplatsen samtidigt under det första halvåret och tre containrar det andra halvåret

Skillnaden mellan den befintliga sorteringen och de föreslagna alternativen visas i Tabell 10.

Tabell 10. Skillnad mellan befintligt och föreslaget sorteringsalternativ

	Maxlast [kg]	Kostnad [kronor]	Yta [m²]	Volym [m³]	Antal enheter [st]
Befintlig sortering	71	119 000	104	177	8
Alternativ 1	88	106 000	130	240	10
Alternativ 2	76	110 000	95	128	15
Alternativ 3	76	107 000	103	185	14

När resultatet från behandlingskostnad lades till containerkostnaden erhöles den slutliga kostnaden för avfallshanteringen i den befintliga vid Västra Blombacka (Tabell 11).

Tabell 11. Total avfallskostnad vid Västra Blombacka

	Befintlig hantering	Föreslagen hantering
Kostnad container [kronor]	119 000	106 000
Kostnad behandling [kronor]	100 000	50 000
Totalt [kronor]	219 000	156 000

3.5 UTSLÄPPSBERÄKNINGAR MED WAMPS

Programmet WAMPS (Waste Management Planning System) har använts för beräkning av växthuseffekt, försumnings- och övergödningspotential vid avfallshantering. WAMPS är ett beräkningsverktyg framtaget av IVL för beräkning av miljöpåverkan från olika avfallsbehandlingssystem ur ett livscykelanalysperspektiv (Reco Baltic 21 Tech, 2015). Programmet är avsett för hushållsavfall men har här använts för teoretisk beräkning av miljöpåverkan från avfallshantering av byggavfall vid Västra Blombacka.

WAMPS baseras på följande information (Reco Baltic 21 Tech, 2015):

- Vilka avfallsfraktioner som finns i avfallet fördelat på vikt
- Hur mycket avfall som sorteras ut för återvinning och vid vilken facilitet detta görs (vid källan, på återvinningscentral (behandlingsanläggning) eller på en mekanisk biologisk behandlingscentral)
- Hur det avfall som inte återvinns behandlas, till exempel förbränning eller deponi
- Hur avfallet samlas upp från insamlingsplatsen, till exempel hur många gånger per år insamlingen sker och vid hur många hushåll
- Hur avfallet transporteras till behandlingsanläggning, till exempel med vilket typ av fordon och hur lång körsträcka är

Mellan 15 och 20 procent av det avfall som förbränns går till deponi. Dock innehåller dessa deponirester mycket obrännbart material så som metall och glas (Sopor.nu, 2015b).

Biobränslen utgjorde den näst största mängden bränsle vid fjärrvärmeproduktion år 2012, 2013 och 2014 (Statens energimyndighet, 2013). Den största utgjordes av hyttgas. Dock saknas stålverk i Södertälje (Vinnerås, 2015, pers.kom.). Detta i kombination med att hyttgas inte går att välja som alternativ i WAMPS för den värme som förbränning av avfall ersätter, medförde att förbränning av avfall antogs ersätta förbränning av biobränslen.

Effektiviteten av gasutbytet vid deponering är 30 procent (Amini och Reinhart, 2012). Av gasen och värmen från behandlingen av avfallet används 20 procent för elproduktion och 60 procent används till värme. Resterande 10 procent är outnyttjad överskottsvärme (Svensk Fjärrvärme, 2015).

Vid användandet av WAMPS analyserades miljöpåverkan från två avfallsscenarion. Det ena scenariot var det befintliga där innehållet i det blandade avfallet sorterades i en blandad fraktion. Detta scenario jämfördes sedan med ett hypotetiskt scenario där det antogs att innehållet i det blandade avfallet istället sorterades ut i separata fraktioner.

3.5.1 Beräkning av utsläpp vid Västra Blombacka med WAMPS

Vid användandet av WAMPS jämfördes två avfallsscenarion. Det ena scenariot var den befintliga avfallshanteringen vid renovering av studieobjektet Västra Blombacka där en fraktion med blandat avfall transporterades till en behandlingsanläggning där det eftersorterades maskinellt och behandlades. Det andra scenariot var det föreslagna scenariot där innehållet som det blandade byggavfallet vid Västra Blombacka antogs innehålla (från avsnitt 3.3.1) istället källsorteras ut i tre separata fraktioner manuellt på byggarbetsplatsen.

I Appendix C (Tabell C1) presenteras de parametervärden som användes i programmet. Andelen trä som återvanns antogs vara 100 procent i båda avfallsscenariorna eftersom återvinning av trä i dagsläget innebär förbränning och allt avfall som inte återvinns antas gå igenom förbränningsprocessen ändå.

För det avfall som gick till eftersortering vid behandlingsanläggning i den befintliga hanteringen antogs återvinningsgraden⁸ vara 37 procent för plast respektive 36 procent för wellpapp. Dessa värden baserades på statistik för hushållsavfall i Sverige år 2013 (Sopor.nu, 2015c). Dock dividerades återvinningsgraden för wellpapp enligt denna statistik (tidigare 72 procent) med två då det antogs att 50 procent av materialet blivit förstört bland annat av yttre omständigheter på byggarbetsplatsen vid Västra Blombacka, exempelvis regn och snö. Det material som blivit förstört av väder och vind bedömdes vara icke återvinningsbart.

Återvinningsgraden för de utsorterade fraktionerna i den föreslagna hanteringen antogs vara 100 procent för både plast och wellpapp. Sortering vid källan antas i WAMPS ske manuellt utan någon energiförbrukning (Jensen, 2015, pers.kom.).

⁸ Med återvinningsgrad menas den del av fraktionen som kan sorteras ut för återvinning vid källan eller på behandlingsanläggningen om det inte sorteras ut vid källan

Då det studerade avfallet inte innehöll glas och den låga andel metall som återfanns vid screeningen uteslöts, är det rimligt att anta att det studerade avfallet som förbränns genererar mindre mängd slaggrester än de 15-20 procent som föreslås av Sopor.nu (2015c).

År 2010 deponerades 1 procent av det totala hushållsavfallet i Sverige (Sopor.nu, 2015c). Av det avfall som gick till förbränning efter eftersortering i den befintliga hanteringen antogs det därför att 1 procent av avfallet gick till deponi.

I det första steget i WAMPS definierades avfallsfraktionerna enligt Tabell C1 (Appendix C). Detta avfall sorterades sedan ut i en respektive tre fraktioner (Appendix C, Figur C1 och Figur C2). För det blandade avfallet i den befintliga hanteringen användes fördelningen på viktnivå från Tabell 8.

I den befintliga avfallshanteringen har det i det andra steget antagits att alla fraktioner gick till sortering på en återvinningscentral och att inget sorterades vid källan (Appendix C, Figur C3 och Figur C4). I den föreslagna avfallshanteringen antogs det istället att alla fraktioner sorterades vid källan för återvinning (Appendix C, Figur C5). Programmet baseras på att allt träavfall går till förbränning, vilket i programmet inte räknas som materialåtervinning, oavsett om det sorteras vid källan eller vid en återvinningscentral. En begränsning i programmet är därför att träavfall inte kan sorteras ut vid varken källan eller vid en återvinningscentral, utan räknas som restavfall (residual) som går direkt till förbränning oavsett (Jensen, 2015, pers.kom.). I den befintliga avfallshanteringen antogs det vidare att 37 procent plast respektive 36 procent wellpapp sorterades ut för återvinning vid återvinningscentralen (Appendix C, Figur C6).

I det tredje steget definierades behandlingsmetoden för det avfall gick till förbränning. Det antogs att 1 procent gick till deponi efter förbränning. Det antogs vidare att produkten vid deponering var deponigas och produkten vid förbränning var värme. De produkter som dessa produkter i sin tur förväntades ersätta var värme genom förbränning av bibränslen samt elektricitet från svensk elmix. I den föreslagna avfallshanteringen gick allt träavfall till förbränning eller deponi (Appendix C, Figur C7). Vid den befintliga avfallshanteringen gick allt träavfall samt 63 procent plastavfall och 64 procent wellpapp till förbränning eller deponi (Appendix C, Figur C8).

I de sista stegen angavs värden för insamling och transport av avfallet där det ansattes att insamlingen gjordes en gång, på en plats (byggarbetsplatsen). Avståndet mellan insamlingsplatserna sattes till avståndet från lastbilsdepån i Jordbro till Getingstigen. Fordonet antogs vara typ tre, det vill säga lastbil. Det antogs en fullastad lastbil drog 0,4 liter diesel per kilometer efter uppgifter från Nordbergh (2015) och att den var tom efter att den lämnat av avfallet. Avståndet till behandlingsanläggningen hämtades från Tabell 6.

Trots att dessa värden angavs vid körning av WAMPS genererade insamling av avfall inga utsläpp, vilket är orimligt eftersom processen förbrukar energi i form av drivmedel för lastbilarna. Ingen orsak till detta har kunnat identifieras. Då insamling och transport enligt Jensen (2015) utgör cirka 5 procent av den totala miljöpåverkan från avfallshanteringen kördes programmet på nytt där insamling och transport uteslöts.

3.6 ÖVERSLAGSRÄKNING AV KOLDIOXIDUTSLÄPP

Då WAMPS är anpassat till hushållsavfall gjordes även manuella beräkningar av koldioxidutsläpp från hantering av blandat byggavfall. De processer som utvärderades var transport, sortering, förbränning, deponi samt återvinning.

Samma avfallsscenarion som i WAMPS jämfördes, där den befintliga hanteringen innebar sortering i en fraktion med blandat avfall medan den föreslagna hanteringen innebar källsortering i fler fraktioner.

Försök till kontakt med Global Care Recycling som omhändertog avfallet från Västra Blombacka gjordes utan framgång. Därför användes utsläppssiffror från en av Renovas anläggningar (Sävenäs) istället då Sävenäs också är en återvinningscentral och utsläppssiffror fanns tillgängliga. Utsläpp vid sortering på en behandlingsanläggning innebär utsläpp av 33,5 kilogram CO₂ per ton avfall som sorteras (Petersson, 2012). Denna siffra baseras på el- och värmeförbrukningen vid drift av Sävenäs förbehandlingsanläggning för sortering. Manuell sortering vid byggarbetsplatsen vid den föreslagna hanteringen antogs ske utan utsläpp av CO₂.

Utsläpp från förbränning av blandat avfall inklusive energiförbrukningen för förbränningsanläggningen i Sävenäs är 355,6 kilogram CO₂ per ton avfall (Petersson, 2012). Motsvarande siffra för förbränning av träavfall är 5,3 kilogram CO₂ (Petersson, 2012).

För beräkning av utsläpp från deponering användes ett Excel-baserat beräkningsverktyg. Verktöget är framtaget åt Miljøstyrelsen i Danmark för beräkning av utsläpp till vatten och luft från danska deponier (Scheutz och Kjeldsen, 2015).

Vid användandet av verktöget har följande antaganden gjorts (Scheutz och Kjeldsen, 2015):

- En produktionskvot på 150m³ gas per ton avfall under en 30-årsperiod
- En konstant frisläppning av gas under 30 år (5m³ deponigas/år)
- Metaninnehållet i gasen är 50 procent

Ingen hänsyn till det studerade avfallets sammansättning togs i verktöget. Utsläppssiffrorna baseras på ett genomsnitt av innehållet i danskt avfall. Utsläppsvärdena är troligtvis något högre än i verkligheten på grund av att byggavfall innehåller mindre mängder organiskt material.

Vidare är densiteten för metan 0,7 kg/m³ (Gröna bilister, 2012) och ett kilogram metan motsvarar 21 koldioxidekvivalenter (Naturvårdsverket, 2010).

Utsläpp från återvinningsprocessen kunde inte fastställas. Däremot kunde siffror på utsläpp vid framställning av råvaror från jungfruligt material respektive återvunnet material identifierats. Således har besparingen av CO₂-utsläpp vid återvinning kunnat beräknas som skillnaden mellan dessa.

Utsläpp från tillverkning av ett ton plast är 3,4 ton CO₂ för jungfruligt material respektive 0,44 ton för återvunnet material (Henryson och Goldmann, 2007). För papper medför tillverkning med jungfruligt material utsläpp av 1,7 kilogram CO₂ per ton tillverkat papper och 1,4 kilogram vid användning av återvunnet material (Ragn-Sells, 2015d).

3.6.1 Beräkning av koldioxidutsläpp vid Västra Blombacka

Vid manuell beräkning av koldioxidutsläpp användes samma transportsträckor och avfallsmängder som i Tabell 6 och Tabell 8. Därefter antogs det att transport med lastbil medförde utsläpp av 48 gram CO₂ per kilometer och ton avfall som transporteras efter uppgifter från Miljöpartiet (2008).

Utsläppen från transport (Appendix D, Tabell D1) beräknades genom att multiplicera mängden CO₂ per kilometer och ton avfall med produkten av sträckan till behandlingsanläggningen och mängden av en viss avfallsfraktion (Ekvation 8).

$$CO_2\text{utsläpp transport } \left[\frac{ton}{ton}\right] = 48 \left[\frac{g}{km*ton}\right] * Y[km] * X[ton]$$

(Ekvation 8)

Där Y är sträckan från Västra Blombacka till behandlingsanläggningen och X är mängden av respektive avfallsfraktion (plast, trä, wellpapp eller blandat).

Utsläpp från sortering (Appendix D, Tabell D2) vid behandlingsanläggningen beräknades genom att multiplicera mängden CO₂ per ton avfall som sorteras på behandlingsanläggning med mängden blandat avfall (Ekvation 9).

$$CO_2\text{utsläpp sortering blandat } \left[\frac{ton}{ton}\right] = 33,5 \left[\frac{kg}{ton}\right] * 70,7[ton]$$

(Ekvation 9)

Den mängd avfall som förbränns togs fram genom att beräkna hur stor del av varje fraktion som inte sorterades ut för återvinning. Återvinningsgraden för respektive material hämtades från Tabell C1 (Appendix C). Allt träavfall antogs gå till förbränning vid de två alternativen.

Mängden blandat avfall, exklusive träavfall, som gick till förbränning beräknades genom att summera produkterna av mängden avfall av en viss typ och den icke återvinningsbara andelen för motsvarande avfallsfraktion (Ekvation 10).

$$\text{Mängd till förbränning blandat } [ton] = \sum_{X1}^{X2} ((100 - Y)[\%]) * X[ton]$$

(Ekvation 10)

Där X är mängden i ton av respektive avfallsslag (plast eller wellpapp), Y är återvinningsgraden för motsvarande avfallsslag och X1-X2 är avfallsslag.

Utsläpp från förbränning (Appendix D, Tabell D3) beräknades genom att multiplicera mängden CO₂ per ton blandat avfall med mängden plast och wellpapp till förbränning. Detta summerades med produkten av mängden CO₂ per ton träavfall som förbränns med mängden träavfall (Ekvation 11).

$$CO_2\text{utsläpp förbränning} \left[\frac{ton}{ton}\right] = 355,6 \left[\frac{kg}{ton}\right] * X[ton] + 5,3 \left[\frac{kg}{ton}\right] * Y[ton]$$

(Ekvation 11)

Där X är mängden plast och wellpapp som går till förbränning och Y är mängden trä som går till förbränning.

För att beräkna mängden metan som släpps ut per ton avfall som läggs på deponi multiplicerades den producerade gasvolymen för ett ton avfall med 50 procent för att beräkna metangasvolymen. Denna volym multiplicerades sedan med densiteten för metan. Därefter bestämdes koldioxidekvivalenterna genom att multiplicera med 21 (från avsnitt 3.6). Slutligen dividerades produkten med tusen för att få enheten i ton gas per ton avfall och med 30år för att få utsläpp per år (från avsnitt 3.6) (Ekvation 12).

$$Koldioxidekvivalenter \text{ per ton avfall } (Z) = 150[m^3] * 50[\%] * 0,7 \left[\frac{kg}{m^3}\right] * \frac{21[CO_2-ekv]}{1000[kg]} / 30[år]$$

(Ekvation 12)

Utsläpp från deponi under ett år (Appendix D, Tabell D4) beräknades genom att först multiplicera andelen av det förbrända avfallet som gick till deponi (1 procent) med summan av mängden plast och wellpapp och mängden trä som gick till förbränning i varje alternativ.

Produkten multiplicerades sedan med mängden koldioxidekvivalenter per ton deponerat avfall (Ekvation 13).

$$CO_2\text{utsläpp deponi} \left[\frac{ton}{ton}\right] = 1[\%] * (X + Y)[ton] * Z \left[\frac{ton}{ton}\right]$$

(Ekvation 13)

Där X är mängden plast och wellpapp som går till förbränning, Y är mängden trä som går till förbränning och Z är koldioxidekvivalenter per ton avfall.

Mängden återvunnet material av en viss typ (exklusive trä som gick till förbränning) beräknades genom att multiplicera återvinningsgraden med mängden av motsvarande avfallsfraktion (Ekvation 14).

$$\text{Mängd återvunnet avfall [ton]} = Y[\%] * X[\text{ton}]$$

(Ekvation 14)

Där X är mängden av respektive avfallsfraktion (plast eller wellpapp) och Y är återvinningsgraden för motsvarande avfallsfraktion.

Besparingen per ton återvunnet material (Appendix D, Tabell D5) beräknades genom att subtrahera utsläppen av CO₂ från tillverkning med återvunnet material från utsläppen av CO₂ från tillverkning med jungfruligt material av respektive avfallsfraktion (Ekvation 18).

$$\text{CO}_2\text{besparing återvinning av ett ton [ton]} = Y \left[\frac{\text{ton}}{\text{ton}} \right] - X \left[\frac{\text{ton}}{\text{ton}} \right]$$

(Ekvation 15)

Där X är utsläpp vid tillverkning med återvunnet material och Y är utsläpp vid tillverkning med jungfruligt material.

Besparingen beräknades sedan genom att multiplicera besparingen per ton av en viss avfallsfraktion (från avsnitt 3.6) med mängden återvunnet material av motsvarande avfallsfraktion (Ekvation 16).

$$\text{CO}_2\text{besparing återvinning } X [\text{ton}] = \sum Y \left[\frac{\text{ton}}{\text{ton}} \right] * X[\text{ton}]$$

(Ekvation 16)

Där X är återvunnen mängd av respektive avfallsslag, Y är besparingen vid tillverkning med återvunnet material av motsvarande avfallsfraktion.

Den totala mängden utsläpp för de två avfallshanteringsalternativen beräknades genom att summera CO₂-utsläppen för varje enskilt moment; transport, sortering, förbränning samt deponi (Ekvation 17). Besparingen från återvinning hanteras separat.

$$\text{Total mängd CO}_2 [\text{ton}] = X[\text{ton}] + Y[\text{ton}] + Z[\text{ton}] + D[\text{ton}]$$

(Ekvation 17)

Där X är utsläpp från transport, Y är utsläpp från sortering, Z är utsläpp från förbränning och D är utsläpp från deponi i respektive alternativ.

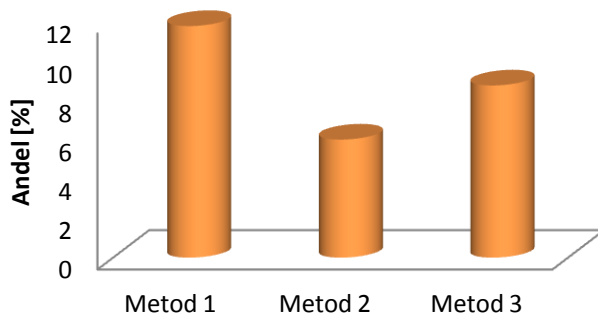
4. RESULTAT

4.1 MATERIAL SOM BLIR AVFALL

Från en undersökning som genomförts av BRE beräknades andelen byggmaterial som blir avfall på en byggarbetsplats på tre olika sätt (Figur 11). Från årsredovisningar av tre av Sveriges största byggföretag kunde även inköpsvärdet på det uppkomna byggavfallet uppskattas.

4.1.1 Andel byggavfall

Den första metoden baserades på medelvärdet av den faktiskt uppkomna avfallsvolymen på de tre byggarbetsplatserna. Den andra metoden baserades på medelvärdet av den avfallsvolym som får uppkomma enligt The Green Guide. Den tredje metoden baserades på medelvärdet av den faktiska och den av The Green Guide fastställda andelen.



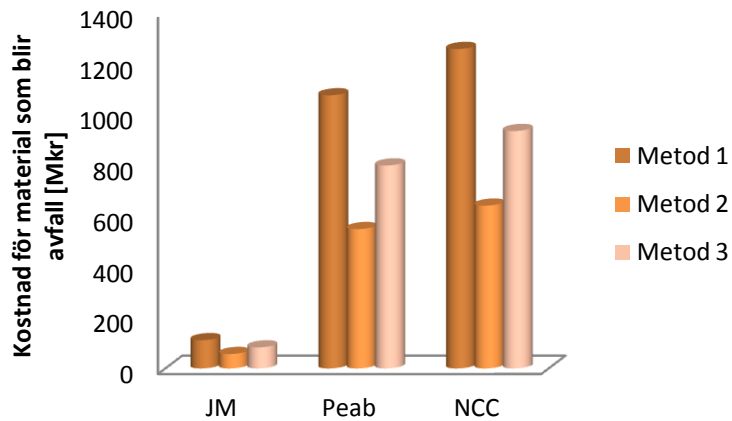
Figur 11. Andel av materialvolymen som blir till avfall på en byggarbetsplats.

Samtliga metoder hamnade inom intervallet (5-15 procent) som Naturvårdsverket (2015a) uppskattar blir avfall.

4.1.2 Materialkostnad för avfall

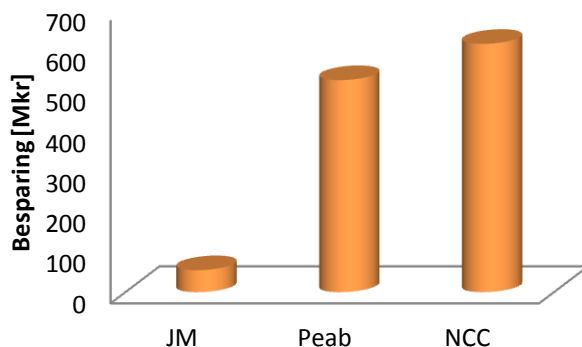
Inköpskostnaden för material bestämdes på tre olika sätt för tre olika byggföretag; Peab, JM och NCC. Peab hade i sin årsredovisning för 2013 direkta siffror på materialkostnad, medan NCC presenterade produktionskostnad för 2013 och JM visade i sin känslighetsanalys att materialet stod för 15 procent av en angiven kostnads massa. Av produktionskostnaden antogs 50 procent utgöras av materialkostnad (Olsson och Dahlberg, 2006). Denna siffra bekräftas även av Håkansson och Sjölander (2012).

Inköpspriset för det material som blev avfall hos Peab, NCC och JM beräknades genom att använda de tre beräknade procentsatserna för avfallsvolym beräknades (Figur 12).



Figur 12. Kostnad för inköp av det material som blev avfall år 2013.

Den undvikna förlusten från material som blir avfall vid en miljöcertifiering kan uppskattas om skillnaden mellan metod 1 och metod 2 beräknas. Genom att minska avfallsvolymen från cirka 12 till 6 procent av inköpt material kan NCC spara drygt 610 Mkr medan Peab kan spara 530 Mkr och JM kan spara drygt 50 Mkr i produktionskostnad per år (Figur 13). Jämfört med omsättningen år 2013 (Tabell 4) motsvarar detta knappt en halv procent för JM och drygt en procent för NCC och Peab.



Figur 13. Besparing vid en minskning av avfallsvolymen till 6 procent.

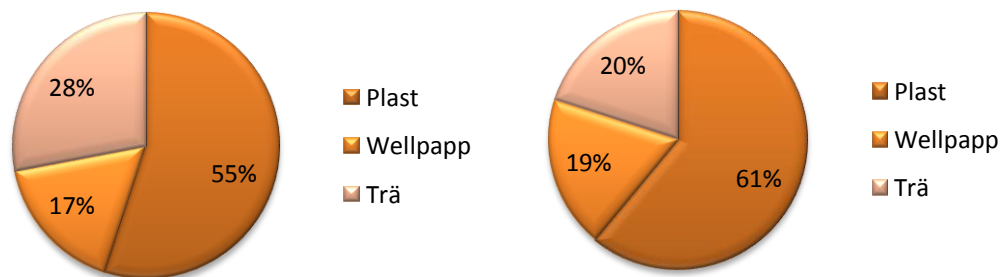
4.2 INNEHÅLL I BLANDAT BYGGAVFALL

Innehållet i det blandade avfallet som uppkom vid studieobjektet uppskattades på materialnivå och viktnivå. Detta gjordes för att identifiera vilka avfallsfraktioner som hade kunnat sorteras ut vid den föreslagna avfallshanteringen.

Nedan visas cirkeldiagram över fördelningen av innehållet i containrarna med blandat avfall. Vid screeningen identifierades tre avfallsfraktioner; plast, trä och wellpapp.

I Figur 14 presenteras fördelningen baserat på medelvärdet av visuellt uppskattad volymsandel av varje avfallsfraktion. I samma figur visas den uppskattade fördelningen på viktnivå baserat på beräkningar med materialens densitet.

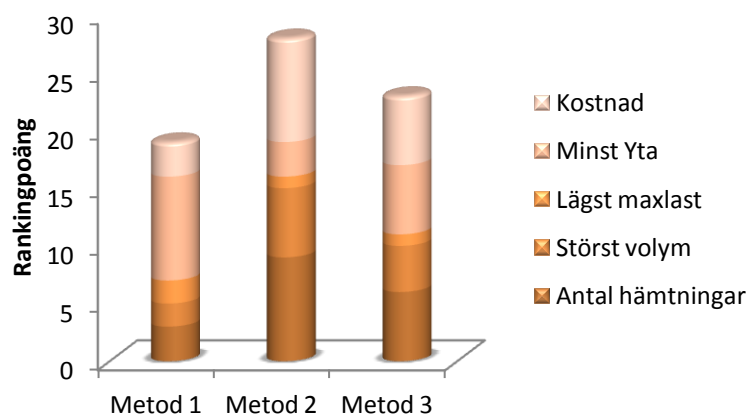
Enligt beräkningarna innehöll det blandade avfallet stora mängder plast vilket stämmer överens med Lindströms (2014) resonemang om innehållet i det blandade byggavfallet (från avsnitt 1).



Figur 14. Fördelning av innehållet på volymnivå (T.V) och på viktnivå (T.H) i det blandade avfallet vid renoveringsprojektet Kv. Trollet 4.

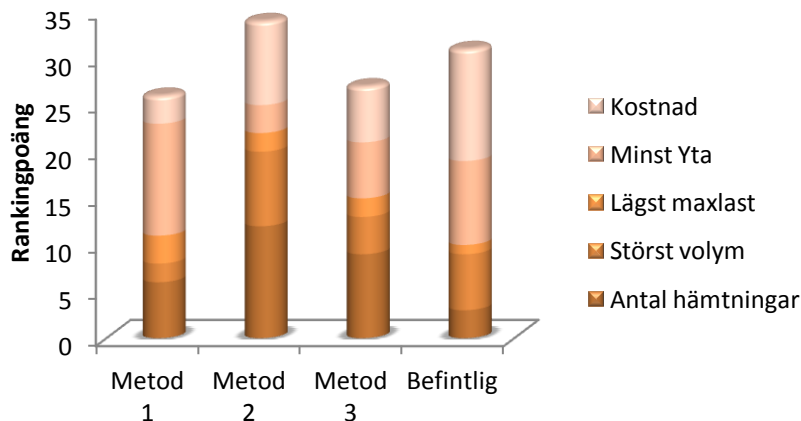
4.3 SORTERINGSALTERNATIV VID VÄSTRA BLOMBACKA

Från Figur 15 framgår att sorteringsalternativ 1 var det bästa alternativet gällande lägsta kostnad, minst antal hämtningar och störst volym av containrar, men var det sämsta alternativet gällande minst upptagen yta. Alternativ 2 upptog minst yta och var ett av alternativen med lägsta maxlast, det vill säga att den tillåtna lastvikten på alla containrar skilde sig minst från den faktiska avfallsmängden. Alternativ 3 var lika bra som alternativ 2 gällande maxlast. Totalt sett blev alternativ 1 det bästa för renoveringen vid studieobjektet Västra Blombacka.



Figur 15. Stapeldiagram över sammanställd ranking för de tre föreslagna sorteringsalternativen.

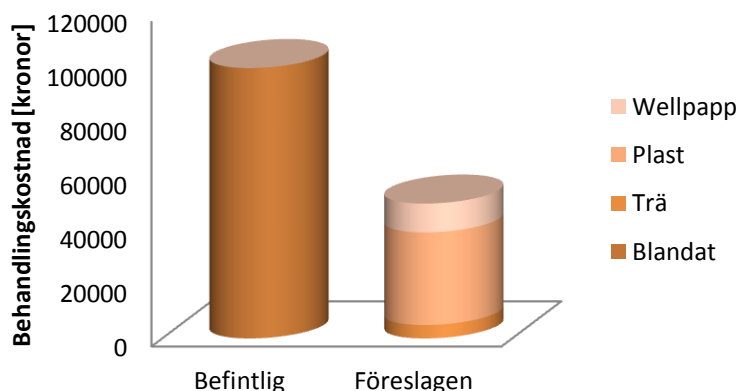
Det framkom att den befintliga hanteringen var bäst ur en aspekt när den jämfördes med de föreslagna alternativen och då samma värdering från Tabell B9 (Appendix B) användes vid rankingen. Denna aspekt var gällande lägst maxlast. Eftersom lägst maxlast hade lägst värdering blev det föreslagna alternativet (alternativ 1) det bästa vid jämförelsen (Figur 16).



Figur 16. Sammanställt resultat av total ranking för sorteringsalternativen inklusive befintlig sortering.

4.3.1 Behandlingskostnad för avfall

Utifrån Sorteras prislista beräknades behandlingskostnaden för den befintliga och den föreslagna hanteringen av blandat avfall vid Västra Blombacka. Kostnaden för behandling blev cirka 100 000 kronor i den befintliga och drygt 50 000 kronor i den föreslagna hanteringen (Figur 17). Således kunde behandlingskostnaden för blandat avfall ha minskat med omkring 50 procent vid källsortering av blandat byggavfall på byggarbetsplatsen.



Figur 17. Behandlingskostnad vid den föreslagna och den befintliga avfallshanteringen.

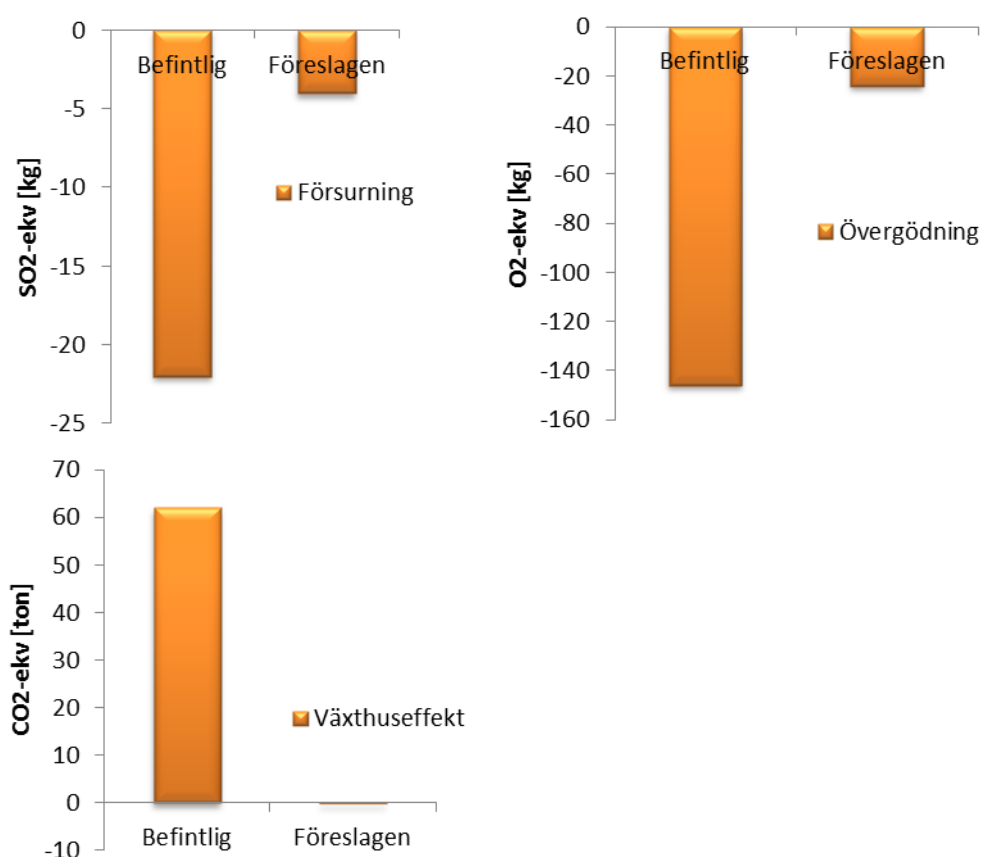
När resultatet av behandlingskostnaden lades till resultatet av containerkostnaden kunde den slutliga kostnaden för avfallshanteringen fastställas. Totalt sett kostade den befintliga hanteringen av blandat avfall uppskattningsvis 219 000 kronor, medan den föreslagna hanteringen hade kostat omkring 156 000 kronor (Tabell 11).

Således kunde avfallskostnaden ha sänkts med 63 000 kronor vid källsortering av det blandade avfallet vid studieobjektet. Detta motsvarar en sänkning av avfallskostnaden med 30 procent.

4.4 UTSLÄPP ENLIGT WAMPS

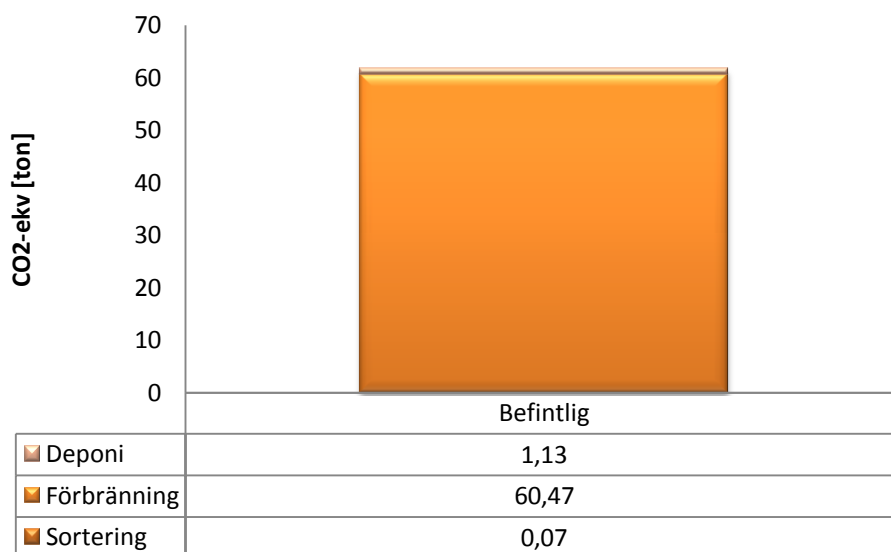
Hur stora mängder byggavfall som behandlades genom återvinning, förbränning eller deponering (Appendix E, Figur E1 och Figur E2) erhöles genom kalkylering med de angivna parameterna i Tabell C1 (Appendix C). Restavfallet i figurerna var det avfall utöver träavfall som efter sortering vid behandlingsanläggning inte gick till materialåtervinning, utan istället gick till deponering eller förbränning.

Vidare beräknades förurningen i SO₂-ekvivalenter, övergödningen i O₂-ekvivalenter samt ökad växthuseffekt i CO₂-ekvivalenter (Figur 18).

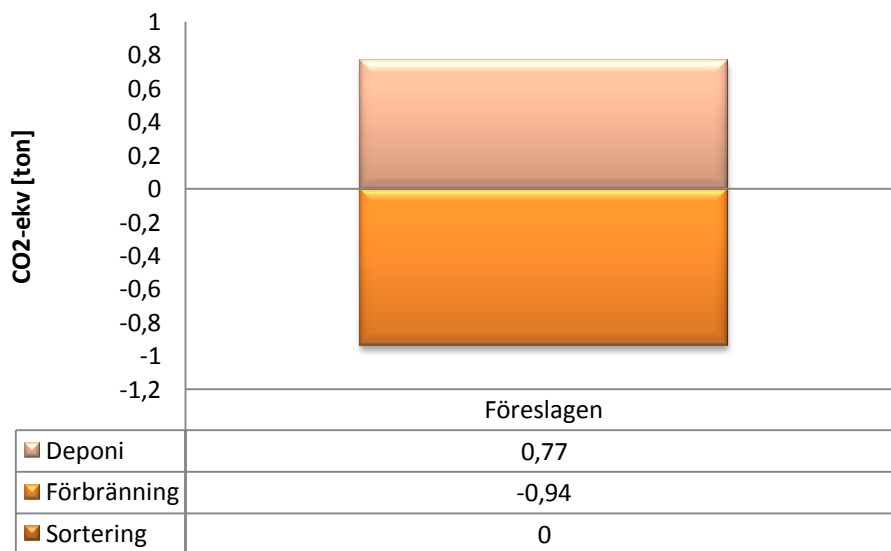


Figur 18. Miljöpåverkan vid den befintliga avfallshanteringen och den föreslagna avfallshanteringen. Figurerna visar utsläppen i kilogram för förurning och övergödning samt i ton för ökad växthuseffekt.

Vid analys av enbart ökad växthuseffekt framgår att det är förbränningen i den befintliga hanteringen som står för mest utsläpp, medan det är deponi som står för mest utsläpp i den föreslagna (Figur 19 och Figur 20).



Figur 19. Stapeldiagram för bidragande faktorer till ökad växthuseffekt i den befintliga hanteringen, där förbränning av avfall står för 98 procent av utsläppen. Enheten är i ton koldioxidekvivalenter.



Figur 20. Stapeldiagram för bidragande faktorer till ökad växthuseffekt i den föreslagna hanteringen, där enbart deponi har utsläpp som är större än noll. Enheten är i ton koldioxidekvivalenter.

Enligt WAMPS bidrar inget av alternativen till förurning eller övergödning. Det föreslagna alternativet bidrar enligt beräkningarna totalt sett inte till ökad växthuseffekt. Den befintliga hanteringen medför utsläpp på omkring 62 ton mer CO₂-ekvivalenter.

4.5 ÖVERSLAGSRÄKNING AV KOLDIOXIDUTSLÄPP

Genom källsortering i det föreslagna alternativet blev det totala utsläppet av koldioxid 0,2 ton från transport, förbränning och deponi (Tabell 12). Mängden koldioxid som kunde sparas till följd av materialåtervinning var 128 ton. Motsvarande siffror för den befintliga hanteringen var 15 ton respektive 47 ton. Totalt sett hade utsläpp av drygt 95 ton CO₂-ekvivalenter kunnat undvikas genom att källsortera det blandade avfallet vid studieobjektet Västra Blombacka.

Tabell 12. Totalt koldioxidutsläpp från de två avfallshanteringsmetoderna. Besparingen vid återvinning räknas inte med till det totala koldioxidutsläppet

Moment	Befintlig avfallshantering	Föreslagen avfallshantering
Utsläpp transport (X) [ton]	0,1	0,1
Utsläpp sortering (Y) [ton]	2,4	0
Utsläpp förbränning (Z) [ton]	12,8	0,1
Utsläpp deponi (D) [ton]	0,02	0,01
Besparing återvinning [ton]	(47,2)	(127,6)
Totalt CO₂-utsläpp [ton]	15,3	0,2

5. DISKUSSION

5.1 MILJÖVINSTER

Ökad källsortering av blandat byggavfall vid byggarbetsplatsen ger lägre koldioxidutsläpp, både enligt resultatet av WAMPS och enligt resultatet av egna beräkningar över koldioxidutsläpp. Från WAMPS kan dock mindre utsläpp av O₂- samt SO₂-ekvivalenter vid den befintliga metoden utläsas, det vill säga i det fall där avfallet sorterades som blandat byggavfall. Dessa vinster är dock försumbara sett till mängden ekvivalenter (omkring tre tiopotenser mindre) jämfört med vinsterna i koldioxidutsläpp i den föreslagna metoden.

Det föreslagna alternativet, där det blandade byggavfallet källsorterades på byggarbetsplatsen vid renovering av studieobjektet Västra Blombacka, medförde enligt WAMPS 18 kg mer utsläpp av SO₂-ekvivalenter, 122 kg mer utsläpp av O₂-ekvivalenter samt 62 ton mindre utsläpp av CO₂-ekvivalenter än vid den befintliga hanteringen där avfallet sorterades som blandat. Dock var både O₂- och SO₂-utsläppen negativa i såväl den befintliga som den föreslagna hanteringen av avfallet vilket tyder på en miljöbesparing ur ett livscykelperspektiv.

Att den utökade sorteringen medförde mer utsläpp av SO₂ och O₂ bör således tolkas som att den ger en mindre miljöbesparing än den befintliga hanteringen gällande förurning och övergödning snarare än att den är mer negativt miljöpåverkande. Utsläpp av 62 ton koldioxid motsvarar enligt Ragn-Sells Klimatnyttoguide 33 000 mils bilskörning på motorväg (Ragn-Sells, 2015a). Under antagandet att jordens omkrets runt ekvatorn är omkring 4 000 mil (Eriksson, 2006) motsvarar detta utsläpp från mer än åtta varvs bilkörning runt jorden. Detta hade kunnat undvikas enbart genom att källsortera det blandade byggavfallet på byggarbetsplatsen vid Västra Blombacka.

Anledningen till vissa negativa utsläpp i WAMPS beror dels på förbränningen och dels på graden av återvinning. Förbränningen i de båda alternativen i WAMPS jämförs med förbränning av biobränslen.

I det föreslagna alternativet går träavfallet till förbränning och enligt livscykelanalysen som programmet baseras på medför detta en energibesparing jämfört med att förbränna biobränsle. Samtidigt blir utsläppen från förbränningen positiva i den befintliga hanteringen eftersom förbränning av plast, trä och wellpapp jämförs med förbränning av biobränslen.

Återvinning av material antas ersätta råvaruutvinning av jungfruligt material. Ju mer material som återvinns, desto mindre mängd nytt material måste utvinnas. Då råvaruutvinning medför stor miljöpåverkning i förhållande till den miljöpåverkan som avfallshanteringen innebär, framstår det som att avfall är positivt för miljön om det återvinns. Eftersom allt som blir avfall någon gång har producerats av jungfruligt material kan detta resultat vara något missvisande.

Utökad sortering medförde enligt egna utsläppsberäkningar 95 ton mindre utsläpp av koldioxid (inklusive besparing av utsläpp från mindre mängd uttaget jungfruligt material). Detta motsvarar omkring 1,3 ton CO₂ per ton blandat byggavfall.

Byggprocessen står för 50 procent av den totala klimatbelastningen under en byggnads livstid (Westlund m.fl., 2014). Samtidigt menar Westlund m.fl (2014) att 350 kg CO₂-ekvivalenter per uppvärmd kvadratmeter (A_{temp}) släpps ut under byggprocessen vid produktion av ett flerbostadshus om utsläpp från markberedning utesluts. Då Västra Blombacka inte byggdes från grunden utan enbart omfattade renovering bedöms motsvarande siffra för utsläpp vid Västra Blombacka vara 150 kg CO₂-ekvivalenter/ A_{temp} . Detta antagande har baserats på att 84 procent av utsläppen under byggprocessen är materialrelaterade (Westlund m.fl., 2014) och att troligtvis mindre material går åt per A_{temp} vid renovering än vid nybyggnation.

A_{temp} vid Västra Blombacka är omkring 6 500 m² (Nordlund, 2015, pers.kom.). Med tidigare resonemang om 150 kg CO₂-ekvivalenter/ A_{temp} motsvarar detta utsläpp av 975 ton CO₂-ekvivalenter till följd av renoveringen. Om det blandade avfallet hade källsorterats hade utsläppen under byggprocessen kunnat sänkas med 95 ton vilket motsvarar omkring 10 procent.

Enligt en av Naturvårdverkets rapporter från 2015 uppkommer på årsbasis 187,4 kton blandat bygg- och rivningsavfall där 88 procent förväntas uppstå i byggsektorn (Palm et al., 2015). Detta innebär att 165 kton blandat byggavfall genereras av byggsektorn. Källsortering medförde enligt beräkningar en minskning med 1,3 ton CO₂ per ton blandat byggavfall. Detta innebär att källsortering av det blandade byggavfallet kan sänka koldioxidutsläppen med 215 kton per år på nationell nivå.

5.2 EKONOMISKA VINSTER

Kostnaden för avfallet är direkt relaterat till mängden avfall. Från mängden avfall finns sedan fyra kategorier av kostnader för avfall, nämligen kostnaden för:

- inköpt material som blir avfall
- förvaring av avfall på byggarbetsplatsen
- transport av avfallet till behandling
- behandling av avfall

Av allt material som köps in blir en varierande andel av det inköpta materialet avfall. Indirekt kan man påstå att byggföretag köper in avfall till ett bygge. Detta betyder att om ett företag utnyttjar omkring 90 procent av materialet till bygget, är 10 procent av materialkostnaden inköpspris för avfallet. När 50 procent av den totala byggproduktionskostnaden utgörs av materialkostnad blir inköpspriset för avfall därför stort.

På företagsnivå för Peab, NCC och JM finns det enligt utförda kostnadsberäkningar hundratals miljoner kronor att spara på årsbasis genom att minska den uppkomna avfallsvolymen från omkring 12 procent till 6 procent.

Planering av materialinköpen efter ett JIT-koncept⁹ och utökad användning av måttbeställda byggmaterial är exempel på åtgärder som kan vidtas för att minska mängden inköpt material och mängden genererat avfall. Därigenom kan även avfallsrelaterade kostnader minskas, inte minst kostnaden för inköp av avfall.

Containerkostnaden vid källsortering i fler fraktioner innebär lägre containerkostnader och behandlingskostnaden för sorterat byggavfall är betydligt lägre än för osorterat avfall. Totalt sett hade därför cirka 63 000 kronor kunnat sparas genom att bedriva avfallshanteringen vid studieobjektet Västra Blombacka så att utsortering av plast, trä och wellpapp hade varit möjligt. Detta innebär att besparingen per månad under det år som Västra Blombacka renoverades är 5 250 kronor. Under förutsättning att månadslönen för en snickare i Sverige är 24 000 kronor (Lönestatistik.se, 2015) medför detta att källsorteringen inte får ta mer än 35 timmar per månad för att det ska vara lönsamt att låta snickaren lägga tid på källsortering. Detta har beräknats genom att dividera besparingen från källsorteringen med månadslönen för en snickare och multiplicera kvoten med antalet arbetstimmar (160 timmar) under en månad. Det innebär följaktligen att om det tar en snickare mindre än 13 minuter per timme att källsortera allt byggavfall så är vinsten i de sänkta avfallsrelaterade kostnaderna högre än kostnaden för att snickaren istället ska bygga under 13 minuter. På en byggarbetsplats med 13 snickare innebär detta att en minut per timme kan avsättas för källsortering.

Tiden som källsorteringen får ta för snickarna för att det ska vara ekonomiskt lönsamt jämfört med att kasta avfallet som blandat är således väldigt begränsad. Om en grovarbetare har en halvtidsanställning med källsortering som enda arbetsuppgift på byggarbetsplatsen och månadslönen är 9 200 kronor (AllaStudier, 2015) blir kostnaden som tillkommer vid källsortering 3 950 kronor per månad om grovarbetaren kan sortera hela projektets byggavfall och hänsyn tas till de sänkta avfallsrelaterade kostnaderna. I jämförelse med övriga kostnader under ett års renovering borde denna kostnad anses vara en väl motiverad utgift för byggherren med tanke på den miljövinst som källsorteringen innebär.

Det finns dessutom fler positiva följder utöver den minskade miljöpåverkan och minskade behandlingskostnaden som källsortering medför. Exempel på sådana vinster är en säkrare och renare arbetsplats. En säkrare arbetsplats leder inte bara till färre arbetsolyckor och lägre kostnader relaterade till dessa, utan även ett trevligare arbetsklimate. Det kan också tänkas att ökad sortering medför större medvetenhet och därigenom genereras mindre mängd byggavfall. Genom att avsätta tid för källsortering kontrolleras materialet noggrannare innan det kastas vilket minskar risken för att material slängs onödan.

Ett av de mest förekommande argumenten för ”bristfällig” sortering av det blandade byggavfallet på byggarbetsplatsen under studiens genomförande har varit platsbrist.

⁹ Koncept från engelskans just-in-time att producera och leverera varor i rätt mängd och vid rätt tid

Flera av de kontaktade byggföretagen hävdade att ytan var en begränsande faktor till varför fler fraktioner inte kunde sorteras ut.

Även vid Kv. Trollet 4 i Järna var platsbrist motivet till att avfallet inte källsorterades bättre. På byggarbetsplatsen fanns det dock tre containrar med blandat byggavfall, medan det inuti containrarna grovt uppskattat återfanns tre avfallsfraktioner (plast, trä och wellpapp). Förslagsvis borde därför en container ha tilldelats varje avfallsslag.

Container 1 för blandat byggavfall låg dock något avskilt från container 2 och container 3 för blandat byggavfall. De övriga containrarna för andra avfallsfraktioner (metall, trä elektronik och fyllnadsmassor) på byggarbetsplatsen var placerade i närheten av container 2 och container 3. Det är således förståeligt att container 1 var avsedd för blandat avfall då transportsträckan till övriga containrar var relativt lång (200 meter) och det inte fanns utrymme för fler containrar i närheten av container 1.

På byggarbetsplatsen fanns en separat container för träavfall (Figur 21) i anslutning till container 2 och container 3. Således saknades det anledning att sortera träavfall som blandat avfall, särskilt då mycket av träavfallet som återfanns i containrarna med blandat avfall var fritt från exempelvis metall. Samtidigt hade container 2 och container 3 istället kunnat användas för sortera ut plastavfall och wellpapp i separata fraktioner.



Figur 21. Container för träavfall vid Västra Blombacka. (Foto: Elin Ahlström)

5.3 ÅTERANVÄNDA BYGGAVFALL

Att återanvända avfall kan ses som ett kugghjul i den förändring som måste göras för att sluta överutnyttja planetens resurser (Prokopec, 2014). Genom återanvändning minskar vattenkonsumtionen, växthusgasutsläppen, kemikalieanvändningen och annat som annars är förknippat med nyproduktion och som kan undvikas när en produkt kan återanvändas.

En av frågeställningarna i detta examensarbete var hur byggmaterial i högre grad kan återanvändas, vilket i sin tur även är ett av många svar på hur EU:s avfallshierarki bättre kan implementeras i byggsektorn.

5.3.1 Återanvändning i samhället

Eftersom marknaden för begagnade produkter bland privatpersoner fortsätter växa för varje år (Blocket AB, 2015), kan slutsatsen dras att acceptansen för den handeln är hög i Sverige. Blocket AB är Sveriges största köp- och säljmarknad (HUI research, 2013). Deras hemsida har fem miljoner besökare per vecka enligt en opinionsundersökning genomförd av Ipsos 2013 (Blocket AB, 2015). I samma undersökning framgick att 99 procent av Sveriges befolkning känner till Blocket och att 8 av 10 någon gång har köpt eller sålt något på Blocket.

Med hjälp av Blockets försäljningsstatistik från år 2013 beräknade också IVL den potentiella minskningen av koldioxidutsläpp vid begagnathandel, under antagandet att försäljning av en begagnad vara ersatte tillverkning av en ny. Resultatet blev 1,6 miljoner ton CO₂-ekvivalanter per år (Blocket AB, 2014) vilket kan jämföras med de 56 miljoner ton som Sverige släppte ut totalt under 2013 (Naturvårdsverket, 2015b). I en bransch som står för 40 procent av allt avfall som genereras i Sverige borde motsvarande siffra för byggsektorn bli ännu högre om material återanvändes.

Det finns ett tydligt intresse för begagnathandel hos det svenska folket och detta borde i större grad utnyttjas även i byggsektorn. Då samhället överlag är positivt till begagnathandel är det rimligt att anta att detsamma skulle gälla för nybyggnationer. Byggentreprenörer borde därför komma till insikt att en nybyggnation inte nödvändigtvis behöver bestå av nytt material. Fler dialoger om återanvändning måste ske mellan de olika aktörerna redan i projekteringsfasen. Detta leder förhoppningsvis till en fortsatt positiv utveckling av den medvetenhet som sakta börjar ta form gällande avfall i byggsektorn.

5.3.2 Station för inlämning för återbruk

Flera exempel på miljöstationer, där begagnat byggmaterial kan lämnas in, har identifierats. Dessa kan fungera på olika sätt men fyller i slutändan samma funktion; att underlätta återanvändning av byggmaterial.

Malmö återbyggdepå är resultatet av ett samarbete mellan Malmö stad och Sysav där begagnat byggmaterial kan lämnas in utan kostnad. På så sätt slipper byggentreprenören dyra tippavgifter samtidigt som byggmaterialet sedan kan återanvändas miljövänligt och billigt (Malmö återbyggdepå, 2014).

Swerecycling är en tjänst hos företaget Swerock, som är ett dotterbolag till Peab (Jansson, 2015, pers.kom.). Jansson säger på Peab:s hemsida: ”infrastrukturen och kompetensen har vi redan inom Peab. Med Swerecycling utnyttjar vi detta på bästa sätt och tar eget ansvar för det avfall som uppstår i verksamheten. I och med att vi själva tar hand om avfallet vet vi också att det blir korrekt omhändertaget” (Peab, 2015).

Swerecycling är till skillnad från andra behandlingsföretag helt fokuserade på avfall från byggsektorn och likartade materialflöden med stora bulkmassor (Jansson, 2015, pers.kom.). Utöver det minskade uttaget av jungfruligt material genom ökad återvinning

och återanvändning effektiviseras också transporter och koldioxidutsläppen kan minskas som en följd av detta (Peab, 2015).

Det finns även andra exempel på kretsloppsparkar, så som Kretsloppsparken Alelyckan i Göteborg som är den första av sitt slag i Sverige (Göteborgs stad, 2015). Här kan avfall repareras och förädlas vid behov innan det säljs som återanvändbara produkter i butiker på parkområdet. På parken finns Återbruket som är en butik för just begagnat byggavfall (Göteborgs stad, 2015).

Ett liknande exempel är Brohaga försäljning i Helsingborg. De fokuserar på rivningsentreprenader där så mycket material som möjligt tas om hand och säljs vidare till privatpersoner och företag (Olsson och Dahlberg, 2006).

5.3.3 Återlämning till leverantören

En annan viktig parameter för att öka graden av återanvändning är möjligheten att återlämna överblivet byggmaterial till leverantören som sedan kan sälja detta vidare i andra byggprojekt.

I dagsläget köper ett antal leverantörer tillbaka överblivet och obrutet byggmaterial för ett reducerat pris, vanligtvis omkring 80 procent av inköpspriset (Olsson och Dahlberg, 2006). Men i och med att många av de stora byggentreprenörerna köper in billigt byggmaterial från till exempel Kina (Andersson och Ohlsson, 2007) tillkommer dyra fraktkostnader och stor miljöpåverkan vid potentiell återlämning till leverantören.

För- och nackdelar kan diskuteras. Det finns både argument som talar för att en viss procentsats gynnar EU:s avfallshierarki och minskad mängd genererat avfall, samtidigt som det finns argument som talar emot. Å ena sidan är procentsatsen ett incitament till inköp av mindre kvantiteter byggmaterial eftersom byggentreprenörerna förlorar pengar om de köper in för stora mängder som sedan måste lämnas tillbaka. Detta leder i sin tur till att mindre mängd byggmaterial återfinns på byggarbetsplatserna vilket minskar risken för att materialet förstörs och blir till avfall. Å andra sidan kan procentsatsen medföra att byggentreprenörerna undviker att återlämna byggmaterial och istället kasserar materialet eftersom det är resurskrävande och kanske direkt olönsamt att dels förvara materialet så att det inte förstörs och dels frakta tillbaka det för återlämning.

Det kan också antas att byggentreprenörerna istället förvarar materialet i egna förvaringsutrymmen mellan projekt eftersom de inte får tillbaka fullt pris vid återlämning till leverantör. Sannolikheten att byggentreprenörernas förvaringsutrymmen uppfyller samma kvalitet som leverantören bedöms vara låg efter iakttagelser under studiebesöket vid Kv. Trollet 4. Där låg mycket material utspritt på byggarbetsplatsen med presenning som väderskydd. Därför bedöms risken vara större att materialet på sikt förstörs och blir avfall i slutändan ändå.

5.3.4 Logistikcenter

Många gånger arbetar byggentreprenörerna inte efter JIT-koncept då risken är att förseningar i leverans kan leda till ett projekt där byggarbetarna inte har något material att arbeta med. Då detta scenario är dyrare än kostnaden för inköp av extra mängder material (Naturvårdsverket, 2013a), beställer byggentreprenörerna in mer material än vad som planeras användas. På grund av dålig logistik och bristfälliga förvaringsutrymmen på byggarbetsplatsen är risken sedan stor att överskottsmaterial tar skada av väder och vind, vilket då försvårar möjligheten ytterligare att lämna tillbaka materialet till leverantören eller återanvända materialet.

Ett exempel på hur mängden byggavfall kan minska, mängden återanvänt material kan öka och kostnaden för ett byggprojekt kan sänkas är uppförandet av ett logistikcenter på byggarbetsplatsen. Ett försök till detta gjordes av Skanska UK vid bygget av Barts hospital i London där just kostnad och mängden avfall minskade. Även antalet tunga transporter kunde minskas med 75 procent (Tyréns m.fl., 2012).

Tyréns m.fl. (2012) beskriver ett logistikcenter som ett lager till vilket stora lastbilar kommer med leveranser. Från logistikcentret kan sedan material levereras till byggarbetsplatsen när det behövs. Därmed ökar graden av JIT-leveranser. Utöver detta minskar även andelen material som blir förstört, byggarbetsplatsen blir renare och färre olyckor sker (Tyréns m.fl., 2012). Genom att materialet förvaras bättre och på en och samma plats är det rimligt att anta att det i större utsträckning går att avtala med leverantörer om att ta tillbaka överblivet material och det ökar dessutom möjligheterna för återanvändning på annat håll. Återlämning till leverantör kan med fördel också göras när leverantören lämnar nytt material (Tyréns m.fl., 2012).

5.3.5 Rivningsanpassade byggkomponenter

En annan viktig aspekt vid återanvändning av byggmaterial är hur enkla komponenterna är att plocka ned vid rivning. Genom att redan vid projekteringen av byggprojektet planera för rivning, kan mer material i framtiden återanvändas eftersom de inte förstörs när de plockas ned. Detta kan göras genom att använda material som är sammanfogade på ett sätt som möjliggör separering (Sörmland vatten och avfall AB, 2015).

Innan en rivning görs en så kallad *rivningsinventering* där byggnaden bedöms efter materialmängd, sammansättning och separerbarhet (Bülow, 2015). Detta möjliggör selektiv rivning där material och byggkomponenter kan sorteras ut för att lättare hantera rivningsmaterialet rätt. Efter inventeringen görs en rivningsplan som lämnas till kommunens byggnadsnämnd, där bland annat uppgifter om vilka byggkomponenter som ska återanvändas finns med (Bülow, 2015).

Genom att bygga med separerbara komponenter, utföra grundliga rivningsinventeringar och sedan bedriva noggrann kontroll av att rivningsplanen efterföljs kan ett mer kretsloppsanpassat byggande uppföras. Detta leder till mindre mängd genererat avfall vilket går i linje med EU:s avfallshierarki.

Just efterkontrollen av att rivningsplanen följs är i dagsläget bristfällig vilket bland annat bekräftades vid diskussion med Kent Jansson vid Swerecycling och vid studiebesöket på Kv. Trollet 4. Vid studiebesöket upptäcktes det att de avfallsfraktioner som skulle sorteras ut under projektets gång enligt projektets KMA-plan¹⁰ inte stämde överens med de fraktioner som faktiskt sorterades ut. Bland annat skulle en separat container för plastavfall upprättas enligt KMA-planen, medan ingen container för plastavfall fanns på byggarbetsplatsen vid besöket. Samtidigt skulle inga containrar för blandat byggavfall upprättas enligt KMA-planen, medan det återfanns tre containrar för blandat byggavfall på byggarbetsplatsen.

5.4 REDOVISNINGSMETODER FÖR BYGGAVFALL

Eftersom EU ställt krav på 70 viktprocent återvinning och återanvändning i byggsektorn till år 2020, måste ett fungerande redovisningssystem finnas. Nedan följer argument om för- och nackdelar för de i litteraturstudien (avsnitt 2.9) föreslagna alternativen.

5.4.1 Bygg och rivningsföretag alternativ 1

Detta alternativ baseras på att uppgifter från stora byggföretag lämnas ut på årsbasis och sedan görs en uppräkningsfaktor till nationell nivå med exempelvis omsättning hos byggföretag som uppräkningsfaktor. Eftersom avfallshanteringen rör sig om både kostnad och miljöpåverkan borde företagen i eget syfte vara intresserade av att ta fram statistiken. Detta kan göras genom att följa upp avfallsstatistiken både på projektnivå och på företagsnivå. Genom att på företagsnivå öka förståelsen kring det avfall företaget producerar kan det förväntas att medvetenheten också ökar. Ökad medvetenhet kan i sin tur leda till förebyggande åtgärder vilket både minskar mängden uppkommet avfall och förbättrar den befintliga avfallshanteringen.

En svårighet med rapportering från byggföretagen är att det finns över 70 000 registrerade företag i Sverige, där de dominerande tio största troligtvis har en verksamhet som inte är jämförbar med de resterande småföretagen (Ek m.fl., 2009). Statistiken vid uppräkningsfaktor kan därför inte förväntas ge en representativ bild av den verkliga situationen.

Då bygg- och rivningsföretag inte är tillståndspliktiga enligt Miljöbalken, behöver de inte redovisa miljöpåverkan i en miljörapport (Sundqvist m.fl., 2013). Även om statistiken finns inom företaget är det således inte säkert att de väljer att redovisa den för allmänheten. Vid tidigare statistikproduktion har dålig data erhållits från de större byggföretagen (Sundqvist m.fl., 2013). Vid det senaste försöket lämnades användbara uppgifter från enbart två byggföretag och ett rivningsföretag av de sex respektive sju som kontaktades av SMED. Om inte en lagändring genomförs handlar det därför mer om en attitydfråga hos byggföretagen om de väljer att dela med sig av statistiken eller inte. Denna attitydfråga kan bland annat diskuteras med benchmarking, företagens samhällsansvar och CSR (Corporate Social Responsibility) som ståndpunkt, men detta berörs inte vidare här.

¹⁰ Kvalitet, miljö och arbetsmiljöplan

Då målet om 70 viktprocent återanvändning och återvinning ska vara uppfyllt till år 2020 är det inte rimligt att förutsätta att en lagändring hinner träda i kraft under denna tidsperiod. Även om detta alternativ på sikt potentiellt sett kan minska mängden uppkommet avfall utesluts detta alternativ.

5.4.2 Bygg och rivningsföretag alternativ 2

Detta alternativ bygger på att byggherren rapporterar in avfallstatistiken på projektnivå till kommunen som sedan rapporterar detta vidare till Naturvårdsverket. I Sverige finns det idag 290 kommuner (Sveriges Kommuner och Landsting, 2015), vilket bedöms som ett överkomligt antal att hantera nationell avfallsstatistik från. Samtidigt bedöms det som rimligt att inom kommunen sammanställa byggavfallstatistik på årsbasis och rapportera detta till Naturvårdsverket. Det är också rimligt att begära att byggherren ska rapportera in statistiken på projektnivå till aktuell kommun.

Detta scenario leder till säker avfallsstatistik hos Naturvårdsverket, ökad medvetenhet hos byggherren och ökad kunskap hos kommunerna. Eftersom kommunerna ansvarar för stora delar av den samhällsservice som finns (Sveriges Kommuner och Landsting, 2015), däribland renhållning- och avfallshantering, kan kommunerna vid ökad förståelse kring byggavfall även anpassa sin service bättre. Detta kan ske genom till exempel kretsloppsparker som diskuterats utförligare i tidigare avsnitt 5.3.2.

För att genomföra detta förslag krävs dock en ändring i Plan- och Byggnadslagen (Sundqvist m.fl., 2013). Med samma argument gällande tidsram som för alternativ 1 utesluts därför även detta alternativ.

5.4.3 Avfallstransportörer

Detta alternativ baseras på att kontakta de tio största avfallstransportörerna i Sverige för att få uppgifter om transporterade avfallsmängder. Då transportörerna fakturerar byggentreprenörerna har transportörerna information om avfallsmängderna kopplat till byggentreprenörernas organisationsnummer (Ek m.fl., 2009). Från dessa nummer kan sedan företag i byggsektorn sorteras ut. Eftersom det är genom avfallstransportörerna som avfallet för första gången förflyttas är risken för dubbelräkning därför liten (Ek m.fl., 2009).

Inför rapporteringen år 2010 identifierades avfallstransporter utifrån sex större transportföretag (Sundqvist m.fl., 2013). Sundqvist hävdar att flera avfallsströmmar dock inte täcktes in och i vissa avfallsströmmar blev avfallsmängderna lägre än de resultat som gavs med andra metoder. Resultatet bedömdes därför som mycket osäkert.

Det finns också avfall som inte transporteras av transportörer, utan istället med till exempel firmabilar. Eftersom det finns många småföretag i branschen är det sannolikt att även antalet transporter av denna typ är många. Det blir därför även här svårt att ge en representativ bild av verkligheten.

Eftersom avfallstransportörerna varken påverkar uppkomsten eller behandlingen av avfallet, borde inte heller ökad medvetenhet hos dem bidra till en annan avfallssituation

med lägre mängd genererat byggavfall. Då transportörerna inte heller enligt lag är skyldiga att lämna ut uppgifter (Ek m.fl., 2009), är även denna metod också beroende av en lagändring för att undvika risken att transportörerna av konkurrensskäl inte vill lämna ut sina uppgifter. Även om Ek m.fl (2009) rekommenderar avfallstransportörerna som uppgiftslämnare utesluts detta alternativ också enligt tidigare argument.

5.4.4 Avfallsbehandlingsföretag och miljörapporter från avfallsbehandlingsföretag

Dessa alternativ bygger på att antingen kontakta de största behandlingsföretagen i branschen på årsbasis och be om de efterfrågade uppgifterna eller använda behandlingsföretagens miljörapporter för att ta fram statistiken. Då det är vid behandlingsföretagen som uppgifter om avfallet för första gången tas fram och då de enligt lag har ett rapporteringskrav är det logiskt att använda dessa data för framtagning av avfallsstatistiken. Även här måste sedan byggföretagens organisationsnummer användas för att identifiera vad som är byggavfall (Sundqvist m.fl., 2013).

Det totala antalet avfallsbehandlingsföretag är litet och de tio största kan förväntas täcka 90 procent av Sveriges avfallshantering (Ek m.fl., 2009). Då statistiken finns framtagen för att kunna skriva årliga miljörapporter och då ett överkomligt antal företag går att samla in tillräckligt säker statistik ifrån, är det möjligt att kontakta behandlingsföretagen för att ta fram statistik.

Då det redan finns ett befintligt rapporteringssystem mellan behandlingsföretag och Naturvårdsverket i dagsläget innebär det dock mer jobb att kontakta behandlingsföretagen för statistik som presenteras på årsbasis ändå. Förslaget att använda miljörapporterna som källa för avfallsstatistik borde därför gå snabbare och mer kostandseffektivt att driva igenom än att kontakta behandlingsföretagen (Sundqvist m.fl., 2013).

Rapporteringen behöver dock bli mer standardiserad för att underlätta sammanställningen (Sundqvist m.fl., 2013). Dessutom registrerar avfallsbehandlingsföretagen i dagsläget inte från vilken bransch avfallet har sitt ursprung.

I de fall en extern transportör lämnar av avfallet är det inte ens säkert att behandlingsanläggningen vet avfallets ursprung (Sundqvist m.fl., 2013). För att använda avfallsbehandlingsföretagen som källa borde därför ytterligare en punkt läggas till i miljörapporten gällande ursprungsbransch.

Vissa avfallsströmmar inkluderas dock inte vid användning av avfallsbehandlingsföretagen som redovisningskälla. Exempel på sådana strömmar är sorteringsanläggningar som hanterar mindre än 10 000 ton avfall per år eller i de fall där schaktmassor ses som en resurs och inte registreras som avfall (Sundqvist m.fl., 2013).

En annan nackdel med att använda behandlingsföretagens statistik är att detta inte ger något vidare incitament till lägre mängder genererat avfall i framtiden. Detta dels då de inte kan påverka att avfallet uppstår från början och dels då de är beroende av avfall för att driva sin verksamhet. Ytterligare en fördel med denna metod är att behandlingsföretagen har störst kompetens gällande avfallsfraktioner och behandlingsmetoder. Det är därför klokt att låta dem sköta inrapporteringen av avfallsstatistiken.

5.4.5 Avfallsfaktorer

Avfallsfaktorer är faktorer som tas fram för exempelvis olika avfallsslag vid tidigare byggprojekt. Dessa faktorer används sedan för uppräknings på nationell nivå. I dagsläget finns dock inga fungerande svenska avfallsfaktorer (Ek m.fl., 2009), varför istället norska faktorer har använts efter viss anpassning till svenska förhållanden (Sundqvist m.fl., 2013). Eftersom dessa faktorer togs fram för mer än tio år sedan och branschen bland annat strävar efter att minska avfallsmängderna (Ek m.fl., 2009), borde avfallsfaktorerna uppdateras för att minska risken för systematiska fel. Det skulle därför ta tid att se över statistiken i tillräckligt många projekt för god generaliserbarhet.

Vidare säger avfallsfaktorerna ingenting om hur behandlingen av avfallet går till, varför ytterligare en insamling från en annan källa skulle behövas för att kunna rapportera in de av EU efterfrågade parametrarna. Då dessa data troligtvis hämtas från behandlingsföretagen kommer två källor behöva användas.

Risken för dubbelräkning är dock liten men för små verksamheter och entreprenörer utan central statistik är det sannolikt att avfallsmängder missas (Ek m.fl., 2009). Användning av avfallsfaktorer stimulerar inte heller branschen till att generera mindre mängd avfall.

5.4.6 Detaljstudie

Inom de flesta byggföretag finns bra data inom enskilda projekt. Om data från ett tillräckligt stort antal projekt analyserades skulle en uppräknings till nationell nivå kunna utföras (Ek m.fl., 2009).

Vid en noggrann kontroll av samtliga underleverantörer är risken för dubbelräkning och missade mängder liten (Ek m.fl., 2009). De data från ekonomiuppföljningen i enskilda projekt som används vid uppräknings är väldigt säkra, men det är ändå stor osäkerhet i den slutliga uppräknings. Detta beror dels på att alla byggprojekt är unika och att det är svårt att gruppera samt bestämma frekvensen av en viss typ av projekt (Ek m.fl., 2009). Det beror också på att många projekt sträcker sig över flera år och avfallsmängder på årsbasis kan därför vara svårt att ta fram.

Det medför troligtvis inte heller någon ökad medvetenhet hos byggentreprenörerna eller byggherren, varför detta förslag inte lär bidra till att minska mängden uppkommet avfall.

5.4.7 Val av redovisningsmetod

Tre av alternativen utesluts på grund av att de kräver en större lagändring för att garantera att statistiken tas fram och lämnas över till en myndighet. Detta gäller alternativ 1 och 2 för byggföretagen samt alternativet med avfallstransportörer som uppgiftslämnare (se avsnitt 5.4.1-5.4.3).

Det kan ta flera år för en lagändring att träda i kraft och sedan ytterligare tid innan aktörerna har anpassat sig till det nya systemet och fått det att fungera. Eftersom målet om 70 viktprocent återanvändning och återvinning ska vara uppfyllt till år 2020, krävs en metod som går snabbare att implementera.

Det är dock motiverat att lägga rapporteringskravet på byggföretagen i framtiden. Med rapporteringskrav följer noggrannare överblick av avfallsstatistiken. Detta kan vara ett incitament till att företagen vidtar avfallsförebyggande åtgärder eftersom de får ökad medvetenhet kring kostnad och miljöpåverkan från avfallet de genererar. Detta i sin tur kan bidra till att byggsektorn följer avfallshierarkin bättre. Av de två alternativen för byggföretag som uppgiftslämnare rekommenderas alternativ 2 eftersom detta alternativ anses ge störst säkerhet i statistiken (se avsnitt 5.4.2).

Då användande av avfallsfaktorer inte bidrar till mindre avfallsmängder, medför stora osäkerheter vid uppräknings, kräver att information om avfallets behandling hämtas från annan källa samt är tidskrävande vid framtagning av nya uppdaterade avfallsfaktorer, anses inte heller detta alternativ vara aktuellt.

Vidare gäller samma argument om minskade avfallsmängder och osäkerhet för alternativet med detaljstudie som källa för framtagning av avfallsstatistik. Jämfört med andra alternativ är det också tidskrävande att samla in statistiken på detta sätt. Istället för ett par dagar kan det ta upp till flera veckor (Ek m.fl., 2009) att bara samla in statistiken. Utöver detta tillkommer tid för uppräknings och sammanställning etc.

Det slutliga valet av redovisningsmetod faller därför på behandlingsanläggningarna som källa för statistik. Detta val bekräftas av Sundqvist m.fl. (2013) men går emot Eks m.fl. (2009) slutsats, som istället föreslog att avfallsstatistik från transportörerna användes. Valet innebär troligtvis ingen minskning av mängden uppkommet avfall, men utnyttjar ett befintligt rapporteringssystem och kräver ingen lagändring. Dessutom är avfallsstatistiken säker och kommer från den mest sakkunniga källan, det vill säga de som arbetar med avfall.

Således föreslås att avfallstatistik sammanställs från avfallsbehandlingsföretagens årliga miljörapporter som lämnas in till Naturvårdsverket, där med fördel ytterligare en punkt tillförs till rapporteringen. Denna punkt omfattar från vilken bransch avfallet uppkommer, vilket underlättar sammanställningen av just byggavfallsstatistik.

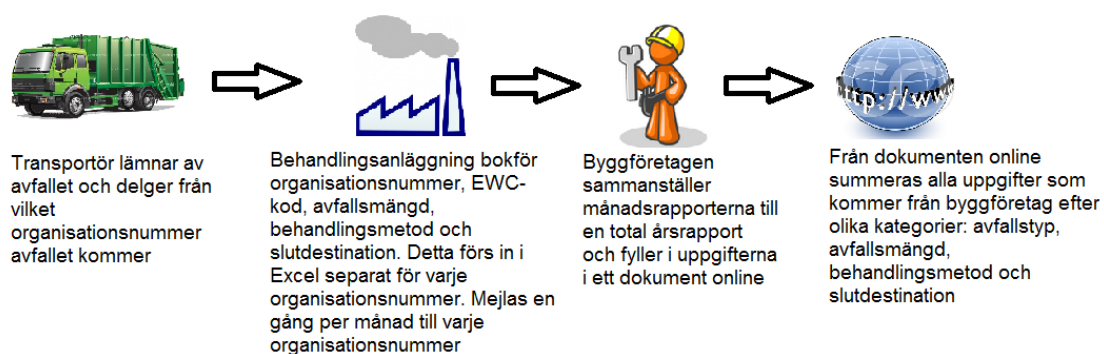
5.4.8 Hypotetisk redovisningsmetod

En redovisningsmetod som inte är genomförbar till år 2020, men som bedöms vara det bästa alternativet ur flera aspekter föreslås nedan (Figur 22). Detta är ett hypotetiskt scenario och implementerbarheten har inte utvärderats.

För att få säker statistik bör primärkällan vara behandlingsanläggningarna. De har i sin tur en programvara (liknande Avfall Web¹¹) där uppgifter om organisationsnummer, avfallstyp, avfallsmängd, behandlingsmetod samt slutdestination för avfallet sammanställs. Detta skickas i förslagsvis Excel-format (Appendix F, Figur F1) på månadsbasis till respektive företag.

På årsbasis sammanställs sedan dessa 12 månadsutskick hos byggföretagen som redovisar organisationsnummer, total avfallsmängd av varje avfallstyp, behandlingsmetod samt slutdestination. Likt Avfall Web fyller sedan en ansvarig från byggföretaget varje kalenderår i uppgifterna online.

Om alla byggföretag ställs inför krav på rapportering sammanställs den nationella statistiken av en programvara som analyserar samtliga uppgifter från byggföretagen och per automatik summerar uppgifterna. Enligt Jenny Westin på Avfall Sverige är det möjligt att det skulle gå att expandera det nuvarande systemet i Avfall Web till att även inkludera byggavfall från andra sektorer än hushåll om intresse finns (Westin, 2015, pers.kom.).



Figur 22. Schematisk bild över hypotetisk redovisning. (Bild: Elin Ahlström)

Rapportering på detta sätt medför säker statistik då primärkällan är den mest sakkunniga. Samtidigt tvingas byggföretagen se över sin avfallsstatistik. Detta medför inte bara ökad förståelse och därigenom bättre avfallshantering. Det underlättar även för framtida benchmarking och kan på sikt motivera företagen av konkurrensskäl att minska sina avfallsmängder när de ser sin position i förhållande till andra.

¹¹ Internetbaserat verktyg för kommuner för uppföljning av hantering av hushållsavfall

6. FELKÄLLOR OCH OSÄKERHETER

6.1 MATERIAL SOM BLIR AVFALL

Mängden material som blir avfall varierar kraftigt mellan enskilda projekt. I tre projekt som omnämns i Tyréns m.fl rapport (2012) varierade andelen mellan 2 och 50 procent för olika materialslag. Naturvårdsverket menar att mellan 5 till 15 procent av byggmaterialet blir avfall. Således kan kostnaden för den mängd inköpt material som blir avfall, samt kostanden för att behandla det uppkomna avfallet också variera stort inom enskilda projekt.

De tre metoder som användes för framtagning av andel material som blir byggavfall baserades på den uppkomna avfallsmängden på tre byggarbetsplatser i en studie genomförd av BRE. För mer generella resultat hade avfallsvolymer från fler byggprojekt behövt fastställas. Dock låg alla framräknade procentsatser med marginal inom Naturvårdsverkets intervall för uppkommet byggavfall. Således bedöms storleksordningen på den uppkomna avfallsvolymer och kostnaden för inköp av avfall hos Peab, NCC och JM vara rimlig även om den kan skilja sig med flera procentenheter jämfört med den verkliga avfallsandelen.

6.2 BYGGAVFALL VÄSTRA BLOMBACKA

Några av studiens största osäkerheter ligger i antagandet om innehållet i det blandade avfallet. Uppskattningarna om avfallets innehåll är grov och begränsas delvis av de uppgifter som kunde tillhandahållas från entreprenören som genomförde renoveringen, men även av tidsramen då enbart det blandade avfallet från ett pågående renoveringsprojekt kunde utvärderas.

Det är bland annat rimligt att anta att den blandade fraktionen, utöver de tre identifierade avfallsfraktionerna (trä, plast och wellpapp), i verkligheten även innehåller exempelvis gips och isolering. Eftersom det inte var möjligt att tömma ut innehållet i containrarna för blandat avfall vid platsbesöket på Kv. Trollet 4 gjordes enbart en bedömning av det översta skiktet av avfall utan hänsyn till vad som låg längre ner i containern. Inte heller Sortera kunde erbjuda möjligheten att tömma ut sina containrar från andra projekt. Vidare kan det uppkomna avfallet vid Kv. Trollet 4 skilja sig mycket från det uppkomna avfallet vid studieobjektet Västra Blombacka. Vid beräkningarna har det antagits att innehållet i det blandade avfallet såg likadant ut.

Enligt en av Naturvårdsverkets rapporter från år 2015 uppkommer på årsbasis 187,4 kton blandat bygg- och rivningsavfall (Palm m.fl., 2015). Av detta är 82,5 kton brännbart avfall och 3,3 kton är träavfall som båda går till förbränning. 47,6 kton mineralavfall och deponirester går till konstruktion och deponitäckning medan 16,2 kton går till deponi. 35,4 kton metall, 0,5 kton plast och 0,2 kton glas går till återvinning. 1,7 kton pappersavfall uppkommer men det framgår inte i rapporten hur detta behandlas.

Enligt denna fördelning är omkring två procent träavfall, knappt en procent är pappersavfall och 0,3 procent är plastavfall. Denna fördelning skiljer sig mycket från den fördelning som identifierades vid screeningen av det blandade avfallet vid Kv.

Trollet 4. Efter konsultation med Åsa Westberg vid WSP beslutades att värden med mest koppling till Telge Bostäder skulle användas. Därför användes den vid screeningen uppskattade fördelningen och inte Naturvårdverkets fördelning.

Det bekräftas också av Lindström (2014) att det blandade byggavfallet innehåller stora mängder plast vilket stämmer överens med den genomförda screeningen men inte med Naturvårdverkets uppgifter. Dock är det möjligt att en stor del av det brännbara avfallet i Naturvårdverkets rapport utgörs av plast och papper vilket det enligt EWC-koderna i Tabell 6 gjorde vid Västra Blombacka. Med ett sådant resonemang är det möjligt att stora mängder plast uppkommer även enligt Naturvårdverkets rapport men återfinns som brännbart avfall som utgjorde 44 procent av det blandade avfallet.

Vidare gjordes screeningen för avfallsvolym, medan beräkningarna krävde fördelning efter vikt eftersom det var mängderna avfall som erhöles från studieobjektet Västra Blombacka och inte volymen. Således uppstår osäkerheter och felkällor vid konverteringen från volym till vikt med hjälp av densitet.

Eftersom mycket av det plastavfall som återfanns i containrarna vid screeningen var av typen plastförpackningar och påsar innehöll en kubikmeter plastavfall även mycket luft. Det är därför troligt att densiteten för plastavfallet var lägre än den använda, även om en viss korrigering för luft gjordes. Detta medför att en större mängd plast har uppskattats i det blandade avfallet än vad det i verkligheten troligtvis fanns. Detta får i sådant fall den befintliga hanteringen att verka sämre än den i verkligheten troligtvis är, eftersom en större andel plast i det blandade materialet innebär att mer plast förbränns.

Då plast är det sämsta materialet att förbränna av de tre studerade avfallstyperna och samtidigt medför mycket mer utsläpp vid produktion med jungfruligt material jämfört med produktion med återvunnet material, vinklas resultatet till det föreslagna alternativets fördel något.

Vidare är det också troligt att en viss del av avfallet inte kan källsorteras på lämpligt sätt. Detta beror bland annat på att orena avfallsfraktioner uppstår vid exempelvis rivning, där träavfallet förslagsvis kan innehålla spik och andra metaller eller murbruk.

6.3 SORTERINGSALTERNATIV

Vad beträffar sorteringsalternativen är en första osäkerhet att en annan avfallsentreprenör än de verkliga har studerats. Vid Västra Blombacka användes Åkerisäcken AB medan Tysslinge Åkeri AB användes vid Kv. Trollet 4. För beräkningarna har Sorteras sortiment använts. Både sortiment och pris kan således variera jämfört med den faktiska sorteringen vid Västra Blombacka, likaså behandlingskostnaden.

Samma sorteringsmetoder, det vill säga den befintliga respektive den föreslagna, hade dock jämförts oavsett använd avfallsentreprenör. Således bör skillnaden procentuellt sett vara likvärdig den beräknande oberoende av vilken entreprenör som utvärderas.

Vidare har grova uppskattningar om antalet containrar som finns på byggarbetsplatsen samtidigt gjorts för att underlätta beräkningarna. I verkligheten är det möjligt att både färre och fler containrar hade kunnat användas samtidigt vilket påverkar både upptagen yta och containerhyra. Samtidigt hade Sorteras sortiment kunnat kombineras på olika sätt i oändlighet, där varje kombination medför ett eget resultat. De tre alternativ som föreslogs samt det alternativ som antogs ha använts vid Västra Blombacka bedöms dock vara jämförbara på den nivå som krävs för att besvara examensarbetets frågeställningar.

6.4 WAMPS SOM BERÄKNINGSVERKTYG

Ett första problem vid användning av WAMPS är att programmet är utformat för hushållsavfall. Enheterna i programmet är dock anpassade för stora mängder hushållsavfall på årsbasis, varför vissa värden i resultatet kan se ut att vara noll trots att de i verkligheten existerar.

Att miljöbelastningen i vissa fall blir negativ beror på de avgränsningar som gjorts i livscykelanalysen som ligger till grund för programmet. Dessa diskuterades utförligare i avsnitt 5.1.

Genom att ansätta en procent som indata för andel till deponi tolkar WAMPS detta som att en procent av det material som inte återvanns gick direkt till deponi och inte till förbränning först. Detta resulterar i att mindre mängd avfall, omkring ett halvt ton mindre, förbränns vid analys i WAMPS jämfört med den mängd som förbrändes vid egna beräkningar. Detta gjordes för att få med utsläpp från deponi och det i programmet inte gick att ange att slaggrester gick till deponi. Detta kan vara en anledning till att egna beräkningar generade större mängd utsläpp då ett halvt ton avfall vid egna beräkningar genererade utsläpp från både förbränning och deponi.

Vad gäller antagandet om återvinningsgraden vid maskinell sortering på en återvinningscentral har Sveriges totala materialåtervinning använts. Andra avfallsflöden och sektorer än byggavfall och byggsektorn har således studerats när dessa värden beräknades av Sopor.nu (2015c). Det innebär också att dessa värden inkluderar både det material som sorteras vid källan och det material som kan eftersorteras vid återvinningscentral. De värden på återvinningsgrad som har använts har därför enbart svag anknytning till hur mycket avfall som en maskin på en återvinningscentral kan sortera ut. Det är möjligt att maskinell eftersortering på en återvinningscentral har stor precision och kan sortera ut en större del av materialet.

Eftersom förbränning av avfallet i den befintliga hanteringen genererade mest utsläpp av koldioxid och den del av materialet som inte återvinns antas gå till förbränning, beror resultatet till stor del av vilken återvinningsgrad som används. Antagandet om återvinningsgrad är grovt och påverkar slutresultatet mycket.

Vidare är det högst troligt att återvinningsgraden på plast och wellpapp inte är 100 procent även om dessa sorteras ut i rena fraktioner i det föreslagna alternativet. Till skillnad från exempelvis metall kan dessa komponenter inte återvinnas i oändlighet, då

kvaliteten försämras vid varje återvinningscykel. Därför är det rimligt att en viss del av det sorterade avfallet förbränns trots att det sorterats ut för materialåtervinning.

6.5 ÖVERSLAGSRÄKNING AV KOLDIOXIDUTSLÄPP

Vid egna beräkningar av koldioxidutsläpp användes utsläppsvärden från andra behandlingsanläggningar än den som i verkligheten användes. Storleken på utsläppen i verkligheten kan därför skilja sig från det uträknade. Även om storleken kan tänkas variera mellan olika behandlingsanläggningar bör dock förhållandet procentuellt sett vara liknande varför resultatet bedöms kunna användas för jämförelse av de två alternativen. Vid egna beräkningar gäller samma resonemang kring återvinningsgrad som för osäkerheterna med WAMPS.

Utsläpp från transport från lastbilsdepån till insamlingsplatsen har uteslutits, men krävs inte för jämförelse eftersom utsläppen förväntas vara lika stora i de båda alternativen. Då utsläpp från transport beräknades för den totala avfallsmängden och inte antalet transporter, blir utsläppen lika stora för de båda alternativen då samma mängd avfall uppstår och slutdestinationen är densamma.

Det har också antagits att samtliga fraktioner i det blandade avfallet kunde behandlas på samma anläggning som det transporterades till och att det utsorterade avfallet transporterades för behandling på samma anläggning som det osorterade. Det är dock inte omöjligt att närmre behandlingsanläggningar för de utsorterade avfallsfraktionerna fanns. Detta uteslöts vid beräkningar eftersom utsläpp från transport utgör en liten del i förhållande till den totala avfallshantering.

Vid användning av det danska beräkningsverktyget (se avsnitt 3.6) har ingen hänsyn tagits till avfallssammansättningen. Generellt är det troligtvis lägre utsläppsmängder för byggavfall eftersom det innehåller mycket inert material och liten mängd lättnedbrytbart material. Därför är det rimligt att anta att utsläpp från deponi är lägre än det beräknade då det blandade avfallet inte innehöll lättnedbrytbart material.

Återvinningsprocessen i sig innebär också utsläpp vid drift av maskinerna. En bättre beräkning av utsläpp hade kunnat göras om information om återvinningsprocessen hade funnits att tillgå. Då hade utsläppen från återvinningen kunnat beräknas direkt, istället för att beräkna besparingen av utsläpp genom minskad mängd uttaget jungfruligt material.

7. SLUTSATSER

Sammanfattningsvis kan fem generalla slutsatser dras:

- Stora miljövinster kan göras vid källsortering av blandat byggavfall
- De avfallsrelaterade kostnaderna sänks vid källsortering av det blandade byggavfallet på byggarbetsplatsen
- Genom att minska den uppkomna mängden material som blir avfall vid nybyggnation kan materialkostnaden sänkas med hundratals miljoner kronor hos de stora byggtreprenörerna
- Det finns flera metoder att öka andelen byggavfall som återanvänds, exempelvis kretsloppsparker, logistikcenter och rivningsanpassade byggkomponenter
- Det bästa alternativet i dagsläget är att utnyttja behandlingsanläggningarnas befintliga rapporteringssystem och använda deras årliga miljörapporter som källa för framtagning av avfallsstatistiken

Genom källsortering av blandat byggavfall kan koldioxidutsläppen under renoveringsprocessen sänkas med 10 procent och utsläppen från avfallshanteringen kan minska med upp till 1,3 ton CO₂ per ton blandat byggavfall. På nationell nivå innebär detta 215 kton CO₂ per år. Detta motsvarar en sänkning med nästan en halv procent av Sveriges totala koldioxidutsläpp under ett år.

Då både containerkostnaderna och behandlingskostnaderna sänks vid källsortering av det blandade byggavfallet är det billigare att källsortera det blandade byggavfallet på byggarbetsplatsen än att sortera det som blandat. Genom att källsortera det blandade byggavfallet kan de avfallsrelaterade kostnaderna sänkas med 30 procent. Det är således ekonomiskt och miljömässigt försvarbart att källsortera det blandade byggavfallet. Det handlar snarare om en attitydfråga hos byggföretagen om vad som prioriteras vid byggprocessen och avfallshanteringen.

Om andelen material som blir avfall vid nybyggnation sänks från 12 till 6 procent av det inköpta materialet kan NCC, Peab och JM minska sina produktionskostnader med omkring 620 Mkr, 530 Mkr respektive 50 Mkr per år. Detta motsvarar omkring en procent av företagens totala omsättning och en sänkning med cirka fem procent i materialkostnader.

Att låta rapporteringen ligga i behandlingsföretagens ansvar medför inget incitament till mindre mängd uppkommet avfall eftersom det inte är hos denna aktör som avfallet uppstår. Det ger dock säker statistik och kräver inga lagändringar för att kunna anammas, vilket det exempelvis krävs för att garantera att byggherren lämnar ifrån sig uppgifterna. Då målet om 70 viktprocent återvinning och återanvändning ska vara uppfyllt till år 2020 krävs en snabb implementering, även om denna inte är densamma som den på sikt mest fördelaktiga lösningen.

REFERENSLISTA

AllaStudier, 2015, *Grovarbetare*

<http://allastudier.se/jobb-o-l%C3%B6n/8546-grovarbetare/> (2015-05-21)

Amini, H., R. Reinhart, D., 2012. *Evaluating Landfill Gas Collection Efficiency Uncertainty*.

Andersson, P., Ohlsson, H., 2007. *Förbättringspotential för inköpsstrukturen i byggbranschen (No. 147/2007)*. Lund.

<http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=1352150&fileId=2434885> (2015-02-16)

Avfallsdirektiv 2008/98/EG, 2008. *Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/98/EG av den 19 november 2008 om avfall och om upphävande av vissa direktiv (Direktiv No. 2008/98/EG)*. Europeiska unionens officiella tidning, Strasbourg.

Avfallsförordning, *Avfallsförordning (2011:927)*, 2011.

Avfall Sverige, 2014. *Svensk avfallshantering 2014*. Malmö.

Avfall Sverige, 2013. *Svensk avfallshantering 2013*. Avfall Sverige, Malmö.

Beijer, 2015. *Byggregel ohyvlat 47x200mm c24*.

<http://www.beijerbygg.se/store/foretag/tr%C3%A4produkter/virke/s%C3%A5gat-virke/byggregel-ohyvlad-47x200mm-c24> (2015-02-09)

Blocket AB, 2015. *Om Blocket*.

<http://www.blocket.se/omblocket.htm> (2015-02-13)

Blocket AB, 2014. *Begagnathandelns klimatnytta - En rapport från Blocket*.

<http://www.mynewsdesk.com/se/blocket/documents/begagnathandelns-klimatnytta-2014-miljoehaensynen-bland-begagnathandlare-oekar-35457> (2015-02-13)

Building Resource Establishment, 2015. *Background to the Green Guide to Specification*.

<http://www.bre.co.uk/greenguide/page.jsp?id=2069> (2015-03-18)

Bülow, C., 2015. *Rivning/återanvändning*.

<http://www.ekobyggportalen.se/byggprocessen/rivning/> (2015-02-13)

Byggherrarna, 2015. *Vad är en byggherre*.

<http://byggherre.se/om-byggherrarna/vad-ar-en-byggherre/> (2015-01-27)

Byggnadsentreprenörer, 2015. *Om byggmästare och byggnadsentreprenörer*.

<http://www.xn--byggnadsentreprenrer-kbc.se/byggmaestare.htm> (2015-01-27)

Byggnadsfirma G Insulander AB, 2015. *Kvalitet, miljö och arbetsmiljöplan för projektet: Kv. Trollet 4*.

Byggsektorns Kretsloppsråd, 2005. *Miljöprogram 2010 Riktlinjer för kretsloppsanpassad avfallshantering vid byggproduktion och vid rivning* (No. Remissutgåva 1).

Construction Ressources & waste platform, 2008. *Wastage Rate Report*.
<http://www.wrapni.org.uk/sites/files/wrap/Wastageratesreport.pdf> (2015-03-18)

Ek, M., Junestedt, C., Kock, E., Ljunggren Söderman, M., Szudy, M., 2009. *Utvecklingsprojekt för byggavfall* (No. Nr 23 2009). SMED, Norrköping.

Elektronikåtervinning i Sverige, 2015. *Återvinning av elektronik*.
<http://www.elektronikatervinning.com/information/atervinning/> (2015-01-29)

Ellegård, L., 2014. *Vitaminer, mineraler och spårämnen*.
http://www.lakemedelsboken.se/c3_nut_vitaminspar_2013fm10.html (2015-01-29)

Eriksson, A., 2006. *Rymdforskning*.
<http://www.rymdforum.nu/?id=1216> (2015-04-07)

Europeiska miljöbyrån, 2014. *Avfall: Ett problem eller en resurs?*
<http://www.eea.europa.eu/sv/miljosignaler/signaler-2014/artiklar/avfall-ett-problem-eller-en-resurs> (2015-01-21)

Europeiska unionens officiella tidning, 2014. *Rådets beslut av den 9 december 2014 om ändring av rådets arbetsordning* (No. 2014/900/EU).

Eurostat, 2015a. *Waste statistics*. Eurostat.
http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics (2015-04-20)

Eurostat, 2015b. *Construction statistics- NACE Rev.2*. Eurostat.
http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Construction_statistics_-_NACE_Rev._2 (2015-04-20)

Eurostat, 2014, *GDP per Capita inPPS*,Eurostat
<http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tec00114&plugin=1> (2015-06-02)

Fickler, S., 2013. *Mest hållbart är att sluta riva*.
http://www.svd.se/opinion/brannpunkt/mest-hallbart-ar-att-sluta-riva_8059872.svd (2015-02-18)

Google, 2015. Google Maps, kartdata 2015.
<https://www.google.se/maps/dir///@62.0329754,17.378555,5z> (2015-02-20)

Gröna bilister, 2012. *Drivmedelsfakta 2012 gällande förhållanden på den svenska marknaden helåret 2011*.

Gårdstam, L., 2014. *Miljöproblem vid deponering*.
<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Mark/Deponier/> (2015-01-29)

Göteborgs stad, 2015. *Kretsloppsparken Alelyckan*.
http://goteborg.se/wps/portal/invanare/miljo/har-lamnar-hushall-avfall/kretsloppsparken-aterbruket/!ut/p/b1/04_SjzQysTQ3MzUyMdSP0I_KSyzLTE8syczPS8wB8aPM4gMMvQItNawdDfzdLd0MPEO8A9z8vH38Q83MgQoigQoMcABHA0L6_Tzyc1P1c6NyLAADq6l2/dl4/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/#htoc-2 (2015-02-13)

Henryson, J., Goldmann, M., 2007. *Återvunnen råvara- en god affär för klimatet. Återvinningsindustrierna*.

HUI research, 2013. *Ihållande vinter gjorde ett kyligt avtryck på begagnathandeln*.
<http://www.hui.se/nyheter/begagnatbarometern-q1-2013> (2015-02-13)

Håkansson, V., Sjölander, N., 2012. *Byggavfall - En studie av avfall på byggarbetsplatser*. Institutionen för naturvetenskap och teknik, Örebro.

JM, 2014. *Årsredovisning 2013*. Stockholm.
http://www.jm.se/globalassets/jmse/om_jm/bolagsstyrning/arsstamma/jm_2013_sve_web.pdf (2015-03-18)

Johansson, I., 2011. *Miljöpåverkan*.
<http://www.avfallsverige.se/avfallshantering/energiatervinning/miljoepaaverkan/> (2015-01-29)

Lindström, K., 2014. *Potential för att återvinna mer byggmaterial*.
<http://omvarldsbevakning.byggtjanst.se/Artiklar/2014/September/Potential-for-att-atervinna-mer-byggmaterial/> (2015-02-18)

Ljunggren Söderman, M., Palm, D., Rydberg, T., 2011. *Förebygga avfall med kretsloppsparkar- Analys av miljöpåverkan* (No. B1958). IVL, Göteborg.

Lönestatistik.se, 2015, *Lönestatistik snickare*
<http://www.lonestatistik.se/loner.asp/yrke/Snickare-1026> (2015-05-21)

Malmö återbyggdepå, 2015. *Lämna gärna begagnat byggmaterial till oss och slipp dyra tippavgifter*.
<http://www.malmoabd.se/fa-hamtat/> (2015-01-28)

Malmö återbyggdepå, 2014. *Malmö Återbyggdepå*.
<http://www.malmoabd.se/article/ny-hemsida/> (2015-02-13)

Metrolit byggnads AB, 2015a. *Om Metrolit*.
<http://www.metrolit.se/om-metrolit/> (2015-02-12)

Metrolit byggnads AB, 2015b. *Totalrenovering Kv Skoveln*.
<http://www.metrolit.se/2013/04/02/totalrenovering-kv-skoveln/> (2015-02-12)

Miljöbalk, 1998. *Miljöbalken* (Svensk författningssamling No. SFS 1998:808).

Miljöpartiet, 2008. *Lastbilarna - mycket koldioxid i lasten*.
<http://www.svenssonsmith.se/admin/upload/lastbilarnakoldioxid.pdf> (2015-02-26)

Nationalencyklopedien, 2015. *Plast*.
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/plast> (2015-03-20)

Naturvårdsverket, 2015a. *Materialinventering och sortering av bygg- och rivningsavfall*.
<http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledninga/Avfall/Bygg--och-rivningsavfall/Materialinventering-och-sortering-av-bygg--och-rivningsavfall/> (2015-03-18)

Naturvårdsverket, 2015b. *Nationella utsläpp av växthusgaser*.
<http://www.naturvardsverket.se/klimat2013> (2015-02-13)

Naturvårdsverket, 2014a. *Bygg- och rivningsavfall*.
<http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Avfall/Avfallsforebyggande-program/Bygg--och-rivningsavfall/> (2015-01-19)

Naturvårdsverket, 2014b. *Lagar och regler om avfall*.
<http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledninga/Avfall/Lagar-och-regler-om-avfall/> (2015-01-20)

Naturvårdsverket, 2014c. *Vem gör vad bygg- och rivningsavfall*.
<http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Avfall/Vem-gor-vad/Bygg--och-rivningsavfall/> (2015-01-28)

Naturvårdsverket, 2013a. *Tillsammans vinner vi på ett giftfritt och resurseffektivt samhälle. Sveriges program för att förebygga avfall 2014-2017*, Bromma.

Naturvårdsverket, 2013b. *EU:s återvinningsmål för byggavfall*.
<http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Avfall/Avfallsforebyggande-program/Bygg--och-rivningsavfall/EUs-atervinningsmal-for-byggavfall/> (2015-01-29)

Naturvårdsverket, 2012. *Från avfallshantering till resurshållning- Sveriges avfallsplan 2012-2017* (No. 6502).

Naturvårdsverket, 2010. *Utsläpp i siffror Metan (CH₄)*.
<http://utslappsiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Vaxthusgaser/Metan/> (2015-03-16)

NCC, 2014. *Årsredovisning 2013*. Solna.
http://www.ncc.se/documents/om%20ncc/investor_relations/arsredovisningar/ncc_ar13_svx.pdf (2015-03-18)

Nilsson-Djerf, J., 2014. *Materialåtervinning gör avfall till en värdefull resurs*.
<http://www.avfallsverige.se/avfallshantering/materialaatervinning/> (2015-01-28)

Nordbergh, S., 2015. *Vi närmar oss drömgränsen!*

<http://www.volvotrucks.com/trucks/sweden-market/sv-se/aboutus/every-drop-counts/Pages/dromgransen.aspx> (2015-02-16)

Olsson, R., Dahlberg, A., 2006. *Nyttjande av oförbrukat byggmaterial. Jönköping.*

<http://hj.diva-portal.org/smash/get/diva2:4201/FULLTEXT01.pdf> (2015-02-17)

Palm, D., Sundqvist, J.-O., Jensen, C., Tekie, H., Fråne, A., Ljunggren Söderman, M., 2015. *Analys av lämpliga åtgärder för att öka återanvändning och återvinning av bygg- och rivningsavfall* (No. 6660). Naturvårdsverket.

Peab, 2015. *Återvunnet byggmaterial till nytta i nya projekt.*

<http://www.peab.se/om-peab/press-och-media/aktuellt-fran-peab/aktuellt-nr-3-2013/swerecycling/> (2015-02-13)

Peab, 2014. *Årsredovisning 2013. Förslöv.*

http://www.peab.se/Global/PEAB-SE/Documents/Rapporter/AR_sv_13.pdf (2015-03-18)

Petersson, F., 2012. *Beräkningsverktyg för koldioxidutsläpp från avfallshantering.* Halmstad.

<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:536354/FULLTEXT01.pdf> (2015-02-26)

Prokopec, J., 2014. *Blockets miljöarbete tar flera kliv framåt.*

<http://www.mynewsdesk.com/se/blocket/documents/begagnathandeln-klimatnytta-2014-miljoehaensynen-bland-begagnathandlare-oekar-35457> (2015-02-13)

Ragnsells, 2015a. *Klimatnyttoguiden.*

<http://www.ragnsells.se/sv/Miljokunskap/Klimatnyttoguiden/> (2015-01-29)

Ragnsells, 2015b. *Klimatnyttan med återvinning.*

<http://www.ragnsells.se/sv/Miljokunskap/Miljonyttan-med-atervinning/Klimatnyttan-med-atervinning/> (2015-01-29)

Ragnsells, 2015c. *Energibesparing med återvinning.*

<http://www.ragnsells.se/sv/Miljokunskap/Miljonyttan-med-atervinning/Energibesparing-med-atervinning/> (2015-01-29)

Ragnsells, 2015d. *Återvinning. Vår väg till ett bättre klimat.*

http://www.ragnsells.se/global/ovriga_dokument/atervinning_broschyr.pdf (2015-02-25)

Reco Baltic 21 Tech, 2015. *Waste Management Planning System (WAMPS).*

<http://www.recobaltic21.net/en/waste-management-planning-system.html> (2015-02-16)

Roos, J.M., 2013. *Konsumtionsrapporten 2013.* Centrum för konsumtionsvetenskap.

Scheutz, C., Kjeldsen, P., 2015. *Metoder til PRTR indberetning for danske deponier v0411.* Institut for Vand og Miljøteknologi på danmarks Tekniske Universitet.

SMED, 2014. *Avfall i Sverige 2012* (No. 6619). Naturvårdsverket, Stockholm.

Sopor.nu, 2015a. *Svenskarna återvinner mycket*.

<http://www.sopor.nu/Rena-fakta/Sverige-jaemfoert-med-EU> (2015-04-20)

Sopor.nu, 2015b. *Förbränning*.

<http://www.sopor.nu/En-sopas-vaeg/Soppaasen/Foerbraenning> (2015-04-02)

Sopor.nu, 2015c. *Statistik över olika avfallsslag*.

<http://www.sopor.nu/Rena-fakta/Avfallsmaengder/Statistik> (2015-02-16)

Spängs, T., Olsson, H., 2014. *Utländsk arbetskraft i slavlika förhållanden*. Dagens Nyheter.

<http://www.dn.se/ekonomi/utlandsk-arbetskraft-i-slavlika-forhallanden/> (2015-04-22)

Statens energimyndighet, 2013. *Kortsiktsprognos över energianvändning och energitillförsel 2013-2015* (No. ER 2013:15). Eskilstuna.

Sundqvist, J.-O., Edborg, P., Stare, M., Jensen, C., Dunsö, O., 2013. *Miljörapporter som källa för förbättrad avfallsstatistik - med fokus på bygg- och rivningsavfall* (No. 2013:113). SMED.

Sundqvist, J.-O., Palm, D., 2010. *Miljöpåverkan från avfall- Underlag för avfallsprevention och förbättrad avfallshantering* (No. B1930). IVL.

Svantesson, I., 2014. *Deponering en liten men viktig del av verksamheten*.

<http://www.avfallsverige.se/avfallshantering/deponering/> (2015-01-28)

Svenska renhållningsverksföreningen, 2006. *Sorteringsanläggningen- en förädlingsanläggning* (No. RVF 2006:02). Malmö.

Svensk Fjärrvärme, 2015. *Kraftvärme*.

<http://www.svenskfjarrvarme.se/fjarrvarme/vad-ar-kraftvarme/> (2015-04-02)

Sveriges byggindustrier, 2015. *30 största byggföretagen efter omsättning i Sverige*.

https://www.sverigesbyggindustrier.se/UserFiles/Files/Marknad/30_storsta_byggforetag_en_i_sverige_2013.pdf (2015-01-23)

Sveriges Kommuner och Landsting, 2015. *Kommuner och landsting*.

<http://skl.se/tjanster/kommunerlandsting.431.html> (2015-02-24)

Symonds Group, 1999. *Construction and demolition waste management practices, and their economic impacts* (No. 46967). European comission.

Sörmland vatten och avfall AB, 2015. *Minimera och återanvänd*.

<http://www.sormlandvatten.se/renhallning/bygg-och-rivningsavfall/minimera-och-ateranvaend/> (2015-02-17)

Telge Bostäder, 2015. *Telge Bostäder*.

<http://www.telge.se/Om-Telge/Vara-bolag/Telge-Bostader/> (2015-02-12)

The Engineering ToolBox, 2015. *Densities of Miscellaneous Solids*.
http://www.engineeringtoolbox.com/density-solids-d_1265.html (2015-05-18)

The free dictionary, 2015. *Xenobiotic*.
<http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/xenobiotic> (2015-02-18)

Tyréns, SKANSKA, Nya Karolinska Solna, 2012. *Att minska byggavfallet - En metod för att förebygga avfall vid byggande*. Stockholm.
<http://www.tyrens.se/Global/Nyheter/Nyheter%202012/Rapport%20Minska%20byggavfall%20120410.pdf> (2015-02-06)

Världsnaturfonden, 2014. *Ekologiska fotavtryck... och hur många planeter skulle krävas om alla levde som du?*
<http://www.wwf.se/vrt-arbete/ekologiska-fotavtryck/1127697-ekologiska-fotavtryck> (2015-01-29)

Vattenfall, 2015. *Avfallsförbränning- Ett bränsle som ger fjärrvärme, fjärrkyla, ånga och el*.
http://www.vattenfall.se/sv/file/Avfallsf_rbr_nning_Uppsala_30898831.pdf (2015-01-28)

Westlund, P., Brogren, M., Byman, K., Hylander, B., Kellner, J., Linden, C., Lönngrén, Ö., Nordling, J., Strömberg, L., Winberg, F., 2014. *Klimatpåverkan från byggprocessen, IVA och Sveriges Byggindustrier*

Windén, S., 2009. *Ny hantering av byggavfall skonar miljön på Huddinge*. Locus.
http://www.locum.se/upload/Om%20Locum/Locum%20Rum/Locum%20Rum%202%202009/rum_2_2009_atervinning.pdf (2015-01-28)

World Commission on Environment and Development, 1987. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future* (No. A/42/427). Genève.

Personlig kommunikation

Asplund, V., 2015. Mailkontakt med Victoria Asplund (Sortera) om behandlingskostnad plast och wellpapp.

Byström, J., 2013. Kv Skoveln 1 Huvudtidplan, Metrolit AB. Erhållen via mail

Jansson, K., 2015. Frågor om avfallshantering hos PEAB (Swerecycling)- Kent Jansson, department manager. Telefonmöte

Jensen, C., 2015. Mailkontakt med Carl Jensen (IVL-Klimat och hållbara samhällssystem) angående WAMPS.

Nordlund, A., 2015. Mailkontakt med Anna Nordlund, Telge Bostäder

Vinnerås, B., 2015. Mailkontakt med Björn Vinnerås (SLU)

Westin, J., 2015. Mailkontakt med Jenny Westin om Avfall Web, Rådgivare upphandling, taxor, statistik.

Ågren, J., 2015. Frågor om avfallshantering hos JM - Jörgen Ågren, Miljöledare. Telefonmöte

Appendix A

Tabell A1. Statistik för EU:s medlemsländer

	Mängd byggavfall [kton]¹²	Antal invånare [miljoner styck]¹³	Antal anställda [tusen stycken]¹⁴	Investeringar [miljoner euro]¹⁵
Belgien	18 165	11,2	304,3	4 853
Bulgarien	79	7,3	237,5	633
Tjeckien	9 354	10,4	406,5	1 486
Danmark	3 176	5,6	147,7	610
Tyskland	190 990	80,8	1 638,9	4 596
Estland	436	1,3	38,6	111
Irland	1 610	4,6	55,2	1 745
Grekland	2 086	11,0	285,1	735
Spanien	37 947	46,5	1 659,5	7 739
Frankrike	260 226	65,8	1 793,3	i.u
Kroatien	8	4,2	i.u	i.u
Italien	59 340	61,2	1 821,9	9 412
Cypern	1 068	0,9	35,8	82
Lettland	22	2,0	53	139
Litauen	357	2,9	81,3	122
Luxemburg	8 867	0,5	39,5	96
Ungern	3 072	9,9	212,7	439
Malta	988	0,4	i.u	i.u
Nederländerna	78 064	17,1	489,4	1 790
Österrike	9 010	8,5	274,3	913
Polen	20 818	38,0	902,2	3 244
Portugal	11 071	10,4	448,7	1 755
Rumänien	238	19,9	402,9	3 054
Slovenien	1 509	2,1	77,9	271
Slovakien	17 086	5,4	176,3	366
Finland	24 645	5,5	173,1	890
Sverige	93 181	9,6	330,6	1 602
Storbritannien	105 560	64,3	1 381,8	7 961

*i.u – ingen uppgift

¹² Mängd byggavfall är hämtat från Eurostat (2015a)

¹³ Antal invånare är hämtat från Europeiska unionens officiella tidning (2014)

¹⁴ Antal anställda är hämtat från Eurostat (2015b)

¹⁵ Investeringskostnader är hämtade från Eurostat (2015b)

Appendix B

Tabeller till jämförelse och värdering av sorteringsalternativ vi studieobjektet Västra Blombacka.

Tabell B1. Antal enheter för de olika sorteringsalternativen

Enhet	Volym [m ³]	Maxlast [ton]	Area [m ²]	Antal metod 1	Antal metod 2	Antal metod 3
I. Lastväxlare	25	10	14,58	-	-	-
II. Lastväxlare	15	8	10,94	-	5	-
III. Lastväxlare	30	10	15,42	7	-	5
IV. Lastväxlare	18	10	14,52	-	1	-
V. Lastväxlare	10	10	14,52	-	-	-
VI. Lastväxlare	10	8	10,89	-	-	-
VII. Stängd liftdumper	10	6	7,25	3	3	3
VIII. Öppen liftdumper	10	6	7,78	-	-	-
IX. Öppen liftdumper	5	6	5,97	-	-	-
X. Säck small	0,2	0,5	0,25	-	1	1
XI. Säck medium	1	1,5	0,81	-	5	5
XII. Säck large	2	1	2	-	-	-
Totalt antal	-	-	-	10	15	14

Tabell B2. Rank baserat på minst antal hämtningar av containrar från byggarbetsplatsen till behandlingsanläggningen

	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Antal hämtningar	10	15	14
Rank	1	3	2

Tabell B3. Rank baserat på störst volym av containrar

	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Total volym [m ³]	240	128	185
Rank	1	3	2

Tabell B4. Rank baserat på minsta skillnaden mellan tillåten maxlast och den faktiska avfallsmängden 70,7 ton

	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Maxlast [ton]	88	76	76
Rank	2	1	1

Tabell B5. Utvald enhet för varje avfallsfraktion i de olika alternativen. Siffran till vänster om "x" representerar antalet enheter av en viss typ i de fall antalet överskred ett och den romerska siffran representerar enheten i Tabell B1

	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Trä	2xIII	IV, 3xXI	III, 3xXI
Plast	5xIII	5xII, X, 2xXI	4xIII, X, 2xXI
Wellpapp	3xVII	3xVII	3xVII

Tabell B6. Rank baserat på lägst upptagen yta på byggarbetsplatsen

	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Total area [m ²]	130	95	103
Rank	3	1	2

Tabell B7. Prislista för Sorteras sortiment av containrar och byggsäckar (Asplund, 2015, pers.kom.)

Enhet (Y)	Hyra [kr/dag]	Zontillägg [kr/styck]	Utställning [kr/styck]	Tömning [kr/styck]	Hemtag [kr/styck]
Lastväxlare	75	300	590	1 150	1 150
Liftdumper	55	300	590	990	990
Säck small	0	300	99	749	0
Säck medium	0	300	149	749	0
Säck large	0	300	219	749	0

Tabell B8. Rank baserat på lägsta kostnad för sorteringsalternativen

	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Kostnad [kronor]	106 000	110 000	107 000
Rank	1	3	2

Tabell B9. Sammanställt resultat vid betygsättning av aspekter gällande avfallshantering

	Projektledare Västra Blombacka	Platschef Kv. Trollet 4
Containrarna är fulla innan de når sin tillåtna maxlast	Vet ej	2
Ytan på byggarbetsplatsen är begränsad	3	3
Det är bra med så få transporter på byggarbetsplatsen som möjligt	3	3
Förvaring av avfall på byggarbetsplatsen ska kosta så lite som möjligt	Vet ej	3

Tabell B10. Prislista för behandling av avfall enligt Sorteras prislista (Asplund, 2015, pers.kom.)

Avfallsfraktion	Behandlingskostnad [kronor/ton]
Blandat avfall	1 415
Brännbart avfall	795
Träavfall	350

Tabell B11. Beräknad behandlingskostnad för uppkommet blandat avfall vid Västra Blombacka baserat på Sorteras prislista (Asplund, 2015, pers.kom.)

	Befintlig hantering	Föreslagen hantering
Kostnad blandat [kronor]	100 000	-
Kostnad trä [kronor]	-	5 000
Kostnad plast [kronor]	-	34 000
Kostnad wellpapp [kronor]	-	11 000
Totalt [kronor]	100 000	50 000

Appendix C

Tabeller och resultat från WAMPS.

Tabell C1. Parametervärden till WAMPS

	Telge Bostäder befintlig hantering	Telge Bostäder föreslagen hantering
Blandat avfall [ton]	70,7	-
Trä [ton]	-	14,2
Plast [ton]	-	43,1
Wellpapp [ton]	-	13,4
Återvinningsgrad trä [%]	100	100
Återvinningsgrad plast [%]	37	100
Återvinningsgrad wellpapp [%]	36	100

Amount of waste (tonnes):	Blandat avfall	Total
	70.70	70.70
Material	Blandat avfall	Total
Plastic (unspecified)	61.0 %	61.0 %
Plastic packaging (hard)		
Plastic packaging (soft)		
Glass (unspecified)		
Glass packaging		
Steel and metal scrap (mixed)		
Metal packaging (steel)		
Metal packaging (aluminium)		
Paper and cardboard (unspecified)	19.0 %	19.0 %
Paper packaging		
Newspapers, magazines etc		
Biodegradable material (mixed)		
Organic degradable kitchen waste		
Garden waste		
Wood	20.0 %	20.0 %
Hazardous waste (unspecified)		
Hazardous batteries (Cd, Hg, Pb)		
Car batteries (accumulators)		
Electric and electronic wastes (WEEE)		
Rubber, incl. tyres		
Inert wastes		
Non-hazardous batteries		
Clothes, shoes, textiles and leather		
Others		

Figur C1. Sammansättning av avfall vid befintlig avfallshantering. (Publicerad med tillstånd av IVL, Bild: WAMPS)

Amount of waste (tonnes):	Kartong	Plast	Trä	Total
	13.40	43.10	14.20	70.70
Material	Kartong	Plast	Trä	Total
Plastic (unspecified)		100.0 %		61.0 %
Plastic packaging (hard)				
Plastic packaging (soft)				
Glass (unspecified)				
Glass packaging				
Steel and metal scrap (mixed)				
Metal packaging (steel)				
Metal packaging (aluminium)				
Paper and cardboard (unspecified)	100.0 %			19.0 %
Paper packaging				
Newspapers, magazines etc				
Biodegradable material (mixed)				
Organic degradable kitchen waste				
Garden waste				
Wood			100.0 %	20.1 %
Hazardous waste (unspecified)				
Hazardous batteries (Cd, Hg, Pb)				
Car batteries (accumulators)				
Electric and electronic wastes (WEEE)				
Rubber, incl. tyres				
Inert wastes				
Non-hazardous batteries				
Clothes, shoes, textiles and leather				
Others				

Figur C2. Sammansättning av avfall vid föreslagen avfallshantering. (Publicerad med tillstånd av IVL, Bild: WAMPS)

Amount of waste:	Blandat avfall		Total	
	70.70		70.70	
Fraction	Input amount	Source	Total	Source
Plastic (unspecified)	43.13		43.13	
Paper and cardboard (unspecified)	13.43		13.43	
Total Fractions	56.56		56.56	

Figur C3. Andel som sorteras ut vid källan vid befintlig avfallshantering. (Källa: WAMPS).

Amount of waste:	Blandat avfall				Total			
	70.70				70.70			
Fraction	Input amount	Central	Mechanical	Residual	Input amount	Central	Mechanical	Residual
Plastic (unspecified)	43.13	100.0 %			43.13	100.0 %		
Paper and cardboard (unspecified)	13.43	100.0 %			13.43	100.0 %		
Wood	14.14			100.0 %	14.14			100.0 %
Total Fractions	70.70	80.0 %		20.0 %	70.70	80.0 %		20.0 %

Figur C4. Andel som transporteras till återvinningscentral för eftersortering vid befintlig avfallshantering. (Publicerad med tillstånd av IVL, Bild: WAMPS)

Amount of waste:	Kartong		Plast		Trä		Total	
	13.40		43.10		14.20		70.70	
Fraction	Input amount	Source	Input amount	Source	Input amount	Source	Total	Source
Plastic (unspecified)	0.00		43.10	100.0 %	0.00		43.10	100.0 %
Paper and cardboard (unspecified)	13.40	100.0 %	0.00		0.00		13.40	100.0 %
Total Fractions	13.40	100.0 %	43.10	100.0 %			56.50	100.0 %

Figur C5. Andel som sorteras ut vid källan vid föreslagen avfallshantering. (Publicerad med tillstånd av IVL, Bild: WAMPS)

Amount of waste:	Blandat avfall		Total	
	70.70		70.70	
Fraction	Input amount	Central	Input amount	Central
Plastic (unspecified)	43.13	37.0 %	43.13	37.0 %
Paper and cardboard (unspecified)	13.43	36.0 %	13.43	36.0 %
Total Fractions	56.56	36.8 %	56.56	36.8 %

Figur C6. Andel som sorteras ut för återvinning vid eftersortering på återvinningscentral vid befintlig avfallshantering. (Publicerad med tillstånd av IVL, Bild: WAMPS)

Residual waste: 14.2 t

Landfill

1.0 %

Recovered product: Gas

Landfill divide

Biocell

Landfill

100.0 %

Dumping

Gas recovery efficiency

Biocell

Landfill

30.0 %

Gas use

Electricity

30.0 %

District heating

60.0 %

Excess heat

10.0 %

Incineration

99.0 %

Recovered product: Heat

Heat use

Electricity

30.0 %

District heating

60.0 %

Excess heat

10.0 %

Replaced energy

District heating

Biofuel heat

Electricity

Swedish average

Figur C7. Behandling av träavfall som går till förbränning vid den föreslagna avfallshanteringen. (Publicerad med tillstånd av IVL, Bild: WAMPS)

Residual waste: 14.1 t		Residual waste (after central sorting): 35.8 t			
Landfill	1.0 %	Incineration	99.0 %	Landfill	1.0 %
Recovered product:	Gas	Recovered product:	Heat	Recovered product:	Gas
Landfill divide		Landfill divide		Incineration (Cement kiln)	
Biocell		Biocell		Recovered product:	Heat
Landfill	100.0 %	Landfill	100.0 %		
Dumping		Dumping			
Gas recovery efficiency		Gas recovery efficiency		Heat use	
Biocell		Biocell		Electricity	
Landfill	30.0 %	Landfill	30.0 %	District heating	
Gas use		Gas use		Excess heat	100.0 %
Electricity	30.0 %	Electricity	30.0 %	Replaced energy	
District heating	60.0 %	District heating	60.0 %	Fuel:	Natural gas
Excess heat	10.0 %	Excess heat	10.0 %		
Heat use		Heat use			
Electricity	30.0 %	Electricity	30.0 %		
District heating	60.0 %	District heating	60.0 %		
Excess heat	10.0 %	Excess heat	10.0 %		
Replaced energy		Replaced energy			
District heating	Biofuel heat	Replaced energy			
Electricity	Swedish average				

Figur C8. Behandling av avfall som inte materialåtervinns vid den befintliga avfallshanteringen. (Publicerad med tillstånd av IVL, Bild: WAMPS)

Appendix D

Tabeller för egna koldioxidberäkningar.

Tabell D1. Koldioxidutsläpp från transport

	Avfallsfraktion	Mängd (X) [ton]	Sträcka (Y) [km]	CO₂-utsläpp [ton]
Befintlig	Blandat avfall	70,7	33,7	0,1
Totalt		70,7	-	0,1
Föreslagen	Plast	43,1	33,7	0,07
	Trä	14,2	33,7	0,02
	Papper	13,4	33,7	0,02
Totalt		70,7	-	0,1

Tabell D2. Koldioxidutsläpp från sortering

Avfallsfraktion	Mängd (X) [ton]	CO₂-utsläpp [ton]
Blandat avfall	70,7	2,4
Totalt	70,7	2,4

Tabell D3. Koldioxidutsläpp från förbränning

Alternativ	Avfallsfraktion	Mängd till förbränning (X) [ton]	Mängd trä till förbränning (Y) [ton]	CO₂-utsläpp [ton]
Befintlig	Blandat avfall	35,8	14,2	12,8
Totalt		35,8	14,2	12,8
Föreslagen	Plast	0	0	0
	Trä	0	14,2	0,08
Totalt	Papper	0	0	0
		0	14,2	0,08

Tabell D4. Koldioxidutsläpp från deponi

	Avfallsfraktion	Mängd till deponi [ton]	CO₂-ekvivalenter [ton/ton och år]	CO₂-utsläpp [ton]
Befintlig	Blandat avfall	0,5	0,038	0,02
Totalt		0,5	-	0,02
Föreslagen	Trä	0,1	0,038	0,01
Totalt		0,1	-	0,01

Tabell D5. Besparing av koldioxidutsläpp genom återvinning

Avfallsfraktion	Besparing (Y) [ton CO₂/ton återvunnet]	Mängd återvunnet (X) befintlig hantering [ton]	Mängd återvunnet (X) föreslagen hantering [ton]
Plast	2,96	16,0	43,1
Wellpapp	0,0003	4,8	13,4
Besparing CO₂-utsläpp [ton]	-	47,2	127,6

Appendix E



Part-financed by the European Union
(European Regional Development Fund
and European Neighbourhood and
Partnership Instrument)



Amount of materials

	Material stream (tonnes)			Treatment method stream (tonnes)	
Befintlig hantering	Plastic packages	15.957	Befintlig hantering	Treatment of discarded electronics (WEEE)	0.000
	Glass	0.000		Treatment of car batteries	0.000
	Steel packages and steel scrap	0.000		Treatment of hazardous batteries	0.000
	Aluminium packages	0.000		Treatment of the hazardous waste from households	0.000
	Paper packages	4.836		Recycling	20.793
	Newspapers, magazines etc	0.000		Incineration	49.444
	Organic degradable waste	0.000		Incineration (Cement kiln)	0.000
	<i>Anaerobic digestion</i>	0.000		Composting plus landfilling	0.000
	<i>Composting</i>	0.000		Anaerobic digestion plus landfilling	0.000
	Home composting	0.000		Composting	0.000
	Open windrow composting	0.000		Home composting	0.000
	Closed composting (static)	0.000		Open windrow composting	0.000
	Reactor composting (dynamic)	0.000		Closed composting (static)	0.000
	Hazardous waste (mixed)	0.000		Reactor composting (dynamic)	0.000
	Hazardous batteries	0.000		Landfill	0.463
	Car batteries	0.000		Biocell	0.000
	RDF fraction			Landfill	0.463
	Fine fraction			Dumping	0.000
	Metal fraction			Total	70.700
	Rest waste	49.907			
	Total	70.700			

Figur E1. Massflöden vid den befintliga avfallshantering. (Publicerad med tillstånd av IVL, Bild: WAMPS)

Amount of materials

	Material stream (tonnes)			Treatment method stream (tonnes)	
Föreslagen	Plastic packages	43.100	Föreslagen	Treatment of discarded electronics (WEEE)	0.000
	Glass	0.000		Treatment of car batteries	0.000
	Steel packages and steel scrap	0.000		Treatment of hazardous batteries	0.000
	Aluminium packages	0.000		Treatment of the hazardous waste from households	0.000
	Paper packages	13.400		Recycling	56.500
	Newspapers, magazines etc	0.000		Incineration	14.058
	Organic degradable waste	0.000		Incineration (Cement kiln)	0.000
	Anaerobic digestion	0.000		Composting plus landfilling	0.000
	Composting	0.000		Anaerobic digestion plus landfilling	0.000
	Home composting	0.000		Composting	0.000
	Open windrow composting	0.000		Home composting	0.000
	Closed composting (static)	0.000		Open windrow composting	0.000
	Reactor composting (dynamic)	0.000		Closed composting (static)	0.000
	Hazardous waste (mixed)	0.000		Reactor composting (dynamic)	0.000
	Hazardous batteries	0.000		Landfill	0.142
	Car batteries	0.000		Biocell	0.000
	RDF fraction			Landfill	0.142
	Fine fraction			Dumping	0.000
	Metal fraction			Total	70.700
	Rest waste	14.200			
	Total	70.700			

Figur E2. Massflöden vid den föreslagna avfallshanteringen. (Publicerad med tillstånd av IVL, Bild: WAMPS)

Appendix F

Behandlingsanläggningens organisationsnummer:						
Avsändarens (byggföretagets) organisationsnummer:						
Mottaget avfall						
EVC-kod	Mottagen mängd [ton]	Mängd till förbränning [ton]	Mängd till deponi [ton]	Mängd till återvinning [ton]	Mängd till annan behandling [ton]	Slutdestination
17 01 Betong, tegel, klinker, keramik						
17 01 01 Betong						
17 01 02 Tegel						
17 01 03 Klinker och keramik						
17 01 07 Andra ofarliga blandningar av betong						
Totalt						
17 02 Trä, glas, plast						
17 02 01 Trä						
17 02 02 Glas						
17 02 03 Plast						
Totalt						
17 04 Metall						
17 04 01 Koppär, brons, mässing						
17 04 02 Aluminium						
17 04 03 Bly						
17 04 04 Zink						
17 04 05 Järn och stål						
17 04 06 Tenn						
17 04 07 Blandad metall						
17 04 11 Kablar utan farliga ämnen						
Totalt						
17 05 Jord, sten, muddermassor						
17 05 04 Jord utan farliga ämnen						
17 05 06 Muddermassor utan farliga ämnen						
17 05 08 Särballast utan farliga ämnen						
Totalt						
17 06 Isolermaterial						
17 06 04 Isolermaterial utan farliga ämnen						
Totalt						
17 08 Gipsbaserade byggmaterial						
17 08 02 Gips utan farliga ämnen						
Totalt						
17 09 Annat bygg- och rivningsavfall						
17 09 04 Annat avfall utan farliga ämnen						
Totalt						

Figur F1. Förslag på upplägg till redovisning i Excel.