

The background is a photograph of a building with a red facade and a balcony. In the foreground, there are branches with white flowers and green leaves, which are slightly out of focus. The text is overlaid on a semi-transparent white rectangular area.

Minskat materialsvinn i byggsektorn

Metoder i tidiga skeden

Version: 1

Alla BeBo-rapporter finns att hitta på www.bebostad.se

2020-13

Författare: Efstathia Vlassopoulou, Sandra Gradin och Johan Sidenmark
Granskare: Saga Ekelin

Anthesis

2020-12-01

Innehåll

Sammanfattning.....	1
1. Inledning.....	3
1.1 Bakgrund.....	3
1.2 Syfte och Mål.....	3
1.3 Genomförande.....	4
2. Kartläggning	5
2.1 Regelverk och nationella mål	5
2.2 Verktyg och metoder för att arbeta med avfallshantering	6
2.2.1 Avfallshantering - krav och riktlinjer	6
2.2.2 Miljöcertifiering för material och produkter	8
2.2.3 Miljöcertifiering av byggnader.....	8
2.2.4 Digitalisering.....	9
2.3 Initiativ från byggsektorn.....	10
2.3.1 Materialåtervinning	10
2.3.2 Andra återvinningsinitiativ på marknaden	12
2.4 Exempel på forskningsprojekt	13
2.5 Exempel på byggprojekt	15
3. Intervjuer	18
4. Diskussion.....	21
4.1 Utmaningar	22
5. Förslag till fortsatt arbete	24
Referenser.....	25

Sammanfattning

Vår värld förändras snabbare än någonsin tidigare och den pågående urbaniseringen skakar om hela byggbranschen. År 2050 kommer ca 70 % av världens befolkning att leva i städer (UN DESA, n.d.). De som flyttar in i städerna behöver nya bostäder, kontor, skolor och sjukhus samt att det kräver en infrastruktur som stöder städernas expansion. Det gör att orderstocken för byggbranschen beräknas dubblas till år 2050 (Global Alliance for Buildings and Construction, 2019).

Den intensiva byggtakten gör att byggbranschen förbrukar ungefär 40 % av den totala material- och energiförbrukningen i Europa och trenden är att förbrukningen ökar något varje år (Global Alliance for Buildings and Construction, 2019). Dessutom genererar branschen 30 % av allt avfall inom Europeiska unionen (Building a Circular future, 2015). Även om branschen arbetar med ny teknik och innovationer, så medför det i praktiken att det framtida byggbehovet innebär att det blir omöjligt att uppnå Klimatkonventionens mål att begränsa den globala uppvärmningen till under två grader om man använder samma metoder som idag (Global Alliance for Buildings and Construction, 2019).

Ställt inför dessa fakta blir det uppenbart att byggindustrin behöver bryta med sina traditionella sätt att arbeta och istället fundera på hur en omställning till en cirkulär ekonomi ska gå till. De företag som blir vinnare i en cirkulär ekonomi är de som är mest resurseffektiva och det finns en stor potential för byggbranschen att förbättra sin produktivitet och effektivitet. Denna förstudie har därför gjort en kartläggning av befintliga metoder och verktyg för att minska materialsvinn inom branschen.

En avgörande faktor är digitaliseringen och vi ser att ny teknik och innovativa arbetsmetoder kommer snabbt inom branschen. Några exempel på detta är nya upphandlingskriterier för hållbara avfallsflöden i byggsektorn, digitalt byggande (BIM och VDC), digitala plattformar och marknadsplatser (t.ex. Centrum för Cirkulärt Byggande – CC Build), användning av prefabrikation (moduler och standardmått), nya tekniker för infästningar, retursystem för vissa material samt enstaka initiativ inom återbruk.

De flesta initiativ för minskat materialsvinn som denna förstudie har redovisat handlar om återvinning. Det beror på att de systemen är inarbetade i branschen och att det är mindre komplicerat än återbruk. Flera av de intervjuade aktörerna anser att ökat återbruk leder till en resurseffektiv materialanvändning. De flesta aktörer är övertygade om att det finns stora vinster att göra med ökat återbruk och effektivare återvinning, inte bara för miljön men även sociala och ekonomiska fördelar.

Det bådår gott inför framtiden. Men samtidigt finns en frustration över den tröghet som finns i samband med långsiktig hållbar förändring av byggbranschen, omställningen går för långsamt jämfört med många andra branscher. Återbruk av byggprodukter är fortfarande i sin linda, det saknas enkla verktyg och hjälpmedel som synliggör värdet (både ekonomiskt och miljömässigt) av den vinst som görs genom att återbruka produkter. Det saknas även incitament för fastighetsutvecklare, fastighetsägare och hyresgäster att gå ifrån traditionella metoder till mer cirkulära affärsmodeller.

För att främja övergången till ett cirkulärt byggande och stimulera till minskat materialsvinn rekommenderar vi att medlemmarna i Belok, BeBo och Lågan ansluter

till plattformen CC Build för att få tillgång till information, kunskap och verktyg för återbruksinventering.

Vidare rekommenderar vi att genomföra demonstrationsprojekt och metodutvecklingsprojekt för att utvärdera och testa nya arbetssätt. Även att i tidiga skeden börja ställa krav i projekten på resurseffektivitet och cirkulära avfallsflöden samt testa nya affärsmodeller i samarbete med materialleverantörer.

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Vid konferensen ”Minskad klimatpåverkan i byggandet” som Belok, BeBo och Lågan¹ höll gemensamt i maj 2019 resonerades kring ett antal olika frågeställningar inom två huvudteman: ”Cirkularitet och återbruk” respektive ”LCA i byggprojekt”. Under konferensen fick deltagarna välja projektuppslag som de helst diskuterade under arbetspassen. Diskussionen var styrd till att fokusera kring vilka problem och hinder som de gemensamt såg kopplat till sina egna projekt utifrån konferensens två teman, hur ett eventuellt projekt för att överbrygga dessa hinder skulle kunna se ut, samt vilka aktörer som borde engageras i ett sådant projekt.

De olika grupperna fick redovisa sina diskussioner kortfattat för konferensdeltagarna. Publiken fick sedan hjälpa till att prioritera vilket av dessa uppslag som var viktigast för Belok, BeBo och Lågan att arbeta vidare med. Resultatet visade tydligt på intresset att arbeta med metoder för att minska materialsvinn i tidigt skede under byggtiden. Genom att minska materialsvinnet finns möjlighet till minskad mängd inköpt material samt mer resurseffektiva flöden under byggskedet. Fokus för denna förstudie är därför kartläggning av metoder för att minska materialsvinn inom bygg i tidigt skede.

En viktig utgångspunkt i förstudien är Byggföretagens riktlinjer för resurs- och avfallshantering vid byggande och rivning. Riktlinjerna som togs fram i en första version 2007, av dåvarande Byggsektorns Kretsloppsrad, uppdaterades under 2019. Riktlinjerna hade i början ett fokus på att minska byggsektorns avfallsmängder som gick till deponi. I den senaste utgåvan har fokus flyttats till vikten av samverkan i hela värdekedjan och beaktande av återanvändning av material och produkter.

1.2 Syfte och Mål

Förstudien syftar till att ge fastighetsbolag bättre förutsättningar att ställa krav för minskat materialsvinn vid både nyproduktions- och ombyggnadsprojekt i tidigt skede.

En effekt av resultatet kan vara att fastighetsägare med rätt förutsättningar i tidigt skede kan begränsa materialsvinn i sina projekt och skapa möjlighet att sluta linjära produktflöden. Projektet ska lämna förslag på verktyg och arbetssätt för att, tillsammans med energikrav, lyfta frågan kring materialsvinn som en viktig parameter vid framtagandet av kravspecifikationer för byggprojekt. Sådana arbetssätt kan ge ett beslutsunderlag för fastighetsföretag att välja resurseffektiva lösningar.

Ett mål är att resultaten i denna förstudie kan fungera som underlag för ett senare demonstrationsprojekt eller metodutvecklingsprojekt.

¹ Belok - Beställargruppen för lokaler -är ett samarbete mellan Energimyndigheten och Sveriges största fastighetsägare med inriktning på kommersiella lokaler.
BeBo är Energimyndighetens nätverk för energieffektiva flerbostadshus.
Lågan är Energimyndighetens program för byggnader med mycket låg energianvändning.

1.3 Genomförande

En litteraturgenomgång har genomförts för att kartlägga metoder och verktyg som finns på marknaden, samt hitta exempel på projekt som kan vara till nytta i fastighetsföretagens arbete i tidiga skeden med att minska materialsvinnet.

Några företag inom branschen undersöks djupare för att identifiera vilka metoder som kan påverka mängden materialsvinn i tidigt skede. På grund av den korta tiden för förstudiens genomförande hade flera av medlemsföretagen inom BeBo, Belok och Lågan inte möjlighet att delta på en intervju. Åtta intervjuer genomfördes därför med aktörer som ligger i framkant med att minska materialsvinn inom bygg.

2. Kartläggning

2.1 Regelverk och nationella mål

Bygg- och anläggningsindustri i Sverige har länge medfört en stor klimat- och miljöpåverkan genom uppkomst av cirka 10 miljoner ton avfall per år, varav ca 10 % motsvarar farligt avfall (Naturvårdsverket, 2020). Samtidigt har andelen återvunnet byggnads- och rivningsavfall konstant legat på cirka 50 % av den totala mängden icke-farligt avfall. Det betyder att målet på minst 70 % återvinning av bygg- och rivningsavfall senast år 2020 inte uppnås i år (Sveriges Miljömål, 2020).

EU presenterade år 2015 ett paket om cirkulär ekonomi som innehöll bland annat ett avfallspaket som bygger på avfallshierarkin, d.v.s. prioritering av förebyggande åtgärder, återanvändning och återvinning framför förbränning och till sist deponering. Anpassningen till kraven för avfallspaketet medförde förändringar i svensk lagstiftning i juni 2020 (Miljödepartementet, 2020)². De viktigaste ändringarna på bygg- och rivningsavfallshantering innehöll obligatoriska minimikrav för producentansvar, fler avfallsfraktioner, bättre källsortering, förbud mot direkt förbränning av avfall och tydliga kontrollplaner med uppgifter om att redovisa det bygg- och rivningsavfall som uppstår i verksamheten.

”Cirkulär ekonomi kan beskrivas som en ekonomi där avfall i princip inte uppstår utan resurser kan behållas i samhällets kretslopp eller på ett hållbart sätt återföras till naturens egna kretslopp.” (SOU, 2017). Detta innebär en materialcykel som beskrivs av: utvinning - produktion - användning - återanvändning – återvinning. Principerna för cirkulär ekonomi står i motsats till den linjära ekonomin som är utvinning - produktion - användning – bortskaffande. (Akbarieh, et al., 2020). Att börja tänka cirkulärt och därmed främja återbruk och återvinning istället för deponering har många fördelar, inte bara miljömässiga men också ekonomiska och sociala. Koldioxidutsläpp kan minskas med mer än 90 % eftersom den energiförbrukning som krävs vid återvinning är betydligt lägre för vissa material än för den energi som krävs vid utvinning av jungfruligt material (Återvinningsindustrierna, 2019). Dessutom förlorar Sverige varje år “material till ett värde av 42 miljarder kronor till följd av bristfällig cirkulation av material.” (Material Economics, 2018). Enligt Återvinningsindustrierna så finns en potential att inte bara spara tiotals miljarder kronor årligen, utan även öka möjligheterna att nå målet om nollutsläpp av växthusgaser till atmosfären år 2050, om återvinningen och återanvändningen prioriteras i större grad (Återvinningsindustrierna, 2019).

Vid byggnationer finns tydliga riktlinjer gällande avfallshantering inom bygg- och rivningsbranschen som tillhandahålls av Byggföretagen och som nu uppdaterats med hänsyn till de nya kraven i lagstiftningen. “I denna utgåva förtydligas vikten av cirkularitet och samverkan i hela värdekedjan” (Byggföretagen, 2019). I Sverige finns det ett antal aktörer som arbetar för att integrera cirkularitet i sina affärer genom att ansvara för produktpill, ta emot gamla produkter och skapa nya o.s.v. På så sätt bidrar de till att minska spill men också till ett minskat resursbehov och uttag av jungfruligt material inom byggsektorn.

² . Lag om ändring i miljöbalken beskrivs i Svensk författningssamling (SFS, 2020).

2.2 Verktyg och metoder för att arbeta med avfallshantering

Idag finns det redan ett antal etablerade verktyg och metoder på marknaden som kan hjälpa både projekterings- och byggprocessen med att minska materialsvinn och därmed bidra till övergången till en cirkulär ekonomi inom byggbranschen. Nedan redovisas exempel på verktyg och metoder inom olika kategorier som har identifierats genom litteraturgenomgången.

2.2.1 Avfallshantering - krav och riktlinjer

- **Förslag till uppdatering av och nya Avfallskriterier för nybyggnad och ombyggnad (alla typer av byggnader) (Upphandlingsmyndigheten, 2020)**
Detaljerade riktlinjer och krav för avfallshantering vid ny- och ombyggnation. Innehåller även råd till alla aktörer. Krav som är ute på remiss samtidigt som denna förstudie genomförs.
- **Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning (Byggföretagen, 2019) samt Förebyggande av avfall vid byggproduktion (Byggföretagen, 2019)**
Detaljerade riktlinjer som innehåller branschnormerande texter samt rekommendationer och förslag med syfte att förbättra resurseffektiviteten och avfallshandlingen inom bygg- och rivningsbranschen.
- **Gemensamt skyltsystem för avfall i de nordiska länderna (Avfall Sverige, 2020)**
Ett enhetligt system framtaget av Nordiska Ministerrådet och Naturvårdsverket för att göra det lätt att sortera avfall inom de nordiska länderna.
- **Dags att bygga och riva cirkulärt! (Upphandlingskrav för cirkulära flöden i bygg- och rivningsprocessen, Göteborgs stad – Vinnova, 2020) (Göteborgsstad, 2020)**
Upphandlingskrav, rekommendationer och förslag för att främja att bygga och riva cirkulärt.
- **Materialinventering och sortering av bygg- och rivningsavfall (Naturvårdsverket, 2020)**
Vägledning för byggherren om hur rivning förbereds, genomförs och avslutas.
- **Nya regler för avfallshantering och återvinning – från avfall till resurs (Naturvårdsverket, 2020)**
EU:s avfallspaket, nya krav och länkar till föreskrifter och vägledningar.
- **Verktyg för att minska avfall vid nybyggnation (Re-Source, 2018)**

Ett verktyg som har tagits fram inom ramen för det Re:Source-finansierade projektet "Minskat avfall vid nybyggnation" som pågick hösten 2018. Tanken är att verktyget ska användas som en idébank och inspirationskälla både i offentliga och privata upphandlingar av nybyggnation.

- **Att projektera för demontering – intervjustudie och metodförslag (Luleå-Norconsult) (Axelsson, 2020)**

En studie som undersöker hur byggsektorn kan förändras från linjär till cirkulär med hjälp av Projektering för Demontering. Den avslutas med ett förslag på en metod som underlättar demontering för att möjliggöra återanvändning.

- **Construction Waste Management Plan Guidelines (Australia) (WALGA, u.d.)**

Denna riktlinje bör användas som en resurs av fastighetsägare, byggare och utvecklare för att hjälpa till att bedöma sannolik avfallsproduktion från byggprojekt och identifiera sätt att avleda eventuellt avfall som genereras från deponi.

- **Designing out Waste Tool for Buildings (WRAP, 2010), (WRAP, u.d.)**

Detta arbete syftar till att förbättra förståelsen för hur man kan minska byggavfall och har lett till utvecklingen av fem principer som kan användas under designprocessen för att minska avfallet. Den riktar sig till alla aktörer: beställare, byggtreprenörer, arkitekter, ingenjörer.

- **Construction Waste Management, Construction Site Materials Management m.m. (SmartWaste) (SMARTSITE, 2020)**

Mätning och rapportering av avfall som genereras på platsen och om det återanvänds, återvinns eller bortskaffas. Data kan enkelt matas in online eller via det nya applikationsprogrammeringsgränssnittet (API) som möjliggör överföring av data direkt från avfallshanteringsentreprenörernas rapporteringssystem.

- **Circular Economy - Principles for Buildings Design (European Commission, 2020)**

Syftet med detta dokument är att informera och stödja aktörer vid konstruktionens värdekedja, genom att förse dem med principer för cirkulär design av byggnader. Det handlar särskilt om principer för att minska avfall, optimera materialanvändning och materialval och det är avsett för alla involverade i byggbranschen.

- **Ekodesigndirektivet (Energimyndigheten, n.d.)**

Ekodesigndirektivet sätter minimikrav på energiprestanda hos produkter och förbjuder de mest energi- och resurskrävande produkterna på EU-marknaden. Ekodesigndirektivet ska förbättra produkters miljöprestanda under hela livscykeln. Ekodesignkraven fungerar som ett golv för att förbjuda och ta bort de allra sämsta produkterna på marknaden, sett ur ett energiperspektiv. Kraven tas fram genom en livscykelanalys.

2.2.2 Miljöcertifiering för material och produkter

Det finns flera verktyg på marknaden som kan användas för att dokumentera olika egenskaper av byggprodukter. Bedömningar görs av enskilda produkter baserat på innehållande material. Systemen redovisar och kan jämföra produkter med hänsyn till deras miljöpåverkan samt identifiera förekomst av klassificerade farliga ämnen.

- **Miljövarudeklaration (EPD) (EPD, u.d.)**

Redovisning av en produkt, en vara eller en tjänsts miljöpåverkan över hela livscykel (Envirodec, 2020). Informationen baseras på en livscykelanalys och innefattar bland annat miljöprestanda, funktionella egenskaper, innehållsdeklaration, resursanvändning, energianvändning, utsläpp och hur miljöpåverkan kan minskas vid användning. Även information om hur produkten kan återvinnas bör framgå.

- **Branschöverenskomna formatet för eBVD (Byggmaterialindustrierna, u.d.)**

System för spårbarhet, digitalt flöde och registrering av Byggvarudeklarationer. Det är en branschstandard och byggbranschens senaste format av Byggvarudeklaration där leverantören fyller i deklARATIONEN I EN MALL.

- **Byggvarubedömningen (Byggvarubedömningen, u.d.)**

Informerar om en varas miljöaspekter i olika skeden av dess livscykel. Andelen återvunnet material, möjligheten att energi- och/eller materialåtervinna, farligt avfall vid rivning och demontering samt dokumentering behandlas av Byggvarubedömningen. Informationen är en hjälp till produktval ur ett miljöperspektiv och underlättar dokumentation av inbyggda varor.

- **SundaHus (SundaHus, u.d.)**

SundaHus Miljödata är ett system för medvetna materialval inom bygg- och fastighetsbranschen.

- **Basta (BASTA, u.d.)**

BASTA ger verktygen som möjliggör trygga och giftfria materialval. Syftet är att fasa ut särskilt farliga ämnen från bygg- och anläggningsprodukter.

- **Cradle to Cradle (Cradle to Cradle Products Innovation Institute, u.d.)**

Cradle to Cradle Certified är ett globalt erkänt certifieringssystem som garanterar säkrare och mer hållbara produkter i enlighet med principerna för cirkulär ekonomi.

2.2.3 Miljöcertifiering av byggnader

Flera av byggcertifieringssystemen börjar innefatta poäng för materialval som främjar återanvändbarhet eller återvinningsbarhet. Poäng kan även ges för andel av material och komponenter som är återbrukade samt till arbetet med minimering av byggavfall. Några av de mest använda systemen beskrivs nedan.

- **BREEAM-SE (BREEAM-SE, 2017)**

BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) är ett brittiskt system för miljöcertifiering av byggnader och de standarder som är aktuella i Sverige finns i den svenska versionen BREEAM-SE. Miljöprestandan bedöms inom olika områden och avfallshantering är ett av dem. Avfall hanteras även indirekt genom kriterier för materialval. Avfallshanteringen påverkar certifieringsresultatet med upp till 8 %. Bedömningen resulterar i betygen Acceptable, Pass, Good, Very Good, Excellent eller Outstanding.

- **LEED New Construction version 4 och LEED Operation and Maintenance version 4 (USGBC, 2020)**

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) är framtaget av U.S. Green Building Council. I LEED ingår avfall i kapitlet "Material and Resources". I version 4 av manualen för byggnader inom "New Construction" så viktas avfall till ungefär 10 % av den totala bedömningen och det finns stort fokus på materialval. Bedömningen kan resultera i Certified, Silver, Gold and Platinum.

- **Miljöbyggnad (SGBC, 2020)**

Miljöbyggnad är ett svenskt system för miljöcertifiering av byggnader och ägs av Sweden Green Building Council, som även genomför certifieringarna. Miljöbyggnad innehåller inga speciella kriterier på avfall, dock hanteras ämnet indirekt genom ett stort fokus på materialval. I systemet finns det en loggbok som visar var farligt material finns och det finns krav på inventering av befintliga byggnader. Bedömningen resulterar i certifiering Brons, Silver eller Guld.

2.2.4 Digitalisering

Digitalisering kan göra det möjligt att byggnader planeras och projekteras så att återvinning och återanvändning av material och komponenter förenklas samtidigt som det hjälper till så att material och dess användning i byggnaden enkelt kan identifieras. Nedan redovisas några exempel på digitala teknologier och forskningsprojekt för att integrera nya metoder kopplat till att minska materialsvinn i byggprocessen.

- **Byggnadsinformationsmodeller (Building Information Modelling, BIM) (Autodesk, u.d.)**

BIM är en process som inleds med skapandet av en 3D-modell som på ett effektivt sätt möjliggör dokumenthantering, samordning och simulering under hela projektets livscykel (planering, design, konstruktion, drift och underhåll). BIM-modellen innehåller information om material, kostnader, samband mellan ingående byggdelar, enhetstider med mera. (Autodesk, u.d.) Ett gemensamt BIM-ekosystem kan förhindra slöseri med tid, kostnader och resurser. Detta beror på att BIM hjälper till med tydlig visualisering, tidig fel-detektering och virtuella konstruktionsstyrningskontroller före själva konstruktionen (Akbarieh, et al., 2020). Användning av BIM med syfte att nå en effektiv inventering av komponenter före demontering föreslås av EU så att materialets återbruk och återvinningspotential kan undersökas (European Commission, 2020). Enligt "BIM-Based End-of-Lifecycle Decision Making and Digital Deconstruction:

Literature Review” (Akbarieh, et al., 2020) baseras befintliga lösningar, som finns för att integrera BIM med beslutsfattande i byggnadernas slutskede, på lokala avfallshanteringspolicier, val av fallspecifika hållbarhetskriterier och användning av specifika egna BIM-verktyg. (Akbarieh, et al., 2020) De prototyper och ramar som har skapats som kan integrera slutskedets scenario i BIM är en del av forskningsarbeten och tre av dem presenteras här:

- BIM-DAS (Building Information Modelling based Deconstructability Assessment Score) är ett objektivt system som kan kopplas till BIM för att beräkna i vilken utsträckning en byggnad kan demonteras redan i projekteringsstadiet. (Akinade, et al., 2015). Det bygger på en matematisk modell som ger BIM-DAS-poängen som kan delas in i demonteringspoäng (relaterat till byggkomponenter) och återvinningspoäng (relaterat till byggmaterial). (Akbarieh, et al., 2020)
- ResourceApp är ett system som automatiskt genererar inomhusbyggnadsmodeller i 3D, byggnadsinventeringar och optimerade projektplaner från sensorinformation. Det kan kvantifiera möjlig projekttid, material och kostnadsintervall i förväg och objektivt. Dessutom möjliggör systemet en mer robust projektplanering på grund av ett scenariobaserat tillvägagångssätt med tanke på osäkerheter. (Volk, et al., 2018)
- BWPE (BIM-based Whole-life Performance Estimator) är ett system som bygger på en matematisk modell och ger ett objektivt resultat över hur stor andel av det återvinningsbara materialet från byggnader som kan återanvändas och återvinnas i slutet av dess livslängd, med syfte att stödja beslut i tidiga skeden (Akanbi, et al., 2018)

- **Virtual Design and Construction (VDC)**

VDC liknar BIM men med skillnaden att projekteringen sker i realtid och med uppföljning av kvantifierbara mål. VDC hjälper till att samla information om en byggnads ingående komponenter och material, vilket underlättar återvinning och återbruk.

- **ACE (Arkitektur för Cirkulär Ekonomi) (SWECO, 2019)**

Ett projekt som Sweco utfört under 2019 på uppdrag av Naturvårdsverket för att lyfta fram praktiska processer och metoder för samverkan med syfte att ta fram cirkulära materialflöden. Sweco har inom ramen för uppdraget skapat nya applikationer för märkning och kontroll av material i tredimensionella projekteringsprogram.

2.3 Initiativ från byggsektorn

2.3.1 Materialåtervinning

Många producenter och återvinningsföretag har utvecklat metoder för att samla spill och använt material från bygganläggningar och därmed främja cirkulär ekonomi genom att förstärka och förenkla återbruk och återvinning av material.

Förhoppningsvis kommer vi att se fler sådana initiativ med utgångspunkt från lagstiftningen som kräver att bygg- och rivningsavfall ska sorteras i åtminstone sex olika avfallslag och samlas separat (Regeringskansliet, 2020). Detta faktum kan främja producentansvar. Några av dessa initiativ nämns nedan:

- **Plaströr (NPG Nordic, 2020)**

NPG arbetar sedan 1996 med ett återvinningssystem som omfattar rör och rördelar av PVC, PE och PP. De samlar in både plaströrsspill och gamla rör från rivning eller renovering och de sorterar, tvättar och återvinner materialet.

- **Plastgolv- och väggmaterial – GBR Golvåtervinning (Golv Branschen, 2020)**

GBR Golvåtervinning är ett system för insamling av installationsspill. Det började med ett initiativ av golvföretaget "Tarkett" som investerade i en anläggning för återvinning av plastgolv. Nu kan hela golvbranschen samla sitt spill via Tarkett och systemet kallas för GBR Golvåtervinning. Spillet från installationen av plastgolv kan nå 10 % av det beställda materialet vilket genom GBR tas tillvara på ett miljöriktigt sätt. (Tarkett, 2020)

Golvföretaget som lägger in golvet samlar också in spillet. "Varje år samlas nästan 400 ton spill och 75 % av detta blir till nya Tarkettgolv. Den del som inte kan återvinnas energiutvinns" (Tarkett, 2020)

Entreprenörer har även möjlighet att rapportera mängden insamlat spill (kg) så att det spåras till respektive projekt. "En del golventreprenörer kan också utfärda ett återvinningscertifikat som anger exakt mängd insamlat material, hur materialet återvinns samt beräknad CO₂-besparing för projektet." (Upphandlingsmyndigheten, 2020)

- **Träemballage (Svenskt trä, 2020)**

Information om träemballage, producentansvar och cirkularitet. Ett exempel är Lastpallar (Byggpall, 2020). För lastpallar i standardformat har byggbranschen ett eget system för återanvändning, Retursystem Byggpall. Pallarna i Retursystem Byggpall har ett fast återköpspris, vilket innebär att full ersättning utgår för såväl hela som trasiga pallar. I vissa fall kan lastpallar returneras till leverantörer. Lastpallar kan i vissa fall returneras till leverantören.

- **Förpackning av plast, metall, papper – fti (FTI, 2020)**

FTI (Förpacknings- och tidningsinsamlingen) är ett företag i återvinningsbranschen som ägs av fem materialbolag: MetallKretsen, Svensk plaståtervinning, Pressretur, Returkartong och Svensk Glasåtervinning. De arbetar med ett system för insamling och återvinning av förpackningar som omfattar producentansvaret och stöttar företagen i ansvaret. (FTI, 2020)

- **Kabelplast – NKT, RI.SE, Axjo Plastic (NKT, 2020)**

En metod har utvecklats för återvinning av polyeten (PEX). Metoden har testats och vidareutvecklats i samarbete med Axjo Plastic och NKT i Falun. PEX-kabelspill från kabelindustrin sorteras, mals, blandas med polypropen (PP) och formsprutas till kabeltrummor (RI.SE, 2020).

- **Gips – Knauf Danogips (KNAUF DANOGIPS, u.d.), GYRO gipsåtervinning (GYRO gipsåtervinning, u.d.)**

Ett av de materialslag som i stor utsträckning har slängts på deponi tidigare är gips. Det beror i huvudsak på att logistiken är en utmaning och att gipset måste vara rent och torrt. Dock finns det initiativ och två exempel är Knauf Danogips och GYRO gipsåtervinning.

- **Isolering – Rockwool (ROCKWOOL, u.d.), Paroc (PAROC, u.d.)**

Några isoleringstillverkare har återvinning av sitt eget isoleringsspill men det finns inget gemensamt system för branschen. Ofta är det utsorterad glasullsisolering som blir lösull. Lösullen kan sedan användas som isolering i exempelvis vindsutrymmen (Byggföretagen, 2019). Två exemplar av producenter som jobbar med retursystem är Rockwool och Paroc.

- **Betong: (Svensk Betong, u.d.)**

Betong är det mest använda byggnadsmaterialet. Det är därför viktigt med återvinningsåtgärder. Betongrester kan krossas och materialåtervinnas som ballast till ny betong eller så kan de krossas och användas som fyllnadsmassa i nya betongprodukter istället för natursten.

- **PVC återvinning - Recovinyl (vinylplus, u.d.)**

Recovinyls uppdrag är att optimera resurseffektiviteten i PVC-industrin genom att skapa ett pålitligt förhållande och materialflöde mellan aktörer baserat på ett certifieringssystem för återvunnet PVC-material. Recovinyl är den största bidragsgivaren till återvinning av PVC i Europa. (vinylplus, u.d.). PVC inom ramen för VinylPlus: Kablar Rör och beslag Flexibla PVC & filmer (inklusive tak- och vattentättningsmembran, golv, belagda tyger, flexibla och styva filmer), fönsterprofiler och relaterade produkter. (vinylplus, 2020)

- **Järn och metall – STENA recycling (STENA Recycling, u.d.)**

Järn och metallskrot samlas in och kontrolleras, sorteras och bearbetas för att uppfylla stål- och metallverkens önskade kvalitet. Sedan levereras materialet till kunder som framställer nya produkter.

2.3.2 Andra återvinningsinitiativ på marknaden

- **Centrum för cirkulärt byggande (IVL) (CCBuild, u.d.)**

”Centrum för cirkulärt byggande (CCBuild) är en arena där branschens aktörer möts och samverkar kring återbruk och cirkulära materialflöden vid byggande, rivning och förvaltning” CCBuild – Bygg- och fastighetsbranschens gemensamma plattform för cirkulärt byggande.

- **Carl-Robot (CarlF, u.d.)**

Carl-Robot är en avfallssorteringsrobot som med exakta sensorer och smarta program kan sortera en mängd olika material genom att identifiera och analysera dem och sedan plocka upp och kasta ner materialet till respektive fack. På så sätt kan mängden avfall som går till förbränning minskas från 40 %

till 15 %. Carl-Robot kan även analysera mängden avfall av varje typ och den drivs av förnybar el från ett eget vindkraftverk.

- **SUEZ – hela avfallshanteringen (SUEZ, u.d.)**
miljöcirkeln® är en helhetslösning skapat av SUEZ för hantering av avfall. Materialförädling och logistik tas om hand av SUEZ med en avfallshanteringsprocess som möjliggör bättre kontroll och minskat svinn.
- **Brattöns återbruk i Göteborg (Brattöns Återbruk AB, u.d.)**
”Det är en kommersiell återbruksverksamhet som har medgrundats av rivningsentreprenören CS Riv och håltagning AB. Brattöns agerar förmedlare mellan rivningsentreprenörer och byggentreprenörer, och tillhandahåller byggprodukter till nybyggnads- och ombyggnadsprojekt.” (GöteborgsStad, 2020)
- **Kompanjonen Återbruk (Kompanjonen, u.d.)**
”Det har tidigare, likt Brattöns återbruk, varit en insamlare och återförsäljare av återbrukade byggprodukter. Sen en tid tillbaka är deras affärsmodell omformulerad till att vara en återbruksagent, och agerar främst som kontaktskapande mellan de som vill bli av med återbrukbart material, och de som vill ta emot det”. (GöteborgsStad, 2020)
- **Facility operations waste diversion - (US) (Waste Cap Resource Solutions, u.d.)**
Det är en organisation som tillhandahåller avfallsminskning och återvinningshjälp till företag. WasteCap hjälper och uppmuntrar organisationer att effektivt driva kostnader ur sin verksamhet genom förbättrad hantering av fast avfall.
- **Brukspecialisten (Brukspecialisten, n.d.)**
Brukspecialisten representerar tegelbruk från hela Europa och arbetar med återbrukat tegel. Styrkan är att leverera en komplett projekterad fasadlösning, anpassad efter varje projekt. Brukspecialisten hjälper arkitekter och beställare att välja tegel från sin utställningar, tar fram tegelprover och provmurar och hjälper till med fogfärger och förband.

2.4 Exempel på forskningsprojekt

- **CONSTRUCTIVATE (Mistra Closing the Loop, 2020)**
Constructivate är ett forskningsprojekt (2016-2019) som finansierades av Mistra (Stiftelsen för miljöstrategisk forskning) med syfte att föreslå en mer resurseffektiv återvinning av bygg- och rivningsavfall. Resultatet kan sammanfattas i de övergripande rekommendationerna som gäller en bra källsortering, beställarens ansvar för att ställa miljövänliga krav, ökad kompetens för en bra avfallssortering och användande av Byggföretagens riktlinjer. Slutresultatet ger också målgrupper som är intresserade av varje rekommendation. (Mistra Closing the Loop, 2020)

- **Development of Construction Material Waste Management System (forskningsstudie) (Khaled, et al., 2015)**

Studiens syfte var att utveckla ett datoriserat system som ska användas som ett verktyg för att hantera byggavfall i den lokala (Irak) byggbranschen. Detta genom att tillämpa kriterier för materialförsörjningskedjan, identifiera möjliga sätt att minska avfallet, undersöka möjligheten att återanvända avfall vid efterföljande aktiviteter av samma projekt och föreslå lösningar för återvinning av avfall.

- **Construction and Demolition Waste: challenges and opportunities in a circular economy (ETC/WMGE, 2020)**

Rapporten undersöker hur cirkulära ekonomiinspirerade åtgärder under hela livscykeln av byggprodukter kan bidra till att öka förebyggande, återanvändning och återvinning av bygg- och rivningsavfall. Ett antal kriterier för att utvärdera effekten av åtgärderna för bygg- och rivningsavfallshantering på EU-nivå utvecklades.

- **Circularitetsindex (CCBuild, 2020)**

Målsättningen är att utveckla ett verktyg, Cirkularitetsindex – CIX, för att mäta en byggnads cirkularitet inom återbruk, återvinning och demonterbarhet.

- **Buildings as Material Banks BAMB (BAMB, 2020)**

BAMB var ett forskningsprojekt inom Horisont 2020 som är EU:s ramprogram för forskning och innovation. Tanken är att se på byggnader som ett materialförråd för byggprodukter, system och material som sedan kan återanvändas. Projektet har tre fokusområden: Materialpass, Reversibel byggnadsdesign och Cirkulär byggnadsbedömning.

- Materialpass (MP; Material Passports) är ett sätt att dokumentera information om byggprodukter för att underlätta återanvändning och behålla restvärdet. Informationen handlar om produktens cirkularitet, tekniska specifikationer, hälsoegenskaper, aktuell och historisk användning, underhållsinstruktioner samt demontering.
- Reversibel byggnadsdesign

“För att minska materialåtgång och användning av jungfruligt material behöver byggnader från början designas för demontering så att alla delar går lätt att demontera när byggnaden ska omformas eller plockas ned”. (CCBuild, 2020)
- Cirkulär byggnadsbedömning

“BAMB har utvecklat ett cirkulärt byggnadsbedömningsverktyg kallat CBA (Circular Building Assessment). Metodiken har utvecklats till en digital plattform-/verktygsprototyp som kan kvantifiera och jämföra designmetoder, med inriktning på skillnaden mellan ”business as usual” och cirkulära byggnadsscenarier. Dessa scenarier inkluderar återanvändning från tidigare byggda miljöer, utformning för framtida återanvändning via reversibel byggnadskonstruktion och möjligheten att transformera byggnaden, fokuserande på miljömässiga och ekonomiska nettovinster.” (CCBuild, 2020). Verkyget ska få tillgång till data från en

BIM/CAD-modell och kombinera med BAMB-genererade datamängder och andra externa användardata som tillhandahålls för att ge en bedömning av återanvändningspotential baserat på designbeslut och materialvalskriterier (CCBuild, 2020).

2.5 Exempel på byggprojekt

- **Humlegården AB, IVL och Jayway (Humlegården AB, 2020)**

Humlegården AB och Jayway tillsammans med flera aktörer utvecklar och testar indikatorer för cirkulär ekonomi i projektet "Circularity metrics in business KPI:s". Indikatorerna som testas kommer vara applicerbara på en bredd av cirkulära affärsmodeller och produkter. Projektet bygger på två case, en ombyggnation av en kontorslokal samt renovering och uppdatering av kontorsmöbler från Kinnarps. Målet är att hjälpa industrin att ta fram cirkulära erbjudanden, övervaka och mäta utveckling samt integrera cirkulära indikatorer i existerande nyckeltal/KPIer. Humlegården genomför ett stort antal lokalanpassningar varje år och genom detta projekt får de en möjlighet att vetenskapligt utvärdera och analysera hur de genom val av material och metoder kan skapa en mer cirkulär och resurseffektiv process. Att kunna påvisa hur aktiva val bidrar till både ökad hållbarhet och lönsamhet är en viktig del i Humlegårdens kunderbjudande.

- **Pilotprojekt för återvinning av fönster (NCC, 2020)**

NCC har initierat ett samarbete med dörrproducenten Nordan kring ökad materialåtervinning av uttjänta fönster genom en effektiv demontering, återleverans och utvecklad återvinningsprocess. Pilotprojektet är en samverkansentreprenad som drivs tillsammans med HSB. Projektet testas på bostadsrättsföreningen Eddan i Helsingborg där grundläggande processer för att demontera och returnera fönster för cirkulärt återbruk har etablerats. NCC har ansvar för returprocessen i projektet och säkerställer en effektiv demontering och återleverans av de förbrukade fönsterna. Därefter tar NorDan vid och separerar ut materialslagen för att säkerställa återvinningen av exempelvis metaller, plast och glas. Detta ger en betydligt effektivare process än vad som tidigare har varit möjligt då material från demonterade fönster vanligtvis har gått direkt till deponi.

- **Listerbyskolan i Ronneby (SKANSKA, u.d.)**

Byggdes om med principer enligt Cradle to Cradle® och Sunda Hus med utgångspunkt i en cirkulär byggprocess – ingenting gick till deponi och återvinningen ökade till 96 % (IVL, 2020).

- **PEAB – Glöstorpskolan (byggentreprenören Peab & avfallsentreprenören Suez) (PEAB, 2020)**

Målet för byggentreprenören Peab och avfallsentreprenören Suez i projektet var en sorteringsgrad på 95 %. Fram till november 2020 har de lyckats sortera 100 % av avfallet. De olika avfallsfraktionerna ökades under processen från åtta till elva och många fördelar märktes. "Det blir bättre ordning på arbetsplatsen,

underentreprenörerna tar ansvar för sina beställningar när de vet att de måste hantera avfallet och man har börjat tänka återbruk istället för slit och släng.” (PEAB, 2020).

Exempel på återbruk – och återvinningsåtgärder som tillämpas: genom en tidig dialog hjälpte Rockwool till så att 15,5 ton takisolering återvanns, som annars skulle hade deponeras, stenfasaden är återbrukat och gammal inredning kommer att återbrukas. (PEAB, 2020)

- **Circle House – Århus, Danmark (Vandkunsten, 2019), (3XN, 2019)**

Circle House är ett cirkulärt bostadsprojekt som kommer att byggas i Århus i Danmark. En demonstrationsdel i skala 1:1 har byggts upp i Köpenhamn, vilken kommer att demonteras och återanvändas i byggnaden. Cirkulära konstruktionsmetoder säkerställer att byggnadsmaterialen har ett högt återanvändningsvärde i framtiden. Följande har utvecklats för att vara enkelt att montera, demontera, transportera, återmontera och designa om:

- Fyra typer av prefabricerade bjälklag och väggelement
- Enkla mekaniska bultade kopplingar

Bultade anslutningar gjordes av Peikko, arkitektur av GXN/3XN, Lendager samt Vandkunsten.

- **The Circular Building - London (ARUP, 2016)**

The Circular Building design utvecklades med utgångspunkt cirkulärekonomi. En demonterbar stomme av återvunnet stål användes med återanvändbara mekaniska infästningar för att underlätta demonterbarheten och hållbart värmebehandlat trä för beklädnad.

Stuart Smith från Arup betonade betydelsen av digitalisering: *“At the same time that we would make material choices that would be as low-embodied energy and low-carbon impact as we could, we would make a complete digital model and introduce the idea of material passports into our work, so that when we took the building apart, we would have a complete record of everything that we had used and where it went. So the building then becomes a material resource, an archive for future use.”* (British Council, u.d.).

- **Green solution house - Danmark (GXN, 2015)**

Green Solution house är ett hotell i Danmark. “3XN samarbetade med ägarna till Green Solution House för att bygga både ett framgångsrikt företag och en demonstration av cirkulär hållbarhet” (archilovers, 2015). Återanvändning och återbruk främjas, projektering för demontering med bland annat mekaniska infästningar, fasader som går att återvinnas, användning av material som är Cradle to Cradle certifierade men med prioritering för lokal produktion, användning av trä istället för betong och stål och användning av isolering har gjort av 80% återvunnet glas som var en del av fasaden före ombyggnation (Green Solution House, 2015).

- **Allmänna bastun och allmänna badet, Göteborg (Raumlabor, 2014)**

Allmänna bastun och allmänna badet är två projekt som uppfördes av Raumlabor, på uppdrag av Göteborgs Stad. ”Genom en process där planering

och byggnation skedde omväxlande kunde utgångspunkten för projektet utgöras av vad som fanns tillgängligt” (GöteborgsStad, 2020). “Återbruk av material utgjorde utgångspunkten för byggnadens form och omfattning, istället för tvärtom. Plåt, glasflaskor, trall och gamla pallkragar fick nya funktioner genom en integrerad utformnings- och byggprocess. Formen på trätrallen i anslutning till bastun och badet utgick från det material som fanns tillgängligt, vilket minimerade spill.” (GöteborgsStad, 2020).

3. Intervjuer

En kartläggning av metoder för att minska materialsvinn gjordes även genom intervjuer med olika aktörer inom byggbranschen. Intervjuerna genomfördes med arkitekter (Atrium Ljungberg, Link), tillverkare av byggmaterial (Tarkett, Rockwool, Moelven), projektledare (Codesign, Jayway) och fastighetsägare (NCC). Intervjuerna gick ut på att undersöka vilka utmaningar och möjligheter aktörerna själva ser med återbruk och återanvändning, vilka metoder och verktyg som används samt vad de tror är nödvändigt för att en ökad användning av dessa ska ske. Nedan följer en sammanfattning av intervjuerna.

De materialproducenter som intervjuats (glas, plast och isolering) menar att det sker marginellt med svinn inom produktionen av deras produkter då det är relativt enkelt att återvinna spillrester i nästa produktion. Svinnet av material sker istället mestadels på byggarbetsplatserna. Ett av de vanligast uppgivna skälen till materialsvinn är bristen på kommunikation i de olika leden tidigt i byggprocessen. Den absolut största mängden av byggmaterial som tillverkas produceras i standardmåttanpassningar men långt ifrån allt material används i de mått de levereras i. Materialet måste då måttanpassas på plats, vilket resulterar i spill. En arkitekt berättade att det behövs mer kommunikation mellan materialproducent och användare, men även att de som arkitekter har ett ansvar att rita grundat i produktionsmetoder. Arkitekten menade dock att det idag saknas tillräckligt med kunskap eller utrymme för att göra det på ett tillräckligt effektivt sätt.

Många lyfter också att tidsaspekten är en anledning till att det sker svinn. Stillastående på en byggarbetsplats är kostsamt, därför beställs ofta extra material för att förhindra stopp i arbetet. Om det extramaterialet aldrig används blir det istället svinn som ofta går till förbränning eller deponi. En viss del av svinnet beror också på logistiska utmaningar. Att samla in material för återvinning är kostsamt och kan vara omständligt, på mindre byggarbetsplatser med lägre mängder spill kan det anses enklare att kasta material än att samla in det för återvinning. Den återkommande punkten är att mycket spill i slutändan beror på låga materialpriser. I dagens läge är det billigare att köpa in för mycket material och kasta det som blir över än att riskera att sakta ner bygget.

Det finns dock tillvägagångssätt att ta hand om och återvinna en del av materialet som av olika anledningar blir oanvänt på byggplatser. Flera av materialproducenterna, med produkter som är relativt enkla att återvinna, har system för att ta tillbaka spill för att återanvända dessa i nyproduktion. Material som är enkelt att återvinna är sådant som inte påverkas negativt av väder, är enkelt att separera eller inte kräver hög "renlighet" vid återvinning. En aktör som i hög grad tar tillbaka sina produkter menade att de länge har fokuserat på att allt spill från deras produkter ska samlas in och föras från byggarbetsplatsen för att sen sorteras av återvinningsföretag. Men att de nu istället ser möjligheter att material som ska återvinnas sorteras och förs från byggarbetsplatsen i samma separata strömmar som de förs till byggarbetsplatsen. Samtalen indikerar dock att det på marknaden finns stor variation mellan olika producenter i viljan och förmågan att ta tillbaka och återanvända material. Undantag gäller för material som är klassificeras som giftiga, bland annat äldre typer av golv. För hantering av dessa gäller en separat lagstiftning och återvinning eller bruk är inte möjligt.

I huvudsak handlar samtalen om återvinning, då systemen för det generellt är mer utvecklat och mindre komplicerat än de för återbruk. Men flera av aktörerna uttrycker en önskan om just ökad fokusering på återbruk, som en del av cirkulär byggekonomi. Alla är tydliga med att det finns stora vinster att göra med återbruk och återvinning, inte bara för miljön men också ekonomiska. Flera uttrycker en frustration över den långsamhet de upplever i byggbranschen jämfört med många andra branscher. En aktör menade att medvetenheten idag till stor del översätts till ett fåtal dyra hållbara designvillor men att det är i den stora skalan det verkligen behövs få till en förändring.

Som nämnt ovan så skiljer sig tankarna kring återbruk och återvinning. Hinder för återvinning identifieras mestadels som logistiska utmaningar, separation av ämnen och renlighet i materialet. Hinder för återbruk handlar istället om kvalitetssäkring och ansvar, tillgänglighet av material, spårbarhet, brist på kompetens inom demontering, transport och förvaring av material, konsumtionsnormer samt säkra strömmar av material. Det hinder som tas upp mest frekvent är frågan om kvalitet och ansvar. Hur ska en aktör kunna säkerställa kvalitén på framförallt äldre material? Hur ska materialet värderas? Hur ska försäljning kunna gå till med eventuella kunskapsluckor? Och hur förändrar det ansvarsrollerna? Ansvaret är av speciellt stor vikt eftersom felberäkningar eller misstag inom denna bransch i värsta fall kan leda till dödliga olyckor. Det är även en rent ekonomisk fråga. Att det finns säkra strömmar av material är avgörande för att planeringen på en byggarbetsplats ska fungera. Fungerar det inte kan det bli väldigt kostsamt vilket är en risk många projekteringsledare inte kan eller vill ta. Det saknas idag ett system som kan tillfredsställa efterfrågan av material med utbudet av återbrukat material. Saknas den direkta matchningen då material blir tillgängligt (vid demontering) ökar kostnaden eftersom materialet måste "ställas av" i väntan på att det finns tillräcklig efterfrågan. Att "ställa av" material innebär extra kostnader för transport till och från avställningsplatsen, hyra för platsen och även eventuella skador och slitage materialet utsätts för av väder och vind.

Samtliga intervjuobjekt angav att de märkt av en förändring inom branschen de senaste åren. Efterfrågan bland beställare har ökat men även medvetenheten bland kollegor och leverantörer. Men samtidigt säger flera att byggbranschen är långsam jämfört med många andra branscher. Inom kläd- och inredningsbranschen är återanvändning inget ovanligt. Secondhandsaker säljs på många platser, detsamma gäller inte byggbranschen. Normen är istället att byggen ska vara nya. Återvunnet ses ofta som det sämre alternativet. En som intervjuats pekade även ut som exempel att det vid modulbygge ibland kan synas att det är större delar som satts ihop och att detta var något som inte var designmässigt eftertraktat.

Den förändring som har skett har skett utan större ingripanden och en projektledare menar att det är den "långt hängande frukten" som plockas nu, men att branschen behöver stöd för att nå längre. Generellt är de flesta aktörer som själva har ett utbrett miljöarbete positiva till reglering och bestämmelser ovanifrån. Det skulle ge dessa aktörer en komparativ fördel och tvinga långsammare aktörer till förändring. Flera nämner under samtalen att de ofta har begränsat inflytande i till exempel valet av material, och menar att det är beställaren som i slutändan avgör. Detta resulterar i att valet av material till absolut största del är ett ekonomiskt drivet beslut. En lösning som föreslås är att det bör ställas högre krav på hållbarhet vid olika slags upphandlingar. Exempelvis krav på att en viss del av materialet ska vara återvunnet eller att aktören måste använda en viss mängd återbrukat material. Idag är den mest drivande

parametern kostnad, det behövs läggas större vikt vid andra parametrar för att hållbara aktörer ska premieras.

Samtidigt som det efterfrågas reglering ovanifrån nämns också ofta att det behöver göras enklare för konsumenter att göra medvetna beslut. Andra branscher har olika slags miljöcertifieringar. Det finns visserligen några inom byggbranschen också men de är inte lika utbredda som t.ex. KRAV-märkningen. En bredare certifiering skulle hjälpa till att sprida kunskap om miljöpåverkan av olika material och även fungera som ett marknadsföringsverktyg. Kunskap och samarbete var återkommande under alla samtal. Byggbranschen beskrevs som fragmenterad och kontakt såväl som utbyte av information saknas mellan aktörer på flera nivåer. En projekteringsledare upplevde att det finns ett glapp mellan forskningen och verkligheten, det bedrivs mycket bra forskning men sen händer inte mycket i verkligheten. Den intervjuade beskrev att det finns ett överflöd av seminarier att besöka men efterfrågade mer ”rundabordsamtal” där hållbarhetspersonal, bygglidare, fastighetschefer och teknikförvaltare bör inkluderas för att få en så bred samverkan som möjligt.

4. Diskussion

De hinder som har identifierats för ett minskat materialsvinn handlar till övervägande del om ekonomi, logistiska utmaningar och om komplexa avfallsströmmar. Hinder för återbruk av material och byggprodukter berör framförallt kvalitetssäkring och ansvar, men även tillgänglighet av material, spårbarhet, brist på kompetens inom demontering, transport och förvaring av material, konsumtionsnormer samt att säkra upp tillräckliga volymer av material.

Byggbranschen beskrivs ha ett fragmenterat utbyte av kunskap, information är oftast bristfällig mellan aktörer på flera nivåer. Det finns ett glapp mellan forskningen och verkligheten, det bedrivs mycket bra forskning och pilotprojekt men det leder inte till en långsiktig förändring av branschen. Den förändring som har skett har skett utan större ingripanden och det är "lågt hängande frukter" som plockas nu. Generellt är de flesta aktörerna positiva till reglering och bestämmelser ovanifrån. Det skulle ge företag som ligger långt fram en komparativ fördel och tvinga långsammare aktörer till förändring.

Det är därför grundläggande att projekten har ett uttalat fokus på minskat materialsvinn redan när planeringen påbörjas. Byggföretagens riktlinjer samt Upphandlingsmyndighetens hållbarhetskriterier för avfallsflöden kan spela en stor roll för hur avfallsmängder kan minimeras samtidigt som återanvändning och återbruk kan öka i byggprojekten. Redan i projekteringsfasen bör projekten därför fundera på byggmetod ur en avfallshanteringssynpunkt, välja kriterier för materialval och ta fram krav som ska ställas vid upphandling. En avfallssamordnare bör utses tidigt i projektet som följer upp materialsvinn samt hjälper till att definiera kompetenskrav och ansvarsområde med avseende på resurseffektivitet för varje aktör i hela processen, från planering, bygg- och driftfasen till rivning.

När det gäller val av material och produkter förespråkas en högre prioritering av återbruk eller användning av produkter som är tillverkade med återvunnet material. Exempel med lokalt återvunna produkter är projekten Green Solution house, Allmänna bastun och Glöstorpskolan (avsnitt 2.5). Vissa produktgrupper är ur en ekonomisk synpunkt mer lämpliga att återanvända under förutsättning att de inte innehåller oönskade farliga ämnen. Dessa produkter är; dörrpartier, innerväggar och undertak, VVS (t.ex. handfat och toaletter), beslag och dörrautomatik, armaturer, galler och smide (CC Build, 2018).

Det är även avgörande att välja leverantörer som återtär spill från installation och materialåtervinner de produkter som byggs in, t.ex. de leverantörer som beskrivs i avsnitt 2.3.1. Vidare krävs det medvetna val med syfte att välja material som i första hand är miljöcertifierade och där dokumenterade egenskaper om återvinningsmöjlighet, resursanvändning, miljöpåverkan med mera är transparenta.

Angående byggkomponenter så är det prefabricering, standardisering och modulbyggnad byggmetoder som främjar minskat materialsvinn. Ett modulärt tänkande ger bättre kontroll på kvalitet, underlättar montering och demontering, stimulerar återanvändning och minimerar spillet från såväl produktions- som användningsfasen. Detta är särskilt tillämpligt för produkter som innehåller giftiga material, de måste vara demonteringsbara för att förenkla utsortering. Här är det också viktigt att sammanfogningssystem bör minimeras och mekaniska sammanfogningar

måste föredras eftersom de minskar risken för demonteringsskador och underlättar demontering (ETC/WMGE, 2020). Det finns flera företag i byggbranschen som har arbetat sedan länge med prefabricering och volymbyggnation, t.ex. Moelven, OBOS, Derome med flera. Det är viktigt med separerbara produkter så att övriga komponenter med olika livslängder enkelt kan bytas ut samt att olika material kan separeras för att återvinnas enklare.

Åtgärder och metoder för minskat materialsvinn i den senare fasen, i byggskedet, handlar till stor del om att använda sig av en avfallshanteringsplan, gärna en digital version. Det finns många rekommendationer kring avfallsplaner i litteraturen. Vid framtagandet är det viktigt med samarbete, tydligt ansvar och upphandlingskrav. Källsorteringen på byggarbetsplatsen måste vara minst enligt lagkrav, men gärna enligt Upphandlingsmyndighetens dokument, kapitel 8 och 9 (Upphandlingsmyndigheten, 2020). Exempel på vikten av en effektiv källsortering uppvisades i Glöstorpskolan. Avfallskärlens platser ska planeras utifrån olika skeden i produktionen. Avfallsstatistik per fraktion ska dokumenteras, liksom mängden av material som omhändertas och inte blivit avfall. En bra sortering på plats är effektivt för att minska fraktionen blandat avfall. Då är det en bra idé att använda ny teknik t.ex. radiofrekvensidentifiering (RFID), eller taggar och sensorer för materialdetektering som beskrevs i exemplet från Carl-Robot. Kunskapen kan även bli bättre om hur farligt avfall ska hanteras med hjälp av t.ex. appen "Farligt avfall".

Sist men inte minst är digitalisering en avgörande faktor för att nå en cirkulär ekonomi. Det finns många fördelar med att integrera digitalisering i byggprojekten för att alla material, resurser, aktörer och deras åtgärder, tidsplaner, återbruksåtgärder med mera kan finnas i en enda databas. En databas som gör det enkelt att hitta information om hela konstruktioner, om materialets egenskaper och att främja återanvändning, återvinning och uppnå minsta möjliga materialsvinn.

4.1 Utmaningar

Det finns fortfarande flera utmaningar när det gäller materialcirkularitet och minskat materialsvinn. De kan sammanfattas genom att dela upp dem i fyra kategorier:

- Ekonomi:
Det har varit tydligt att ett viktigt hinder är att det inte finns tillräckliga incitament och system för logistik för att främja återbruk och återvinning. Återvunna material brukar vara dyrare än jungfruligt material, vanligtvis på grund av en obalans i efterfrågan/utbudskedja. En annan bidragande faktor är att skatt på arbetskraft är högre än på maskiner, vilket gör det dyrt med demontering och up-cycling som ofta kräver mycket manuellt arbete.
- Politik:
De behövs tydliga och tillräckliga styrmedel för att öka återbruk och återvinning av material, vilket kräver stora offentliga investeringar. En annan utmaning är att i nuläget är regelverket inte tillräckligt, och det behövs modernare krav på att t.ex. använda återvunnet material i offentliga upphandlingar av byggprojekt, och att det idag inte finns krav på innehållsförteckningar för byggprodukter eller på att föra loggbok.

- Produktdesign:
Många komponenter och material går inte att separeras från varandra. Det medför att sortering blir väldigt svårt, till och med omöjligt i vissa fall. Dessutom råder det brist på instruktioner för återbruk av produkter, beställaren vet inte om de är kvalitetssäkrade och vilka egenskaper de har i form av t.ex. akustik, brandskydd, isolering med mera.
- Bristande kunskap och samverkan:
Det är inte tydligt hur olika aktörer kan bidra i arbetet och det finns inte tillräcklig kompetens hos de ansvariga aktörerna. Det råder brist på information och vägledning.

Enligt färdplanen för fossilfri bygg- och anläggningssektor (Fossilfritt Sverige, 2020) har olika aktörer olika ansvar. De ansvar som är lämpliga för materialsvinn är bland annat följande:

- Alla aktörer:
Fastställa klimatmål och implementera dem, digitalisera plan- och byggprocessen för att minska spill och nå ökad resurseffektivitet och använda upphandlingsformer och/eller strategiska samarbeten för att främja dialogen mellan aktörer i värdekedjan.
- Beställare:
Ställa krav, ge incitament och följa upp åtgärder för lägre klimatpåverkan, ställa krav på återanvändning av material.
- Konsulter, arkitekter:
Tidigt betona och föreslå resurseffektiva lösningar med liten klimatpåverkan, projektera för demonterbara och flexibla konstruktioner för att förenkla återanvändning och renovering.
- Entreprenörer:
Ställa krav på kompetens av leverantörer, arkitekter, konsulter och underentreprenörer, ge incitament och följa upp kraven. Dessutom utveckla metoder för att främja återanvändning och användning av resurseffektiva material (Fossilfritt Sverige, 2020).

5. Förslag till fortsatt arbete

De flesta initiativ om minskat materialsvinn som denna förstudie har redovisat handlar om återvinning. Det beror på att de systemen är inarbetade i branschen och att det är mindre komplicerat än återbruk. Flera av de intervjuade aktörerna anser att ökat återbruk leder till en resurseffektiv materialanvändning. De flesta aktörer är övertygade om att det finns stora vinster att göra med ökat återbruk och effektivare återvinning, inte bara för miljön men även sociala och ekonomiska fördelar.

Flera av de intervjuade uttrycker en frustration över den långsamhet de upplever i byggbranschen jämfört med många andra branscher. Återbruk av byggprodukter är fortfarande i sin linda, det saknas enkla verktyg och hjälpmedel som synliggör värdet (både ekonomiskt och miljömässigt) av den vinst som görs genom att återbruka produkter. Det saknas incitament för fastighetsutvecklare, fastighetsägare och hyresgäster att gå ifrån traditionella metoder till mer cirkulära affärsmodeller.

I statens offentliga utredning Resurseffektiv användning av byggmaterial (SOU 2018:51) konstateras det att "Trots att det finns mycket information kopplad till byggprodukter, både lagstadgad och frivillig, så saknas det en gemensam standard för i vilket format informationen ska anges och för hur denna information ska flöda mellan olika aktörer på marknaden. Grundläggande i detta informationsflöde är en gemensam informationsstandard som möjliggör identifiering av enskilda byggprodukter via artikelnummer och position i byggnaden. Kan byggbranschen gemensamt besluta om en standard för artikelnummer och flöde av information mellan aktörer så skapar man en bättre spårbarhet för en inbyggd byggprodukt vilket har positiv inverkan på samtliga steg i avfallstrappan." (SOU, 2018).

För att främja övergången till ett cirkulärt byggande och stimulera till minskat materialsvinn rekommenderar vi därför att medlemmarna i Belok, BeBo och Lågan ansluter till plattformen CC Build för att få tillgång till information, kunskap och verktyg för återbruksinventering.

Vidare rekommenderar vi att genomföra demonstrationsprojekt eller metodutvecklingsprojekt som förslagsvis kan titta på:

- att använda Upphandlingsmyndighetens nya kriterier i tre projekt och jämföra utfall mot tre liknande projekt med avseende på materialsvinn.
- att använda BIM i kombination med att ta fram en digital materialloggbok i 3D som använder branschens informationsstandard i ett demonstrationsprojekt.
- att utveckla ett enkelt verktyg för beräkning av ekonomisk respektive miljömässig vinst vid användandet av återbrukade byggprodukter (testa olika cirkularitetsindex).
- att ta fram mallar för frivilliga avtal där samtliga aktörer, inbegripet underleverantörer, åtar sig att minska materialsvinn genom hela byggprocessen.
- en avfallsplan som app som jämför prestanda mot andra projekt och ger användaren en belöning vid rätt utförd sortering för att främja en beteendeförändring ute i projekten.

Referenser

3XN, 2019. [Online]

Available at: <http://grafisk.3xn.dk/files/permanent/CircleHouseBookENG.pdf>

Akanbi, L. A. o.a., 2018. Salvaging building materials in a circular economy: A BIM-based whole-life performance estimator. i: *Resources, Conservation and Recycling Vol.129*. u.o.:u.n., pp. 175-186.

Akbarieh, A., Jayasinghe, L. B., Waldmann, D. & Teferle, F. N., 2020. BIM-Based End-of-Lifecycle Decision Making and Digital Deconstruction: Literature Review. *Sustainability*.

Akinade, O. O. o.a., 2015. Waste minimisation through deconstruction: A BIM based Deconstructability Assessment Score (BIM-DAS). i: *Resources, Conservation and Recycling*. u.o.:u.n., pp. 167-176.

archilovers, 2015. *THE Green Solution House*. [Online]

Available at: <https://www.archilovers.com/projects/164945/the-green-solution-house.html#info>

[Använd 2020].

ARUP, 2016. *The Circular Building*. [Online]

Available at: <https://www.arup.com/perspectives/the-circular-building>

[Använd 2020].

Återvinningsindustrierna, 2019. *Trender inom cirkulär ekonomi*. [Online]

Available at: https://www.recycling.se/wp-content/uploads/2020/01/%C3%85I_Trender-inom-cirkul%C3%A4r-ekonomi_digital-003.pdf

[Använd 2020].

Autodesk, u.d. *VILKA ÄR FÖRDELARNA MED BIM?*. [Online]

Available at: <https://www.autodesk.se/solutions/bim/benefits-of-bim>

Avfall Sverige, 2020. *Gemensamt skyltsystem för avfall*. [En linia]

Available at: <https://www.avfallsverige.se/aktuellt/nyhetsarkiv/artikel/bidrag-till-det-gemensamma-skyllsystemet/>

Axelsson, F., 2020. *Att projektera för demontering*. [Online]

Available at: <https://ltu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1458733/FULLTEXT01.pdf>

[Använd 2020].

BAMB, 2020. *Enabling a circular building industry*. [Online]

Available at: <https://www.bamb2020.eu/>

[Använd 2020].

BASTA, 2020. *BASTA*. [Online]

Available at: <https://www.bastaonline.se/>

[Använd 2020].

Brattöns Återbruk AB, u.d. *Brattöns Återbruk AB*. [Online]
Available at: <http://www.brattonsaterbruk.se/byggmaterial/>
[Använd 2020].

BREEAM-SE, 2017. *BREEAM-SE Nybyggnad 2017*. [Online]
Available at: <https://www.sgbc.se/app/uploads/2018/06/BREEAM-SE-2017-1.1-Swedish-version.pdf>
[Använd 2020].

British Council, u.d. Engineering the circular building. *Cubed Magazine*.

Brukspecialisten, sense data [En línia]
Available at: <https://www.brukspecialisten.se/>

Byggföretagen, 2019. *Resurs och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning*. [Online]
Available at: <https://byggforetagen.se/app/uploads/2020/01/190520-Resurs-och-avfallshantering-vid-byggande-och-rivning.pdf>
[Använd december 2020].

Byggföretagen, 2., 2019. *Förebyggande av avfall vid byggproduktion*. [Online]
Available at: https://byggforetagen.se/app/uploads/2020/02/Bilaga-16-F%C3%B6rebyggande-av-avfall-vid-byggproduktion_190415-.pdf
[Använd 2020].

Byggföretagen, 3., 2019. *Bilagor till Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning 2019, Bilaga 19*. [Online]
Available at: <https://byggforetagen.se/bilagor-till-resurs-och-avfallsriktlinjer-vid-byggande-och-rivning-2019/>
[Använd 2020].

Byggmaterialindustrierna, 2020. *Byggvarudeklaration eBVD 1.0*. [Online]
Available at: <https://byggmaterialindustrierna.se/byggvarudeklaration-ebvd1-0/>
[Använd 2020].

Byggpall, 2020. *Byggbranschens standard för pallhantering*. [Online]
Available at: <https://www.byggpall.se/>
[Använd 2020].

byggjtjanst, s., 2020. *AMA - byggbranschens gemensamma språk*. [Online]
Available at: <https://byggjtjanst.se/ama/vad-ar-ama>
[Använd 2020].

Byggvarubedömningen, 2020. *BYGGVARUBEDÖMNINGEN*. [Online]
Available at: <https://www.byggvarubedomningen.se/>
[Använd 2020].

CarlF, u.d. *Vår egen Carl-Robot*. [Online]
Available at: <https://www.carlf.se/carl-robot-126caf2723faf264>
[Använd 2020].

CC Build, 2018. [En l nia]

Available at: <https://ccbuild.se/guider/>

[ ltim acc s: 2020].

CCBuild, 2., 2020. *cirkularitetsindex*. [Online]

Available at: <https://ccbuild.se/cirkularitetsindex/>

[Använd 2020].

CCBuild, 3., 2020. *BAMB – Byggnader som materialbanker*. [Online]

Available at: <https://ccbuild.se/bamb-byggnader-som-materialbanker/>

[Använd 2020].

CCBuild, u.d. *Centrum f r cirkulärt byggande*. [Online]

Available at: <https://ccbuild.se/>

[Använd 2020].

Cradle to Cradle Products Innovation Institute, 2020. *Cradle to Cradle Certified™*. [Online]

Available at: <https://www.c2ccertified.org/get-certified/product-certification>

[Använd 2020].

EEA, 2020. *Improving circular economy practices in the construction sector key to increasing material reuse, high quality recycling*. [Online]

Available at: <https://www.eea.europa.eu/highlights/improving-circular-economy-practices-in>

[Använd 2020].

Energimyndigheten, sense data *Ekodesigndirektivet*. [En l nia]

Available at: <http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/jag-ar-saljare-eller-tillverkare-av-produkter/ekodesign-energimarkning-och-ce-markning/ekodesign/ekodesigndirektivet/>

[ ltim accès: 2020].

EPD, 2020. *MILJ VARUDEKLARATIONER (EPD)*. [Online]

Available at: <https://www.environdec.com/sv/>

[Använd 2020].

ETC/WMGE, 2020. *Construction and Demolition Waste: challenges and opportunities in a circular economy*, u.o.: Eionet.

European Commission, 2020. *Circular Economy - Principles for Buildings Design*, Brussels: European Commission.

Fossilfritt Sverige, 2020. *Färdplan för fossilfri bygg- och anläggningssektor*. [Online]

Available at:

https://byggforetagen.se/app/uploads/2020/01/Fardplan_for_fossilfri_bygg-och_anlaggningssektor_20181228-1.pdf

[Använd 2020].

Fredriksson, G. & Höglund, E., 2012. *Att minska byggavfallet: En metod för att förebygga avfall vid byggande*. [Online]

Available at:

<https://www.regeringen.ax/sites/www.regeringen.ax/files/attachments/page/att-minska-byggavfallet.pdf>

[Använd 2020].

FTI, 2020. *Vi hjälper dig att ta ditt producentansvar.* [Online]

Available at: <https://www.ftiab.se/3172.html>

[Använd 2020].

FTI, 2., 2020. *om producentansvaret.* [Online]

Available at: <https://www.ftiab.se/3158.html>

[Använd 2020].

Golv Branschen, 2020. *Golvåtervinning för installationsspill.* [Online]

Available at: <https://www.golvbranschen.se/miljo-hallbarhet/golvatervinning/>

[Använd 2020].

GöteborgsStad, 2020. *Dags att bygga och riva cirkulärt!.* [Online]

Available at: <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/d0600675-8e9c-4522-9984-4783c65d9a07/Slutrapport+Upphandlingskrav+f%C3%B6r+cirkul%C3%A4ra+fl%C3%B6den+i+bygg-+och+rivningsprocessen.pdf?MOD=AJPERES>

[Använd 2020].

Green Solution House, 2015. *GreenSolutionHouse.* [Online]

Available at: <http://grafisk.3xn.dk/files/permanent/GreenSolutionHouseENG.pdf>

[Använd 2020].

GXN, 2015. *Exploring circular sustainability.* [Online]

Available at: <https://gxn.3xn.com/project/green-solution-house>

[Använd 2020].

GYRO gipsåtervinning, u.d. *INNOVATIONER FÖR EN EKONOMISKT HÅLLBAR, FÖRNYBAR GIPSTILLVERKNING.* [Online]

Available at: <https://gyrogips.se/>

[Använd 2020].

Humlegården AB, 2020. [En lina]

Available at: <https://humlegarden.se/nyheter-och-press/2019/humlegarden-ivl-kinnarps-och-rise-i-gemensamt-forskningsprojekt-som-ska-bidra-i-overgangen-till-en-cirkular-ekonomi/>

IVL, 2020. *Minska klimatpåverkan genom att ställa krav på insamling av plastgolv.*

[Online]

Available at: <https://www.golvbranschen.se/media/3756551/guide-till-upphandlare-golv%C3%A5tervinning-ivl.pdf>

[Använd 2020].

Khaled, Z., Al-Shether, B. S. & Hadi, A. H., 2015. *Development of Construction Material Waste Management System.* [Online]

Available at:

<https://www.researchgate.net/publication/325976190> *Development of Construction Material Waste Management System*

[Använd 2020].

KNAUF DANOGIPS, u.d. *Om gipsåtervinning - returkips*. [Online]

Available at: <https://www.knauf.se/kvalitet-och-miljo/om-gipsatervinning-returkips/>

[Använd 2020].

Kompanjonen, u.d. *Kompanjonen*. [Online]

Available at: <https://www.kompanjonen.se/>

[Använd 2020].

Material Economics, 2018. *Ett Värdebeständigt svenskt materialsystem*. [Online]

Available at: <http://databas.resource-sip.se/storage/vardebestmtrlsystemrapport180118.pdf>

[Använd 2020].

Miljödepartementet, 2020. *Nya EU-regler om avfall gynnar en mer cirkulär ekonomi*. [Online]

Available at: <https://www.regeringen.se/artiklar/2019/10/nya-eu-regler-om-avfall-gynnar-en-mer-cirkular-ekonomi/>

Mistra Closing the Loop, 2020. *CONSTRUCTIVATE*. [Online]

Available at: <https://closingtheloop.se/media/2020/03/Constructivate-slutrapport-Slutgiltig-version-med-l%C3%A4nk-till-litteratur.pdf>

[Använd 2020].

Naturvårdsverket, 2020. *Materialinventering och sortering av bygg- och rivningsavfall*. [Online]

Available at: <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Avfall/Bygg--och-rivningsavfall/Materialinventering-och-sortering-av-bygg--och-rivningsavfall/>

[Använd 2020].

Naturvårdsverket, 2., 2020. *Nya regler för avfallshantering och återvinning – från avfall till resurs*. [Online]

Available at: <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Avfall/Nya-regler-for-avfallshantering-och-atervinning/>

[Använd 2020].

Naturvårdsverket, 3., 2020. *Vägledning för bygg- och rivningsavfall*. [Online]

Available at: <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Avfall/Bygg--och-rivningsavfall/>

[Använd 2020].

NCC, 2020. [En linia]

Available at: <https://www.ncc.se/media/nyheter/ncc-okar-atervinningen-av-fonster/>

NKT, 2020. *NKT minskar sitt klimatavtryck genom mekanisk återvinning av PEX-material*. [Online]

Available at: <https://www.nkt.se/pressmeddelanden-och-evenemang/nkt-minskar-sitt-klimatavtryck-genom-mekanisk-aatervinning-av-pex-material>

[Använd 2020].

NPG Nordic, 2020. *NPGs röråtervinning*. [Online]

Available at: <http://npgnordic.com/sverige/roratervinning/>

[Använd 2020].

PAROC, u.d. *Rewool - Återvinning och återanvändning som passar alla*. [Online]

Available at: <https://www.paroc.se/hjalpmedel/paroc-rewool>

[Använd 2020].

PEAB, 2020. *100 procent sortering av avfallet när Glöstorpskolan byggs*. [Online]

Available at: <https://mb.cision.com/Main/424/3238349/1336054.pdf>

[Använd 2020].

Raumlabor, 2014. *ALLMÄNNA BADET / BATHING CULTURE*. [Online]

Available at: <https://raumlabor.net/bathing-culture/>

[Använd 2020].

Regeringskansliet, 2020. *Avfallsförordning (2020:614), kap.3 §10*. [Online]

Available at: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/avfallsforordning-2020614_sfs-2020-614

[Använd 2020].

Re-Source, 2018. *Verktyg för att minska avfall vid nybyggnation*. [Online]

Available at: <https://www.hutskane.nu/wp-content/uploads/2018/06/Verktyg-fo%CC%88r-att-minska-avfall-vid-nybyggnation.pdf>

[Använd 2020].

RI.SE, 2020. *Plast från återvunna kablar får nytt liv*. [Online]

Available at: <https://www.ri.se/sv/berattelser/plast-fran-atervunna-kablar-far-nytt-liv>

[Använd 2020].

ROCKWOOL, u.d. *Återvinning*. [Online]

Available at: <https://www.rockwool.se/fordelarna-med-stenull/aatervinning/>

[Använd 2020].

SFS, 2020. *Lag om ändring i miljöbalken*. [Online]

Available at: <https://svensksforfattningssamling.se/sites/default/files/sfs/2020-06/SFS2020-601.pdf>

[Använd 2020].

SGBC, 2020. *Miljöbyggnad - Svensk miljöcertifiering för svenska förhållanden*.

[Online]

Available at: <https://www.sgbc.se/certifiering/miljobyggnad/>

[Använd 2020].

SIS, 2020. *Bygghandlingar 90*. [Online]

Available at: <https://www.sis.se/konstruktionoch tillverkning/bygg/bygghandlingar-90-ritningar/>

[Använd 2020].

SIS, 2020. *CE-märkning*. [Online]

Available at: <https://www.sis.se/standarder/ce-markning/>

[Använd 2020].

SKANSKA, u.d. *Listerbyskolan, Ronneby*. [Online]

Available at: <https://www.skanska.se/vart-erbjudande/vara-projekt/218432/Listerbyskolan%2c-Ronneby>

[Använd 2020].

SMARTSITE, 2020. *SmartWaste: Environmental site monitoring and reporting software*. [Online]

Available at: <https://www.bresmartsite.com/products/smartwaste/>

[Använd 2020].

SOU, 2017. *Från värdekedja till värdecykel*. [Online]

Available at:

https://www.regeringen.se/49550d/contentassets/e9365a9801944aa2adce6ed3a85f0f38/fran-vardekedja-till-vardecykel-2017_22.pdf

[Använd 2020].

SOU, 2., 2018. *Resurseffektiv användning av byggmaterial*. [Online]

Available at: https://lagen.nu/sou/2018:51?attachment=sou-2018_51_webb.pdf&repo=souregeringen&dir=downloaded

[Använd 2020].

STENA Recycling, u.d. *ÅTERVINNING AV JÄRN OCH METALL*. [Online]

Available at: <https://www.stenarecycling.se/hallbar-atervinning/atervinning-av-material/metallatervinning/>

[Använd 2020].

StenaRecycling, u.d. *HÅLLBART FÖRETAGANDE: EN INTRODUKTION TILL CIRKULÄR TRANSFORMATION*. [Online]

Available at: <https://sustainability.stenarecycling.se/blogg/h%C3%A5llbart-f%C3%B6retagande-en-introduktion-till-cirkul%C3%A4r-transformation>

[Använd 2020].

SUEZ, u.d. *SUEZs återvinningsmetod*. [Online]

Available at: <https://www.suez.se/hallbar-atervinning/suezs-atervinningsmetod/>

[Använd 2020].

SundaHus, 2020. *SundaHus Miljödata*. [Online]

Available at: <https://www.sundahus.se/tjanster/miljodata/>

[Använd 2020].

Svensk Betong, u.d. *Återvinning*. [Online]

Available at: <https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-platsgjutet/hallbart-byggande/bestandighet-och-livslangd-2>

[Använd 2020].

Svenskt trä, 2020. *Träemballage och miljö*. [Online]

Available at: <https://www.svensktra.se/bygg-med-tra/traforpackningar/traemballage-och-miljo/>

[Använd 2020].

Sveriges Miljömål, 2020. *Bygg- och fastighetssektorns uppkomna mängder av avfall*.

[Online]

Available at: <https://www.sverigesmiljomal.se/etappmalen/okad-resurshallning-i-byggsektorn/>

[Använd 2020].

SWECO, 2019. *ACE Arkitektur för Cirkulär Ekonomi*. [Online]

Available at: https://www.sweco.se/siteassets/nyheter/2020/01-jan/ace-arkitektur-for-cirkular-ekonomi_191212.pdf

[Använd 2020].

Sweco, 2020. *SÅ BLIR FRAMTIDENS BYGGPROCESS CIRKULÄR*. [Online]

Available at: <https://www.sweco.se/nyheter/nyhetsartiklar/2020/sa-blir-framtidens-byggprocess-cirkular/>

[Använd 2020].

Tarkett, 2020. *GBR golvåtervinning*. [Online]

Available at: https://konsument.tarkett.se/sv_SE/node/gbr-golvatervinning-454#:~:text=GBR%20ogolv%C3%A5tervinning%201%20%C3%85tervinning%20av%20installationsspill%20%20Det,m%C3%A4ngden%20byggvaror%20som%201%C3%A4gs%20p%C3%A5%20deponi%20eller%20br%C3%A4nns.

[Använd 2020].

Trafikverket, 2020. *AMA Anläggning – allmän material- och arbetsbeskrivning för anläggningsarbeten*. [Online]

Available at: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/Tekniska-dokument/AMA---allman-material--och-arbetsbeskrivning/>

[Använd 2020].

Upphandlingsmyndigheten, 2020. *Förslag till uppdatering av och nya AVFALLSKRITERIER FÖR NYBYGGNAD OCH ÖMBYGGNAD (alla typer av byggnader)*. [Online]

Available at: https://www.upphandlingsmyndigheten.se/globalassets/omraden/bygg-och-anlaggning/uhm2020-0064_forslag-pa-avfallsbegransande-kriterier-inom-ny--och-ombyggnad-201119.pdf

[Använd 2020].

USGBC, 2020. *LEED v4.1*. [Online]

Available at: <https://www.usgbc.org/leed/v41#bdc>

[Använd 2020].

Vandkunsten, 2019. *2019*. [En linia]

Available at: <https://vandkunsten.com/en/projects/circle-house>

vinylplus, 2., 2020. *PVC Recycling in Action*. [Online]

Available at: [https://vinylplus.eu/uploads/Leaflets/Recovinyl_05-08-web\(final\).pdf](https://vinylplus.eu/uploads/Leaflets/Recovinyl_05-08-web(final).pdf)

[Använd 2020].

vinylplus, u.d. *Recovinyl*. [Online]

Available at: <https://vinylplus.eu/recycling/recovinyl>

[Använd 2020].

Volk, R. o.a., 2018. Deconstruction project planning of existing buildings based on automated acquisition and reconstruction of building information. i: *Automation in Construction Vol. 91*. u.o.:u.n., pp. 226-245.

WALGA, u.d. *Construction Waste Management - Plan Guidelines*. [Online]

Available at:

https://www.wastenet.net.au/profiles/wastenet/assets/clientdata/document-centre/wal2708_construction_waste_a4_v2_singles.pdf

[Använd 2020].

Waste Cap Resource Solutions, u.d. *Facility Operations Waste Diversion*. [Online]

Available at: <https://www.wastecap.org/facilities.html>

[Använd 2020].

websida, E., sense data <http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/jagar-saljare-eller-tillverkare-av-produkter/ekodesign-energimarkning-och-ce-markning/ekodesign/ekodesigndirektivet/>. s.l.:s.n.

WRAP, 2010. *Designing out Waste Tool for Buildings (DoWT-B)*. [Online]

Available at: <https://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/DoWT-B%20User%20Guide.pdf>

[Använd 2020].

WRAP, 2., u.d. *Designing out Waste:: A design team guide for buildings*. [Online]

Available at: <https://www.modular.org/marketing/documents/DesigningoutWaste.pdf>

[Använd 2020].