



Nr C 338
Januari 2018

CIRKULÄR EKONOMI I BYGGBRANSCHEN

Sammanfattande översikt av
forskningsläget och goda exempel

På uppdrag av Kommittén för modernare byggregler

Anders Ejlertsson, Carina Loh Lindholm, Jeanette Green, Maria Ahlm



Författare: Anders Ejlertsson, Carina Loh Lindholm, Jeanette Green, Maria Ahlm

På uppdrag av: Kommittén för modernare byggregler

Rapportnummer C 338

ISBN 978-91-88787-74-3

Upplaga Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2018

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // Fax 010-788 65 90 // www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	5
1 Uppdraget.....	7
2 Bakgrund.....	7
3 Goda exempel.....	7
3.1 Avfallsminimering.....	8
3.1.1 JM (SE).....	8
3.2 Återanvändning.....	8
3.2.1 Kompanjonen (SE).....	8
3.2.2 Loop rocks (SE).....	9
3.3 Materialåtervinning.....	9
3.3.1 Interface och Desso (US/SE).....	9
3.3.2 GBR golvåtervinning (SE).....	9
3.3.3 Suez isoleringsåtervinning (SE).....	9
3.3.4 Upcycle house (DK).....	10
3.4 Bygglogistik.....	10
3.4.1 Byggpall (SE).....	10
3.5 Konfektionering.....	10
3.5.1 Vasakronan/Nattugglan (SE).....	10
3.6 Design for deconstruction.....	10
3.7 3D-printning.....	11
3.7.1 Wikihouse (UK).....	11
3.8 Modulbyggande, industriellt byggande.....	11
3.9 Nya affärsmodeller.....	11
3.9.1 Philips, payperlux (NL).....	11
3.10 Utökad livslängd.....	11
3.10.1 Hydroware (SE).....	11
3.11 Cirkulärt byggande.....	12
3.11.1 Park 20/20 (NL).....	12
3.11.2 Bacsippan (SE).....	12
3.12 Nätverk.....	12
3.12.1 100-gruppen (SE).....	12
3.12.2 Cradlenet (SE).....	13
4 Forskningsläget.....	13
4.1 Generell forskning kring cirkulär ekonomi.....	13
4.2 Generell forskning kring affärsmodeller.....	13
4.3 Pågående forskningsprojekt i urval.....	14
4.3.1 BAMB.....	14
4.3.2 FISSAC.....	14

4.3.3	HISER.....	15
4.3.4	CONSTRUCITVATE	15
4.3.5	Cirkulära produktflöden i byggbranschen.....	15
4.4	Rapporter och studier i urval.....	16
4.4.1	Återvinning av stommar, 2017.....	16
4.4.2	Cirkulär ekonomi i den byggda miljön, 2016	17
4.4.3	Ökad återvinning av byggmaterial, 2016	17
4.4.4	Cirkulära affärsmodeller för den byggda miljön, 2016	18
4.4.5	Studie av avfallsdirektivets miljönytta, 2016.....	18
4.4.6	Nya affärsmodeller för cirkulära möbelflöden, 2016.....	19
4.4.7	Materialinformation och reversibla byggnader, 2016.....	20
4.4.8	Åtgärder för att öka återanvändning och återvinning av bygg- och rivningsavfall, 2015.....	20
4.4.9	Styrmedel för ökad materialåtervinning, 2014.....	21
5	Referenser.....	21

Sammanfattning

I Europa återvinns eller återanvänds enbart ca 40 % av det totala avfallsflödet. Värdet av en förbättring är inte enbart miljömässig utan i högsta grad även ekonomisk. (Ellen MacArthur Foundation et.al., 2015). För byggbranschen kräver en transformering från ett linjärt system till ett cirkulärt nödvändigtvis inte oöverstigliga resurser, utan istället ett nytt systemtänkande där alla aktörer i värdekedjan involveras (Guglielmo et.al., 2016). Cirkulärt byggande handlar i praktiken ofta om att på olika sätt minimera avfall eller att öka materialåtervinningen. Bland de goda exempel som presenteras i denna rapport nämns bland annat exempel på återanvändning, resurseffektivare material, reducerat byggavfall, slutna kretslopp, men även helt nya affärsmodeller. Cirkulära affärsmodeller innebär ofta att en tjänst säljs istället för en vara. Nya affärsmodeller bedöms vara en avgörande nyckel för att generera bestående förändringar inom byggbranschen (Guglielmo et.al., 2016).

Avfallsdirektivet bedöms inte säkerställa en resurseffektiv och hållbar återvinning inom byggbranschen, bland annat på grund av hur avfallet definieras och mäts (Arm et.al., 2016). Oavsett eventuella brister i direktivet finns det stora möjligheter att öka återvinningsgraden i Sverige. En möjlig förbättring är selektiv rivning som bedöms ha stor potential, speciellt för material där det redan finns fungerande återvinningsprocesser. Nya styrmedel och/eller subventioner bedöms dock som nödvändiga eftersom incitament saknas på grund av låg kostnad för förbränning. Bristen på information om kemiskt innehåll bedöms vara ett hinder, men skulle också kunna lösas till exempel med införandet av en loggbok (Youhanan et.al., 2016; Stenmark et.al, 2014).

Att handla upp funktorer kräver nya rutiner hos inköpsorganisationer där värderingen av investeringen måste göras baserad på total livscykelkostnad och inte enbart på inköpspris. Det bedöms dock saknas kunskap kring totala kostnader för olika typer av investeringar inom bland annat många offentliga verksamheter. Enligt upphandlingsmyndigheten är det dock fullt möjligt, och rekommenderat, att utvärdera anbud baserat på livscykelkostnader (Arvidsson N. et.al., 2016). Det poängteras också att det i en omställningstid inte är möjligt att bedöma utfallet av en så pass långsiktig investering som till exempel en byggnad enbart på historiska erfarenheter. Det finns exempel på både europeiska banker och investerare som använder framtida cirkulära principer för att bedöma investeringar (Guglielmo et. al., 2016).

Det finns ett antal goda exempel inom ett antal olika områden beskrivna i rapporten. Här lyfts två som tydligt visar att det går att bygga cirkulärt redan nu och att det går att konstruera nya affärsmodeller:

- Företagsparken Park 20/20 i Amsterdam är ett exempel där nya arbetsätt och metoder använts för att uppföra byggnader efter cirkulära principer utan merkostnad. I projektet använde beställaren samma arkitekter, entreprenörer och materialleverantörer för alla byggnader, vilket innebar att byggkostnaden minskade med 19 % från första till sista huset. Fastighetsägaren kunde dessutom ta ut mellan 15-20 % högre hyror än i jämförbara områden.
- Ett svenskt exempel på nya affärsmodeller är Byggpall som genom att involvera branschens alla aktörer på ett tidigt stadium lyckats utveckla ett självfinansierande system för pallhantering med stora miljöfördelar.

Inom bland annat det europeiska forskningsprojektet BAMB introduceras många lösningar för ett cirkulärt byggande. Exempel är flexibel byggnadsdesign ("reversible design"), nya montagemetoder som underlättar demontering ("design for deconstruction") samt systemstöd med verktyg för utökad materialspecifikation ("material passport"), (Debacker et.al., 2016). Studier

indikerar att det är möjligt att transformera en rivningskostnad till en materialvinstvinst genom att konstruera byggnader för demontering och införa utökad materialinformation. I en färsk svensk enkätundersökning bland främst stomleverantörer bedöms att ca 75 % av en byggnad skulle kunna demonteras om det fanns en marknad (Fahlén et. al., 2017).

I många pågående europeiska forskningsprojekt lyfts också en ökad grad av digitalisering som avgörande för att byggbranschen skall kunna utvecklas i en mer cirkulär riktning. Både projekten BAMB och FISSAC arbetar till exempel med att utveckla digitala lösningar för att underlätta informationsspridningen mellan olika aktörer. Detta är dock pågående projekt och resultaten är enbart delvis publicerade. Inom branschen finns dock många goda exempel som indikerar att det redan nu är möjligt att bygga efter cirkulära principer, återigen är Park 20/20 ett sådant exempel.

1 Uppdraget

Cirkulär ekonomi är ett relativt nytt begrepp, varför IVL fått i uppdrag av Kommittén för modernare byggregler att översiktligt sammanfatta området med fokus på nya affärsmodeller och metoder inom byggbranschen. Uppdraget har bestått av två delar där den ena delen presenterar goda exempel, medan den andra delen består av en beskrivning av forskningsläget.

Forskningsområdet är nytt och har en närmast holistisk karaktär med många delområden som till exempel innefattar nya affärsmodeller, avfall, byggproduktion, industriellt byggande och så vidare. Det saknas också en enhetlig definition av vad ett cirkulärt byggande är. Därför tolkas uppdraget brett och fokus har lagts på att hitta goda exempel och forskningsresultat som IVL naturligt kommer i kontakt med i sin verksamhet. Uppdraget har utförts på kort tid och gör inte anspråk på att ge en komplett bild.

2 Bakgrund

Ett linjärt system där resurser bryts för att sedan vid slutet av en produkts livslängd förbrukas i form av energiutvinning eller deponi blir mer och mer omodernt och medför även en onödigt stor miljöbelastning där risken att utarma jorden på viktiga resurser är stor. Därför antog EU kommissionen 2015 ett åtgärds paket som skall främja övergången till en mer cirkulär ekonomi.

Begreppet "cirkulär ekonomi" introducerades 1989 (Pearce et.al., 1989), men någon enhetlig definition saknas.

I Europa genererar byggbranschen ca 35 % av allt avfall (Europeiska miljöbyrån 2014). I Sverige producerar byggbranschen både mest icke farligt som farligt avfall årligen, gruvsektorn frånräknad (Naturvårdsverket 2014). Byggproduktion står också för en icke obetydlig del av samhällets totala koldioxidbelastning (IVA 2014). Globalt sett kommer de urbana ytorna att växa kraftigt, liksom i Sverige, även om ökningen här inte är lika markant (Fahlén et.al., 2017). Det betyder att byggbranschen också har möjlighet att bidra till att lösa problemen.

Det saknas också en enhetlig definition av vad cirkulär ekonomi betyder för byggbranschen. Ett exempel på initiativ är dock Ellen MacArthur Foundation som utvecklat ett ramverk, ReSolve, som kan användas av företag och organisationer som vill utvecklas i en mer cirkulär riktning (Ellen MacArthur Foundation et al. 2015). I olika fallstudier ges goda exempel på vad detta betyder för byggbranschen (Lemmens et.al., 2016).

3 Goda exempel

Nedan ges en sammanställning av exempel på nya affärsmodeller och/eller företag inom området cirkulär ekonomi i byggbranschen som etablerats de senaste tio åren. Exempel hämtas från såväl Sverige som andra länder. Sammanställningen är fokuserad på följande områden:

- avfallsminimering
- återanvändning
- materialåtervinning
- bygglogistik
- konfektionering

- design for deconstruction
- 3D-printning av komponenter, byggdelar, eller "hela" byggnader
- modulbyggande, industriellt byggande
- Nya affärsmodeller (adderad under uppdraget)
- Utökas livslängd (adderad under uppdraget)
- Cirkulära byggnader (adderad under uppdraget)
- Nätverk (adderad under uppdraget)

Sammanställningen baseras på information som IVL enkelt har tillhands. För varje exempel finns en länk där man kan hitta mer information.

3.1 Avfallsminimering

3.1.1 JM (SE)

Förutom gruvindustrin genererar byggbranschen årligen mest avfall räknat i vikt. Upphandlingsmyndigheten har förslag på skrivningar för att reducera avfall från byggarbetsplatser vid upphandling där en rekommenderad nivå är 20 kg/BTA. Myndigheten anser att 25-30 kg/BTA är ett branschmedel med goda exempel så långt ned som till 10 kg/BTA.

JM har som mål att tom 2021 nå 15 kg/BTA. Åtgärder som nämns är till exempel lösullsisolering istället för skivor, avtalsmässiga materialreturer, där till exempel retur vid gjutning kan ge stor effekt samt ökad digitalisering som ger möjligheter till mer exakt beställning. Det finns också andra aktörer som formulerar liknande målsättningar för avfall.

Länk: www.byggindustrin.se/artikel/nyhet/jm-ska-halvera-sitt-eget-byggavfall-25479

3.2 Återanvändning

3.2.1 Kompanjonen (SE)

Under ett 10 tal år har Kompanjonen fokuserat på återbruk av byggmaterial, belysning och möbler. För att kunna specialisera sig på expertisen att koppla ihop tillgång och efterfrågan köps allt material in från till exempel rivningsföretag. Idag har kompanjonen fem anställda och omsätter drygt sex miljoner kronor. Kunderna är främst mindre fastighets- och byggbolag. Verksamheten är baserad i Stockholm, men via webbförsäljning verkar Kompanjonen nationellt.

Förutom kompanjonen så finns det även en rad andra initiativ både inom landet och internationellt som till exempel Brattöns återbruk, Malmö återbyggdepå, Dansk genbygg, Genbygg, Recycling partner, och Offect ReUsed med flera.

Länk: www.kompanjonen.se
www.brattonsaterbruk.se
www.malmoabd.se
www.danskgenbyg.dk
www.genbyg.dk
www.rp.se
reused.offecct.se

3.2.2 Loop rocks (SE)

NCC startade Loop Rocks sommaren 2016 och ville på detta sätt skapa en marknad för sekundärmaterial, i första hand sten, jord och olika fyllnadsmaterial. Via ett digitalt annonssystem synliggörs både tillgången och efterfrågan och byggprojekt kan på detta sätt matchas med varandra. Företaget har sedan starten hanterat över en miljon ton sekundärmaterial.

Länk: www.looprocks.se

3.3 Materialåtervinning

3.3.1 Interface och Desso (US/SE)

Interface är en stor internationell tillverkare av mattor och långt ifrån alla produkter tillverkas från återvunnet material. Mattan Net Effect är dock ett bra exempel på återvinning där gamla fisknät i nylon samlas in och blir råvara till nya mattor. Nylon anses generellt vara en av de mindre problematiska plasterna. Det finns också svenska exempel i Tarkettägda Desso som koncentrerar sig på märkningen cradle to cradle för större delen av sitt sortiment. Cradle to cradle är ett internationellt miljöbedömningssystem inte olikt Sunda Hus, Byggvarubedömningen och Basta. Medan våra svenska system generaliserat bedömer kemiskt innehåll försöker cradle to cradle märkningen vara mer heltäckande och framförallt fokusera på cirkulära principer. Desso har en produkt som har erhållit betyget guld, vilket är att betrakta som svårt att erhålla.

Länk: www.interface.com/US/en-US/about/modular-carpet-tile/Net-Effect
www.desso-hospitality.com/news-articles/c2c-gold-level-certification

3.3.2 GBR golvåtervinning (SE)

Vid installation av plastgolv kan det uppstå upp till 10 % spill i form av tillskurna kanter och restbitar. GBR Golvåtervinning är ett retursystem som är kostnadsfritt för golvbranschens medlemmar. Golvföretaget som lägger in golvet samlar in spillet som sedan hämtas med dedikerade lastbilar för att minimera miljöpåverkan från transporter. En stor andel av spillet mals ned till granulat och blir till nya golv, medan resterande energiåtervinns. För tillfälligt hanteras PVC och polyolefiner från många större leverantörer på den svenska marknaden.

Länk: www.golvbranschen.se/miljo-hallbarhet/golvatervinning

3.3.3 Suez isoleringsåtervinning (SE)

SUEZ driver ett innovativt hållbarhetsprojekt där spill från isoleringsmaterial vid nybyggnation återvinns och får nytt liv som lösullsisolering. Projektet drivs i samarbete med Feab Isolering. Miljövinsterna är stora, då det idag är vanligt att isoleringsspill läggs på deponi. Det långsiktiga målet med projektet är att gå från 100 % deponering till 100 % återvinning.

Länk: www.suez.se/aktuellt/nyheter/100-procents-atervinning-av-isolering

3.3.4 Upcycle house (DK)

Realdania By og Byg utvecklar och konstruerar enfamiljshus enligt cirkulära principer i Nyborg på Fyn i Danmark. Den Köpenhamnsbaserade arkitekt firman Leander Group med ett 40-tal anställda arbetar i princip enbart enligt cirkulära principer och har hjälpt till med utvecklingen av ett utav husen, "Upcycle House". Huset kommer att kosta ca 1,7 miljoner kronor och består till 86 % av återvunna eller återbrukade byggmaterial räknat på vikt.

Länk: www.lendager.com/arkitektur/upcycle-house

3.4 Bygglogistik

3.4.1 Byggpall (SE)

Retursystem Byggpall bygger på en ny affärsmodell som är utvecklad och ägd av branschens olika aktörer sedan 2006. Materialleverantörer köper byggpallar av en palloperatör, en kostnad som sedan vidarefaktureras genom systemet. I sista ledet köper palloperatören tillbaks byggpallen till ett fast lägre pris oavsett om den är hel eller trasig (ca 2/3 av nypris). Palloperatören genomför sedan kvalitetskontroll och reparation om det behövs, samt levererar ut igen. Retursystem Byggpall vann Årets Återanvändare vid Återvinningsgalan 2016.

Länk: www.byggpall.se

3.5 Konfektionering

3.5.1 Vasakronan/Nattugglan (SE)

Vid ombyggnaden av kvarteret Nattugglan i Stockholm beställde Vasakronan färdigkapade gipsskivor från fabrik vilket minskade den totala mängden avfall med 20 %. Avfallet kan då uppstå någon annanstans istället, men hanteringen kan förväntas bli effektivare i fabrik. Till exempel genom att spill uppstår i större volymer och i en renare fraktion som kan gå tillbaka till produktionen. Entreprenörens arbetsmiljö upplevdes också som bättre, genom att vissa tunga arbetsmoment plockades bort. Byggarbetsplatsen blev också renare och mycket mindre dammig. Kostnaden initialt blev högre, men kostnaden för avfall reducerades. Gipsavfall är en av de största fraktionerna avfall vid byggnation och riskerar fortfarande att hamna på deponi, trots nya initiativ som till exempel Gipsrecycling.

Länk: www.byggindustrin.se/artikel/nyhet/gipset-forsvann-fran-vasakronan-23277

3.6 Design for deconstruction

Både byggnaderna inom företagsparken Park 20/20 samt Backssippans förskola i Ronneby är uppförda med hjälp av principerna för design for deconstruction. Dessa byggnader presenteras i avsnitt 3.11, cirkulära byggnader, nedan. Begreppet finns också ytterligare beskrivet under avsnitten forskningsläget.

3.7 3D-printning

3.7.1 Wikihouse (UK)

Wikihouse är världens första open source hus som laddas ned digitalt och skrivs ut på ca 20 mm tjock plywood med hjälp av en CNC fräs. De utskrivna delarna monteras genom att de olika delkomponenterna hakar i varandra och låser konstruktionen ungefär på samma sätt som pusselbitar skulle passa in i varandra i tre dimensioner. Dessa delar sätts sedan samman till ett komplett hus. Montaget av mindre hus utförs av en grupp på ca 4 personer på mindre än en dag. Då är vädertätt klimatskal inkluderat, inget invändigt arbete utfört och ingen grundläggning inräknad.

Länk: www.wikihouse.cc

3.8 Modulbyggande, industriellt byggande

Det finns många exempel på industriellt byggande i Sverige som till exempel BoKlok, Lindbäcks, Veidekkes system och så vidare. Det industriella byggandet har sitt ursprung i USA och har där varit drivet av bland annat miljöaspekter på ett mycket tydligare sätt än i Sverige där drivkrafterna framförallt har varit produktionstekniska och ekonomiska (Johansson et. al., 2013). Potentialen för avfallsnivåer under 10 kg/BTA måste anses nåbara inom det industriella byggandet (Lessing 2017).

3.9 Nya affärsmodeller

3.9.1 Philips, payperlux (NL)

Kunden köper en funktion, det vill säga en viss ljussättning av en viss kvalitet. Tjänsten levereras till ett fast pris inklusive material och service. Philips försätter därigenom att äga produkterna de tillverkat och på så sätt premieras produktutveckling som genererar långsiktigt hållbara system. Detta har till exempel implementerats på Schiphols flygplats.

Länk: www.lighting.philips.com/main/cases/cases/airports/schiphol-airport

3.10 Utökad livslängd

3.10.1 Hydroware (SE)

Hissindustrin har under många år drivits av förenkling av underhåll med utbyte av stora moduler som kommunicerar genom stängda gränssnitt. En sidoeffekt av detta är att reparationer riskerar att bli oekonomiska. Hydroware har utvecklat ett öppet gränssnitt som kommunicerar mellan många mindre delar vilket gör att reparationer kan utföras enkelt och till en låg kostnad. Livscykelanalys har använt för att kvantifiera miljönyttan.

Länk: www.hydroware.se

3.11 Cirkulärt byggande

3.11.1 Park 20/20 (NL)

En hel företagspark i Amsterdamområdet har byggts efter cirkulära principer som för Park 20/20 innebär att: byggnaderna över året producerar mer energi än vad de förbrukar, vattnet är renare när det lämnar byggnaden än när det kom in och att alla bygganden monteras så att de skall kunna demonteras. Större delen av materialen är också certifierade enligt cradle to cradle principer. I vissa fall har inte synliga byggmaterial märkts upp så att de i framriden enklare skall kunna gå att skilja ut i olika kvaliteter. Beställaren knyter byggmaterialeleverantörerna närmare sig genom att betala ett högre förutbestämt pris och får i utbyte innovation och transparens. Det finns också exempel på leasing av material, främst inom områden som hissar, möbler, service, installationer och fasad. Hyrorna i området ligger 15-20 % över liknande områden, medan husen fortfarande kostar det samma att producera. Alla husen i företagsparken uppförs med hjälp av samma arkitekt, byggentreprenör och materialeleverantörer vilket över tid ger en mycket effektiv process med ökad kvalitet som följd. Dessutom har kostnaderna för byggproduktionen minskat med 19 % mellan första och sista huset.

Länk: www.park2020.com

3.11.2 Bacsippan (SE)

Ronneby kommun invigde 2014 förskolan Bacsippan som är byggd efter cirkulära principer. Skolan var utvald att presenteras på World Sustainable Building 2014 i Barcelona, som ett gott exempel på hållbart byggande. CEFUR, Center för forskning och hållbar utveckling, i Ronneby har ett stort fokus på cirkulära principer och ligger bakom Bacsippan, men även andra initiativ inom kommunen. CEFUR är också en del i BAMB, ett forskningsprojekt som beskrivs under rubriken forskningsläget i denna rapport. Det finns också en rad andra liknande internationella exempel i listan nedan.

Länk: www.ronneby.se/C2Cforskolor
www.c2c-buildings.org/c2c-projects

3.12 Nätverk

3.12.1 100-gruppen (SE)

100-gruppen är ett nätverk med målet att nå 100 % cirkulära hållbara interiörer. Nätverket arbetar för att stärka och utveckla hållbara interiörer på flera sätt, till exempel genom att utveckla kravkriterier för vad som är hållbara inredningar, digitala lösningar, cirkulära affärsmodeller för nätverkets medlemmar, och genom att vara en arena för kunskapsutbredning. 100-gruppen är ett växande nätverk som startade 2016. I dagsläget ingår ett 40-tal betalande medlemmar i nätverket bestående av producenter, leverantörer, inköpare, inredningsarkitekter, återförsäljare, fastighetsägare, upphandlare, renoverings- och återbruksföretag, hållbarhetskonsulter och organisationer som certifierar och ställer olika hållbarhetskrav.

Länk: www.100gruppen.se

3.12.2 Cradlenet (SE)

Cradlenet är ett nätverk med syfte att sprida kunskap kring och bidra till tillämpning av cirkulär ekonomi och cirkulära affärsmodeller. Nätverket spänner över flera branscher men har flera medlemmar inom bygg- och inredningsbranschen.

Länk www.cradlenet.se

4 Forskningsläget

Nedan ges exempel på pågående och tidigare forskningsprojekt som berör området cirkulär ekonomi i byggbranschen. Fokus för urvalet av projekt har varit att identifiera information om:

- Drivkrafter bakom nya affärsmodeller
- Hinder och hur marknaden hanterat dessa hinder
- Marknadsutvecklingen och framtidsutsikter
- Digitaliseringens roll att öka förutsättningarna för dessa affärsmodeller/metoder

Den korta tiden för uppdraget har dock begränsat urvalet och sammanställningen kan därför inte ses som heltäckande utan snarare som en snabb screening kring vilka forskningsprojekt vi kunnat identifiera inom ramen för uppdraget. Sammanställningen kan också sägas ge en mer heltäckande bild av utvecklingsläget då många projekt inte direkt svarar på de initialt identifierade frågeställningarna utan har en bredare ansats.

4.1 Generell forskning kring cirkulär ekonomi

Begreppet "cirkulär ekonomi" introducerades 1989 (Pearce et.al.1989). Den cirkulära ansatsen ledde till bildande av ett forskningsfält med i huvudsak tre inriktningar:

1. Sambandet mellan ekonomi/resurshantering och termodynamiska grundprinciper.
2. Principutveckling inom ämnet miljöekonomi.
3. Politiska styrmedel för cirkulär design och cirkulära materialflöden.

Under senaste decenniet har även andra områden vuxit fram som på olika sätt arbetar med cirkulär ekonomi. Exempel är cradle to cradle, Performance Economy, Industrial Symbiosis och Regenerative Design. Inom den mer praktiskt tillämpade delen av denna litteratur domineras diskussionen av:

- Kopplingar mellan ökande resurseffektivitet och lönsamhet.
- Skapa konkurrensfördelar.
- Skapa nya jobb.
- Frikoppla ekonomisk tillväxt från miljöförstöring.

I nedanstående forskningsöversikt inkluderas enbart byggrelaterade studier och rapporter.

4.2 Generell forskning kring affärsmodeller

Det existerar ingen enhetlig definition av begreppet affärsmodell. Applegate (2001) listar till exempel 14 olika typer av affärsmodeller, medan Lambert (2013) definierar fyra generiska

affärsmodeller. Förenklat kan nämnas att oavsett definition så ingår hörnstenarna kund, infrastruktur och kostnad där ett samspel mellan dessa skapar ett värde för kunden. Adderas sedan miljö och/eller sociala aspekter anses affärsmodellen vara en hållbar affärsmodell.

Liksom för affärsmodeller i stort saknas också en enhetlig definition för specifikt cirkulära affärsmodeller. Inom den största delen av den tillämpade litteraturen finns dock en stark fokusering på material. Ett exempel är Mentnik 2014, vilken definierar cirkulära affärsmodeller som det sätt som "en organisation skapar, levererar och fångar värde med och inom slutna materialflöden". Det saknas i litteraturen ofta en direkt koppling till begrepp som miljöpåverkan och ekologisk hållbarhet, vilket Mentniks definition är ett exempel på.

Ramverket Business Modell Canvas (Ostwalder et.al., 2010) är en generell metod för att skapa nya affärsmodeller. Ramverket består av nio olika byggstenar och har använts för att konstruera cirkulära affärsmodeller, bland annat inom IVL.

Det är möjligt att genomföra förbättringar med hjälp av befintliga affärsmodeller men ofta kan nya affärsmodeller vara ett effektivare sätt att skapa naturliga incitament för resurseffektivitet som annars skulle saknats (några exempel finns upptagna i kapitlet om goda exempel ovan). Ett exempel är att sälja funktion snarare än produkt, såsom om ett hissföretag till exempel tar betalt per hissresa inklusive service och underhåll eller likande. På så sätt har incitament skapats för att utveckla produkter med lång livslängd som går enkelt att underhålla. I många fall efterfrågar inte heller kunden produkter, utan snarare funktioner (LTU, 2015).

4.3 Pågående forskningsprojekt i urval

4.3.1 BAMB

BAMB står för "Buildings as material banks". BAMB är ett EU-finansierat projekt inom Horizon 2020 (program inom EU för forskning och innovationer) där de svenska parterna Ronneby kommun och Sunda Hus är två av projektets 15 parter. Projektet pågår i tre år med start 1 september 2015. Fokus är att utveckla lösningar för cirkulärt byggande och visa hur material och råvaror i byggnader kan återanvändas och återvinnas utan värdeminskning så att byggnader kan fungera som materialbanker för framtida byggande. Exempel är lösningar inom flexibel byggnadsdesign, nya montagemetoder som underlättar demontering - remontering, systemstöd med verktyg för materialspecifikation, nya affärsmodeller mm. Utvecklade lösningar testas i sex pilotprojekt.

Länk: www.bamb2020.eu

4.3.2 FISSAC

FISSAC står för "Fostering Industrial Symbiosis for a Sustainable Intensive Industry across the extended Construction Value Chain", en svensk översättning är "främjande av industriell symbios för en hållbar resursintensiv industri i byggbranschens hela värdekedja". FISSAC är ett EU-finansierat projekt inom Horizon 2020 som pågår från september 2015 till februari 2020 och omfattar en stor del av värdekedjan vid byggande och rivning. Inom projektet utvecklas en metod och mjukvaruplattform för att underlätta informationsutbyte och stödja nätverk för industriell symbios. Andra exempel från utvecklingen är slutna återvinningsprocesser som gör avfall till råvaror för återproduktion, utveckling av miljöinnovativa produkter såsom ny ekocement och grön betong. Pilotprojekt genomförs på lokal och regional nivå. Projektet koordineras av Acciona

(Spanien) och har totalt 26 partners, där de svenska parterna CBI Betonginstitutet, Hifab och RISE ingår.

Länk: www.fissacproject.eu/sv/

4.3.3 HISER

HISER står för "Higher recovery of raw materials from Construction and Demolition Waste" och är ett EU finansierat projekt inom Horizon 2020. Det övergripande målet är att utveckla och demonstrera kostnadseffektiva lösningar för ökad återvinning av avfall från byggande och rivning med cirkulär ekonomi som grund. Inom projektet utvecklas metodik och verktyg för kategorisering och kvalitetsbestämning av bygg- och rivningsavfall, utveckling av ny teknik som möjliggör rena råvaruströmmar från komplexa bygg- och rivningsavfall, utveckling av nya byggprodukter som delvis består av sekundära råvaror där exempelprodukter är cement, betong, tegel, gipsskivor och kompositprodukter. Projektet leds av Tecnia (Spanien) och har 25 partners, där Sverige inte är representerat. Det startade i februari 2015 och löper under fyra år.

Länk: www.hiserproject.eu

4.3.4 CONSTRUCTIVATE

Constructivate är en del i forskningsprogrammet Mistra Closing the Loop II. Projektet syftar till att uppnå mer resurseffektiv återvinning av bygg- och rivningsavfall. Projektet leds av Chalmers Industrietechnik och i projektet deltar 17 svensk projektpartners från akademi och värdekedjan vid byggande och rivning.

Målet är både att utveckla tekniska lösningar och att kartlägga hinder och möjligheter för ökad återvinning av bygg- och rivningsavfall. Lagstiftning, regelverk, logistik och affärsmodeller ingår i utvecklingen. Två materialströmmar har identifierats som extra intressanta att följa: Betong och plast eftersom dessa återvinns i en liten utsträckning idag.

Länk: www.closingtheloop.se/helhetsgrepp-for-bättre-återvinning-av-byggavfall

4.3.5 Cirkulära produktflöden i byggbranschen

"Cirkulära produktflöden i byggbranschen – återbruk av byggmaterial i industriell skala" är ett projekt inom Vinnovas program Utmaningsdriven innovation. Projektet startade maj 2017 och löper under 2,5 år. Projektet leds av IVL Svenska Miljöinstitutet och har 11 partners som täcker stora delar av värdekedjan vid byggande och rivning.

Inom projektet kommer lösningar utvecklas som stödjer återanvändning av interiöra byggprodukter i stor skala. I fokus för utvecklingen står åtta produktgrupper som ofta används i kontorslokaler. Dessa har identifierats utifrån att de i många fall har korta produktcykler, i vissa fall enbart något eller ett fåtal år, vilket vid understiger produktens egentliga livslängd varför det finns en stor potential i att förlänga användningstiden. Exempelprodukter är innerväggar, innertak, dörrpartier, textiltolv, belysning, galler och smide, VVS-produkter och beslag.

Projektet utvecklar både arbetssätt och tekniska lösningar som ska möjliggöra storskalig återanvändning. Projektet kommer att lansera en digital plattform som både syftar till att sprida kunskap kring möjligheter med återanvändning av byggprodukter men även ska fungera som en samlad handelsplats för tjänster och produkter kopplat till återanvändning.

Länk: www.ivl.se/sidor/aktuell-forskning/forskningsprojekt/avfall-och-atervinning/cirkulara-produktfloden-i-byggsektorn.html

4.4 Rapporter och studier i urval

4.4.1 Återvinning av stommar, 2017

I studien "Design for deconstruction - Kartläggning av byggnadselement", finansierad av SBUF studerades möjligheterna till återvinning av stommar i stål, trä och betong på den svenska marknaden.

I rapporten används begreppet Design for Deconstruction (DfD), vilket innebär att byggnader och byggdelar konstrueras och monteras så att de kan demonteras och återanvändas vid rivning eller då byggnaden behöver konfigureras om för att möta nya framtida behov. När en byggnad rivs så är sällan balkar, pelare, väggar, bjälklag och takstolar uttjänt, varför de miljömässiga vinsterna är stora om dessa kan återvinnas. DfD är då viktigt för att säkerställa att framtida återvinning är möjlig. Principerna som i rapporten lyfts fram för DfD är:

- Dokumentera material samt metoder för demontering
- Välj material utifrån försiktighetsprincipen
- Designa infästningar så att de är åtkomliga
- Välj infästningar som klarar att monteras isär
- Förenkla och standardisera sammanfogningar och kopplingar
- Förenkla och separera olika teknisksystem
- Minska byggnadernas komplexitet
- Designa för prefabrikation, förmonterat och modulbyggande
- Designa för flexibilitet och anpassningsförmåga
- Säkerställa en hälsosam och säker arbetsmiljö

En enkät undersökning genomfördes bland 15 svenska stomelementleverantörer, vilken visar att vissa redan idag erbjuder element som är demonterbara. Det är dock en mycket stor spridning bland leverantörerna vad gäller insikten om behovet av DfD.

Foggtutning, svetsning och armering uppges minska demonterbarheten, återanvändbarheten och flexibiliteten, liksom platsgjutning. Generellt finns det osäkerheter kring demonterbarhet för många typer av byggelement och det ser ut som det behövs utvecklas nya metoder för sammanfogningar för att kunna underlätta framtida demontering.

Nya normer och regler för återanvändning anses som önskvärda. Kvalitetskraven är viktiga och det måste gå att avgöra till exempel vilka laster som elementen utsatts för. Det poängteras också att alla aktörer i värdekedjan behöver samarbeta för att ett cirkulärt byggande skall vara möjligt genom till exempel DfD. Fortsatt digitalisering ses också som avgörande för framtida återanvändning.

Rapporten nämner att uppskattningsvis 75 % av en byggnad skulle kunna demonteras om det finns en mottagare. Denna bedöms för tillfälligt saknas, vilket indikerar att förändrade affärsmodeller skulle behövas. En ökad kravställning på till exempel DfD nämns också som viktig för att marknaden skall kunna utvecklas i en mer cirkulär riktning.

Fortsatt läsning:

Fahlén et.al. 2017, Design for deconstruction - Kartläggning av byggnadselement, SBUF rapport 13369

<http://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/6aac7324-5725-41b2-8af3-555a26a2b58a/FinalReport/SBUF%2013369%20Slutrappport%20Design%20for%20Deconstruction.pdf>

4.4.2 Cirkulär ekonomi i den byggda miljön, 2016

I rapporten "The circular economy in the build environment" studeras metoder, hinder och möjligheter för cirkulär ekonomi i den byggda miljön på europeisk nivå.

Ellen MacArthur Foundation arbetar med att underlätta för samhällets alla aktörer att gå över till en cirkulär ekonomi och agerar främst på europeisk nivå. De har utvecklat en metodik för detta som heter ReSolve och innefattar komponenterna "Regenerate, Share, Optimise, Loop and Virtualise". Ellen MacArthur Foundation utvecklar många samarbeten och är beroende av kunskapspartners inom olika områden. Arup är ett internationellt konsultföretag som arbetar med att utveckla den byggda miljön och är Ellen MacArthur Foundations kunskapspartner för frågor relaterade till byggbranschen. Arup konkretiserar i denna rapport vad ReSolve betyder för byggbranschen och ger också en rad internationella exempel på cirkulära initiativ.

Byggbranschen anses många gånger ha en låg utvecklingsgrad över tid i förhållande till andra industrier. Trots detta påpekar rapporten att principerna för den cirkulära ekonomin redan använts inom branschen som fristående komponenter, till exempel återanvändning, renovering, underhåll, nya affärsmodeller, nya byggmetoder och så vidare. Det som saknas är nya ramverk som binder samman existerande tekniker med ett framväxande behov av cirkularitet till en helhet som inkluderar alla i värdekedjan.

Fortsatt läsning:

Lemmens 2016, The circular economy in the build environment

www.arup.com/publications/research/section/circular-economy-in-the-built-environment

4.4.3 Ökad återvinning av byggmaterial, 2016

I rapporten "Options for increased low-risk recycling of building products" undersöks möjligheterna till ökad återvinning av bygg- och rivningsavfall, utan att öka risken för negativa effekter på människor och djur. Fyra kategorier av byggmaterial studerades: PVC-golv, gips, planglas och EPS-plattor.

Under en omställningstid kan återvinning försvåras av att avfallsflödena innehåller kemikalier som tidigare varit klassade som ofarliga men som numera är erkänt problematiska. Inom byggbranschen får denna risk anses som stor eftersom många byggprodukter kan ha en lång livslängd. En önskan om ökad återvinning och slutna kretslopp kan därför innebära en ökad exponering för oönskade kemikalier. Rapporten poängterar vikten av att skilja på risk och fara. Farliga kemikalier behöver nödvändigtvis inte innebära en ökad risk. Detta blir extra viktigt när olika målsättningar står mot varandra som till exempel målet om en giftfri miljö och behovet av ökad resurseffektivitet.

Klimateffekten av ökad cirkularitet är inte obetydlig för något av de studerade byggmaterialen, medan EPS har störst potential till klimatbesparing. Svenska EPS skivor innehåller generellt inte några flamskyddsmedel vilket gör EPS till en bra kandidat för ökad återvinning. Före 2005 kan EPS dock innehålla HBCD och före 2002 Deka-BDE.

Ökad selektiv rivning och lokal finsortering ansågs ge stora fördelar, speciellt där fungerande återvinningsprocess redan existerar. Uppföljningen av selektiv rivning bedöms otillräcklig och skulle troligen öka återvinningsgraden avsevärt. Ett hinder för selektiv rivning är avsaknaden av

incitament i förhållande till en låg kostnad för förbränning. Styrmedel skulle kunna förbättra möjligheten till återvinning som till exempel högre skatt på deponering och förbränning och/eller subventioner på att använda återvunnet material.

Bristen på kunskap om det kemiska innehållet i byggnaden anses vara ett hinder för återvinning som skulle kunna lösas med införandet av en loggbok.

Fortsatt läsning:

Youhanan et.al 2016, Options for increased low-risk recycling of building products

www.ivl.se/download/18.4a88670a1596305e782dc/1484131244520/B2269.pdf

4.4.4 Cirkulära affärsmodeller för den byggda miljön, 2016

I rapporten "Circular business models for the built environment" undersöks olika cirkulära affärsmodeller i den byggda miljön på europeisk nivå.

Rapporten poängterar kombinationen av en rad samverkande förändringar som behöver komma till för att förändra situationen. Dessa är bland annat ökad samverkan mellan aktörer, förändrade investeringar, digitala plattformar och utökad materialinformation. Intressant är resonemangen kring bedömning av investeringar. I en omställningstid är det kontraproduktivt att investerare använder historisk data för att förutse framtida resultat av en så pass långsiktig investering som en byggnad. Investerare behöver därför hitta nya sätt att bedöma affärer och inte använda bedömningsmetoder baserade på historisk information och erfarenhet. Rapporten lyfter exempel på både banker (ABN AMRO, ING, Rabobank and Intesa) och investerare (Ecomachines Ventures, ArcTern Ventures and Circularity Capital) som aktivt arbetar med att stödja nya cirkulära affärer genom att använda andra bedömningsgrunder.

Fortsatt läsning:

Guglielmo 2016, Circular business models for the built environment

www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/ce100/CE100-CoPro-BE_Business-Models-Interactive.pdf

4.4.5 Studie av avfallsdirektivets miljönytta, 2016

I studien "How Does the European Recovery Target for Construction & Demolition Waste Affect Resource Management?" undersöks huruvida avfallsdirektivet på 70 % återanvändning eller återvinning av byggmaterial inom EU till 2020 är tillräckligt effektivt.

EU:s avfallsdirektiv innefattar en målsättning om en 70 % återvinning av bygg och rivningsavfall. Konsekvenserna för resurshanteringen inom de nordiska länderna har studerats i projektet ENCORT-CDW. I projektet undersöktes fraktionerna asfalt, betong, tegel, ballast trä samt gipsbaserade material. Återvinningsscenarioer identifierades och uppskattningar gjordes för olika typer av besparingar som till exempel av jungfruligt material, effekter på transporter samt föroreningar och emissioner. Studien sammanfattar att avfallsdirektivet inte säkerställer en resurseffektiv och hållbar återvinning inom byggbranschen. Anledningarna är främst tre: Att definitionen av avfall är för tillåtande och ger utrymme för tolkningar. Viktbaserat mått används vilket favoriserar tunga strömmar. Ingen urskiljning av vilken typ av återvinningsprocess som används vilket betyder att miljövänliga processer inte prioriteras.

Fortsatt läsning:

Arm et.al. 2016, How Does the European Recovery Target for Construction & Demolition Waste

Affect Resource Management?

link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs12649-016-9661-7.pdf

4.4.6 Nya affärsmodeller för cirkulära möbelflöden, 2016

Rapporten "Cirkulära möbelflöden - Hur nya affärsmodeller kan bidra till hållbar utveckling inom offentliga möbler" är en del i ett pågående forskningsprojekt och undersöker vilka möjliga affärsmodeller som kan bidra till en ökad cirkulation av material, främst på den svenska marknaden. Fokus ligger på möbler, men många av erfarenheterna från affärsmodeller kan appliceras även för byggprodukter, exempelvis fast inredning.

Enligt TMF producerade Sverige möbler för 22,8 miljarder SEK 2016, där kontrosmöbler stod för ca en fjärdedel. Det finns ett framväxande behov och ett intresse av andrahandsmöbler i Sverige, men trots detta saknas några kända, större och fungerande flöden för att tillgodose efterfrågan. Därför undersöker rapporten hur nya affärsmodeller kan utvecklas som innefattar alla aktörer i värdekedjan. Ett antal modeller beskrivs:

- Löpande renovering till fastpris
- Återköp med begagnatförsäljning genom leverantören
- Återköp med renovering och försäljning genom leverantören
- Centraliserade renoveringstjänster i stora mängder
- Hyrtjänster
- Möbelhotell. Stora lager ger säkrare matchning
- Funktions- och prestationsförsäljning. Till exempel x kr/hissresa
- Inredningstjänst med återbruk

Hyrtjänster och funktions- och prestationsförsäljning anses ge störst effekter.

Rapporten konstaterar också att för en kontorsstol så minskar den årliga klimatbelastningen med 20-35 % mellan linjära och cirkulära flöden. Ju längre stolen används så förbättras också klimatkalkylen ytterligare. Klimatpåverkan är en metod att konkret påvisa fördelarna med cirkulära flöden. Det är dock viktigt att påpeka att det också finns andra aspekter som möjligen kan vara mer centrala för att kartlägga och förstå resurseffektivitet bättre. Risken när material kasseras för tidigt är att de inte blir en del av ett effektivt återvinningsflöde där till exempel trä fortfarande riskerar att energiåtervinnas.

Cirkulära affärsmodeller innebär ofta att en tjänst säljs istället för en vara. Detta betyder att en inköpsorganisation också måste göra en annan värdering baserad på total livscykelkostnad i förhållande till enbart inköpspris. I många offentliga verksamheter bedöms det saknas kunskap kring totalkostnader för olika typer av investeringar. Enligt upphandlingsmyndigheten är det dock fullt möjligt, och rekommenderat, att utvärdera anbud baserat på livscykelkostnader.

Fortsatt läsning:

Rex et.al. 2016, Cirkulära möbelflöden Hur nya affärsmodeller kan bidra till hållbar utveckling inom offentliga möbler

www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1096037/FULLTEXT01.pdf

4.4.7 Materialinformation och reversibla byggnader, 2016

I rapporten "Synthesis of the state-of-the-art - Key barriers and opportunities for Materials Passports and Reversible Building - Design in the current system" presenteras resultat från forskningsprojektet BAMB beskrivet ovan. Cirkularitet ställer nya krav på bland annat byggvarors materialinformation men även på konfigurerbara byggnader. Dessa båda områden beskrivs i rapporten.

I ett linjärt system med faser som projektering, uppförande, underhåll och rivning är det få aktörer som är inblandade i fler skeden än fastighetsägaren. I ett cirkulärt system krävs en helt annan samverkan mellan faserna, men också helt nya aktörer. I rapporten lyfts nödvändigheten av att uppföra byggnader som enkelt går att konfigurera och anpassas efter nya behov som inte nödvändigtvis är kända vid det ursprungliga uppförandet ("reversible design"). Under byggnadens hela livscykel kommer byggdelar att behöva bytas ut och renoveras och därför också kunna utgöra råvara för nya produkter och nya produktcykler. En elektronisk materialdelsdeklaration föreslås följa med byggdelarna under hela sin livslängd ("Material Passport"). Det innebär att både återanvändning och återvinning underlättas och därigenom genereras ett högre värde för avfallet. Det blir dessutom enklare att hitta lämplig återvinningscykel, vilket är speciellt viktigt inom en sektor där förändring och innovation bedöms ge mer specifika återvinningsflöden.

För tillfälligt växer det fram olika typer av nya mjukvarulösningar som hjälper till i utformningen av byggnader med cirkulära förtecken. Ett exempel är betygsbedömning av hur pass väl principer som "design for deconstruction" är implementerade.

Fortsatt läsning:

Debacker et.al. 2016, D1 Synthesis of the state-of-the-art - Key barriers and opportunities for Materials Passports and Reversible Building Design in the current system

www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2016/03/D1_Synthesis-report-on-State-of-the-art_20161129_FINAL.pdf

4.4.8 Åtgärder för att öka återanvändning och återvinning av bygg- och rivningsavfall, 2015

I rapporten "Analys av lämpliga åtgärder för att öka återanvändning och återvinning av bygg- och rivningsavfall" undersöks hur återanvändning och återvinning kan ökas för bygg och rivningsavfall i Sverige.

En relativt stor mängd bygg och rivningsavfall förbränns eller deponeras varför det finns stor potential att göra avfallshanteingen mer resurseffektiv genom återanvändning och återvinning. Statistiken som ligger till grund för studien är baserad på uppgifter från SMED, vilken är inte heltäckande eftersom icke tillståndspliktig avfallshantering inte är medräknad och denna kan vara betydande för bygg och rivningsavfall. Dessutom räknas idag inte asfalt som går till materialåtervinning in i statistiken. Om dessa mängder skulle inkluderas är målet om 70 % återvinning inom byggbranschen till 2020 redan uppnått. Räknas uppkomna avfallsmängder inte in ligger återvinningsgraden däremot på ca 50 %. Oavsett hur statistiken sammanställs så uppstår dock betydande miljövinster vid ökad återanvändning och återtervinning.

För betong och tegel anses miljönyttan för återvinning vara låg, medan den är stor för återanvändning. På lång sikt kan behovet av deponier minska i Sverige och därmed också behovet

av konstruktionsmaterial för dessa. Detta kommer att öka vikten av insatser för att hitta annan avsättning för materialen.

Fortsatt läsning:

Palm et.al. 2015, Naturvårdsverket rapport 6660, Analys av lämpliga åtgärder för att öka återanvändning och återvinning av bygg- och rivningsavfall - Underlagsrapport för samhällsekonomisk analys

www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6660-4.pdf?pid=14683

4.4.9 Styrmedel för ökad materialåtervinning, 2014

I rapporten "Styrmedel för ökad materialåtervinning undersöks vilka styrmedel som är lämpliga att införa för att öka materialåtervinningen av byggmaterial i Sverige.

Av totalt tio styrmedel valdes två ut för djupare analys: Krav på materialåtervinning för bygg- och rivningsprojekt samt Krav på utsortering och materialåtervinning av avfall från verksamheter och hushåll. Dessa valdes eftersom det bedöms finnas stora möjligheter till ökad sortering inom båda. Potentialen att öka materialåtervinningen inom studerade områden anses som stor. Andra länder har redan infört likande styrmedel med positivt resultat, vilket påvisar realiserbarheten.

Vidare konstateras att det finns betydande potential att minska miljöpåverkan genom bättre sortering och materialåtervinning av till exempel metall, papper, plast och gips från bygg- och rivningsavfall. Även återvinning av asfalt för produktion av ny asfalt har identifierats som ett område med stor potential.

Fortsatt läsning:

Stenmark et.al. 2014. Styrmedel för ökad materialåtervinning - En kartläggning

www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b5222/1443174629613/B2196.pdf

5 Referenser

Arm M., Wik O., Engelsen J., Erlandsson M., Hjelm O., Wahlström M., 2016, How Does the European Recovery Target for Construction & Demolition Waste Affect Resource Management?

Applegate, L. 2001, E-Business Models: Making Sense of the Internet Business Landscape, In G. Dickson & G. DeSanctis (Eds.), Information Technology and the Future Enterprise, New Models for Managers, Prentice Hall, Upper Saddle River NJ

Rex E., Arvidsson N., Bolin L., Lindberg S., Linder M., Mellquist AC., Norefjell F., Nyström T., Norrblom HL., Töj L. 2016, Cirkulära möbelflöden Hur nya affärsmodeller kan bidra till hållbar utveckling inom offentliga möbler

Debacker W., Manshoven S. 2016, D1 Synthesis of the state-of-the-art - Key barriers and opportunities for Materials Passports and Reversible Building Design in the current system

Ellen MacArthur Foundation, British telecom, CISCO, B&Q, National grid, Renault 2013, Towards the circular economy - Economic and business rational for an accelerated transition

Ellen MacArthur Foundation, SUN, McKinsey 2015, Growth within a circular economy vision for a competitive Europe



Fahlén E., Sidenmark J., Löfås P., Cusumano L. 2017, Design for deconstruction - Kartläggning av byggnadselement, SBUF rapport 13369

Johansso H., Stehn L., Lessing J., Engström D. 2017, Industriellt husbyggande i Sverige - Kompendium.

Guglielmo C., Magdani N. 2016, Circular business models for the built environment

IVA 2014, Klimatpåverkan från byggprocessen

Lambert, S. C. & Davidson, R. A. 2013, Applications of the Business Model in Studies of Enterprise Success, Innovation and Classification: An Analysis of Empirical Research from 1996 to 2010, European Management Journal, Vol. 31, pp. 668-681.

Lemmens C, Luebke C, 2016. The circular economy in the build environment

Lessing J. 2017, Personligt telefonsamtal 2017-12-13.

LTU (Luleå Tekniska Högskola) 2015, Sensorövervakning bäddar för ny affärsmodell, LTU Hemsida: <http://www.ltu.se/centres/Fastlaboratoriet-Vinnexc-Center/Nyheter-och-aktuellt/Sensorovervakning-baddar-for-ny-affarsmodell-1.147173>

Mentink B. 2014, Circular Business Model Innovation: A process framework and a tool for business model innovation in a circular economy

Europeiska miljöbyrån 2014. Miljösignaler 2014 - Välbefinnande och miljön - att bygga upp en resurseffektiv och cirkulär ekonomi i Europa

Naturvårdsverket 2014, Avfall i Sverige 2012, Rapport 6619

Osterwalder, A. & Pigneur, Y. 2010, *Business Model Generation*, Self published

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

Pearce D., Turner K., 1989, Economics of Natural Resources and the Environment

Stenmark Å., Elander M., Björklund A., Finnveden G. 2014. Styrmedel för ökad materialåtervinning - En kartläggning. IVL rapport B 2196

Youhanan L. mfl 2016, Options for increased low-risk recycling of building products



IVL Svenska Miljöinstitutet AB // Box 210 60 // 100 31 Stockholm
Tel 010-788 65 00 // Fax 010-788 65 90 // www.ivl.se