Nr B2450
September 2022

Cirkulära materialflöden i glasbranschen

Glasmästeriers samt glas- och metallentreprenörers specifika förutsättningar för cirkulära flöden i bygg- och fastighetssektorn

Sandra Moberg, Martina Wennesjö, Carina Loh Lindholm, Johanna Andersson, Jeanette Green

SVENSKA MILJÖINSTITUTET

I samarbete med: Glasbranschföreningen

Författare: Sandra Moberg, Martina Wennesjö, Carina Loh Lindholm, Johanna Andersson, Jeanette Green IVL Svenska Miljöinstitutet
Medel från: Stiftelsen IVL och Glasforskningsföreningen

Rapportnummer B2450
ISBN 978-91-7883-415-0
Upplaga Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2022
IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm
Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se

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

Förord

Denna studie har möjliggjorts genom finansiering av Stiftelsen Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning (SIVL) och Glasforskningsföreningen (Glafo). Författarna vill rikta ett stort tack till Melinda Lemke och Karin Lindskog på Glasbranschföreningen för ett gott samarbete och värdefulla inspel.

Tack även till aktörer inom glasbranschen som delat med sig med kunskap och erfarenheter i genomförda intervjuer – ert bidrag utgör ett centralt underlag för rapportens resultat och slutsatser.

Innehållsförteckning

Sammanfattning 6

1 Introduktion 8

1.1 Flera avfallsstrategier ryms inom begreppet cirkulära flöden 8
1.2 Återbruk och materialåtervinning är viktigt för en mer cirkulär ekonomi 9
1.3 Glas har stor potential för ökat återbruk och återvinning med hög klimatvinst 9
1.4 Ordlista 10

2 Metod 12

2.1 Nuläges- och gapanalys med utgångspunkt i CCBuilds erfarenheter 12
2.2 Potential för cirkulära flöden utgår från branschdata och cirkulära scenarier 13

2.2.1 Fokus på glas- och aluminiumprodukter 13
2.2.2 Val av cirkulära scenarier 14

2.3 Vi använder livscykelmetodik för att uppskatta klimatbesparingspotential 15

3 Förutsättningar för en cirkulär omställning i glasbranschen 16

3.1 Värdekedjan är linjär 16
3.2 Hälften av glasavfallet går till deponi 17
3.3 Beställarens krav och medvetenhet styr värdeerbjudande och affärsmodell 18
3.4 Specifika kundförfrågningar och design är norm 19
3.5 Affärsmodellen för glasentreprenören styrs av leverantörens utbud 19
3.6 Små aktörer dominerar marknaden för glasmästeri och glas- och metallentreprenörer 20
3.7 Den enskildas möjlighet att påverka är begränsad 20
3.8 Nuvarande cirkulära tjänster är etablerade i liten skala utav kostnadsskäl 21
3.9 Tekniska förutsättningar försvårar återbruk och återvinning 22

4 Återbruk av glas är en outnyttjad källa till minskade klimatutsläpp och avfallsmängder 23

4.1 CCBuild synliggör potentialen 23
4.2 Återbruk medför större klimatbesparing än återvinning 24

4.2.1 Resultatet hade sett annorlunda ut för andra material än aluminium 25
4.2.2 Driftenergi behöver beaktas 25

4.3 Återbruk av aluminium- och glasprodukter 26

4.3.1 Potentiell klimatbesparing vid cirkulära flöden 27
4.3.2 Potentiell klimatbesparing för dagens deponiavfall 28

4.4 Transporter har liten påverkan 28

5 Behov för att etablera en återbruksmarknad för glasbranschen 30

5.1 Utbudet av återbrukbara produkter och produkter av återvunnet material behöver öka och synliggöras 30
5.2 Arbetssätt för kvalitetssäkring och utformning av garantier behöver etableras 31
5.3 Flexibiliteten behöver öka hos beställaren 32
5.4 Utformning av certifieringar och krav behöver stötta återbruk i högre grad 32
5.5 Det behövs ny infrastruktur så som lagerhållning 32
5.6 Det behövs mer kunskap om cirkulära arbetssätt och dess nytta 33

5.7 Information om inbyggda produkter och dess ingående kemiska egenskaper måste förbättras ... 33

6 Förslag på handlingsplan ... 35

6.1 Skapa och stötta samverkan i värdekedjan genom nätverkande och dialog ... 39
6.2 Kvantifiera miljönyttan för att visa värdet ... 39
6.3 Undersök vilka produkter som har störst potential för återbruk och att minska klimatpåverkan ... 40
6.4 Informera kunden om hur deras val påverkar cirkularitet ... 40
6.5 Minska onödigt spill och hitta nya sätt att använda samma produkt ... 41
6.6 Synliggör återbruksutbudet ... 41
6.7 Ta fram anvisningar för demontering, underhåll och rekonditionering ... 42
6.8 Utveckla guider och ta fram utbildningar ... 42
6.9 Upprätta handlingsplaner för att främja/stimulera storskaliga cirkulära flöden ... 43
6.10 Produktutveckla ... 43

7 Referenser ... 44

Bilaga 1 Fördjupning av metod för nulägesanalys och gapanalys ... 47

Intervjuer med utvalda aktörer ... 47

Bilaga 2 Fördjupning av metod för beräkning av klimatbesparingspotential ... 49

Återbrukets och återvinningens klimatbesparingspotential ... 49
Nationella cirkulära flöden av glas- och aluminiumprodukter i byggnaders klimatskal ... 51

Sammanfattning

Med denna rapport vill vi stärka möjligheterna till mer cirkulära flöden av glasprodukter i bygg- och fastighetssektorn. Vi fokuserar främst på glasmästerier och glas- och metallentreprenörers specifika förutsättningar för att uppnå mer cirkulära flöden i bygg- och fastighetssektorn.

Vår uppskattning av potentialen med mer cirkulära materialflöden, i termer av potentiellt minskade klimatutsläpp och minskat avfall visar på en möjlig årlig besparing motsvarande cirka 120 000 ton CO2e i minskade klimatutsläpp och 50 000 ton minskade avfallsmängder vid återbruk av glasprodukter i byggnaders klimatskal i Sverige. Det motsvarar ungefär 40% av byggandets årliga klimatpåverkan från fönster, dörrar och byggnadsglas. Vi jämför även olika cirkulära scenarier som inkluderar återbruk och återvinning av glas- och aluminiumprodukter. Av dessa visar återbruk av aluminiumfönster en särskilt stor klimatbesparingspotential– där storskaligt återbruk skulle kunna medföra en årlig besparing motsvarande 16 000 ton CO2e och 4 000 ton avfall. Eftersom de flesta fönster är av trä eller trä och aluminium i Sverige idag, finns en mycket stor klimatbesparingspotential även för återbruk av dessa fönstertyper.

Våra resultat indikerar även att åtgärder som höjer energiprestandan men också livslängden på en glasprodukt i fasad kan vara väl värt ur ett klimat- och avfallsperspektiv. Exempel på sådana åtgärder är byte av glaskassett eller tillägg av energiglas. Vi visar även att återbruk och återvinning bör prioriteras även om de skulle medföra längre transportsträckor än andra alternativ, då transporten har liten inverkan på den klimatbesparing som kan uppnås.

Till viss del finns redan etablerade cirkulära tjänster idag, såsom reparation och renovering av befintliga glasprodukter där delar av produkten byts ut. Detta görs främst baserat på ekonomiska incitament. Cirkularitet som helhetskoncept är inte en framstående del av affärsmodellerna i nuläget. En anledning till att miljönyttan som kan uppnås av cirkulära flöden inte är drivande, skulle kunna bero på att den fortfarande upplevs som otydlig. Vi ser att detta värde behöver kvantifieras och kommuniceras för att skapa en större efterfrågan på cirkulära tjänster. Resultat från beräkningar som redovisas i den här rapporten kan med fördel användas i sådan kommunikation.

I vår studie visar vi på att kund- och beställarkrav har stort inflytande på glasmästeriers samt glas- och metallentreprenörers affärsmodell och deras möjligheter att erbjuda cirkulära lösningar. I dagsläget har endast ett fåtal kunder en medvetenhet kring hur upphandlingskrav och beställningens utformning påverkar möjligheten att arbeta mer cirkulärt. Specialbeställningar och projektspecifika produktkrav såsom unika kulörer, mått eller hängning försvårar återbruk.

Samtidigt som efterfrågan behöver öka behövs nya affärsmodeller för att möta denna. Glasmästerier och glas- och metallentreprenörer består framför allt av mindre företag, vilket ofta medför begränsade förutsättningar att utvärdera nya arbetssätt som innebär risker eller större investeringar. Det finns möjligheter och potential att uppnå högre resurseffektivitet i att stärka befintliga cirkulära lösningar samt skapa nya cirkulära tjänster. Flera åtgärder är relativt lätt genomförbara, medan andra kräver större insats och samverkan mellan aktörer.

För att etablera cirkulära flöden av glasprodukter i stor skala krävs dock att fler aktörer i värdekedjan utför insatser. Viktiga aktörer är materialleverantörer och beställare såsom arkitekter och fastighetsägare. Exempel på önskvärda åtgärder är att möjliggöra enklare demontering för framtida återbruk, leverantörer som erbjuder återtag och återförsäljning med återbruk eller ökad andel återvunnet innehåll i nyproducerade produkter.

Summary

With this report, we want to strengthen the opportunities for more circular flows of glass products in the building and real estate sector. We focus mainly on glaziers and glass and metal contractors and their specific conditions to achieve more circular flows in the building and real estate sector.

Our estimate of the potential of more circular material flows, in terms of potentially reduced climate emissions and reduced waste, shows a possible annual saving of approximately 120,000 tonnes of CO2e and 50,000 tonnes of reduced waste when reusing glass products in buildings' climate shells in Sweden. This corresponds to approximately 40% of the annual climate impact from construction of windows, doors and building glass in Sweden. We also compare different circular scenarios that include reuse and recycling of glass and aluminum products. Of these, reuse of aluminum windows shows a particularly large climate saving potential - where large-scale reuse could lead to an annual saving corresponding to 16,000 tonnes of CO2e and 4,000 tonnes of waste. But since most windows are made of wood or wood and aluminum in Sweden today, there is a prominent climate saving potential also here if all of these were to be reused.

Our results also indicate that reconditioning that will increase energy performance, but also the service life of a glass product in a façade, can be beneficial from a climate and waste perspective. Examples of such measures are replacement of the glass cassette or addition of energy glass. We also show that reuse and recycling should be prioritized even if they would lead to longer transport distances than other alternatives, as transport has little impact on the climate savings that can be achieved.

To some extent, there are already established circular services today, such as repair and renovation of existing glass products where parts are replaced instead of the whole product. This is done mainly based on financial incentives. Circularity as a holistic concept is not a prominent part of the business models at present. One reason for why the environmental benefit that can be achieved by circular flows is not a main driving force, could be that this benefit is still perceived as unclear. We conclude that this value needs to be quantified and communicated to create a greater demand for circular services. Results from calculations presented in this report can be used to advantage in such communication.

In our study, we show that customer demands have a major influence on the business model of glaziers and glass and metal contractors and their ability to offer circular solutions. At present, only a few customers have an awareness of how procurement requirements and the design of the purchase affect the ability to work more circular. Special orders and project-specific product requirements such as unique colors, measurements or hanging make reuse difficult.

At the same time as demand needs to increase, new business models are needed to meet this. Glaziers and glass and metal contractors mainly consist of smaller companies, which often entails limiting conditions for evaluating new working methods that involve risks or major investments. There are opportunities and potential to achieve higher resource efficiency in increasing existing and creating new circular services. Several measures are relatively easy to implement, while others require greater effort and collaboration between actors.

However, to achieve increased circular flows of glass products on a larger scale, more players in the value chain need to get engaged and make efforts. Important actors are material suppliers and clients such as architects and property owners. Examples of desirable measures are to enable easier disassembly for future reuse or increased recycled content in newly produced products

1 Introduktion

Med denna rapport vill vi stötta glasbranschens aktörer att nå mer cirkulära flöden av glasprodukter i bygg- och fastighetssektorn (med cirkulära flöden avses vi såväl avfallsminimering, återbruk som materialåtervinning). Mer cirkulära flöden i bygg- och fastighetsbranschen har potential att minska samhällets klimatpåverkan, avfallsmängder och resursförbrukning. Byggsektorn står för en femtedel av Sveriges inhemska utsläpp av växthusgaser (Boverket, 2021). Byggsektorns står även för hälften av den globala materialutvinningen (Europeiska kommissionen, 2020) och i Sverige motsvarar avfallet från byggsektorn 35% av allt genererat avfall (Boverket, 2021) med cirka 14,2 miljoner ton år 2020 (Naturvårdsverket, 2022).

För att nå cirkulära flöden i liten skala inom glasbranschen visar vårt arbete att glasmästerier och glas- och metallentreprenörer redan idag kan öka befintliga cirkulära tjänster såsom reparation och renovering av befintliga produkter, samt etablera nya cirkulära tjänster och arbetssätt såsom försäljning samt upcycling av återbrukade produkter. Men för att uppnå cirkulära flöden i större skala visar våra undersökningar samtidigt att även andra aktörer måste utföra insatser, såsom materialleverantörer, arkitekter och fastighetsägare.

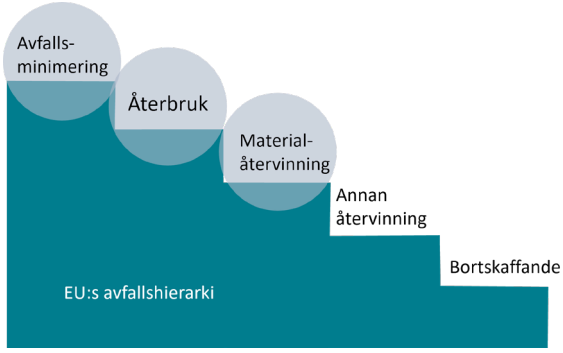
För att detta ska bli en realitet menar vi att efterfrågan på cirkulära flöden behöver öka. Ett sätt att göra detta är att tydliggöra de värden som kan uppnås. Ett annat är att medvetandegöra beställare kring hur upphandlingskrav och beställningens utformning påverkar möjligheten att arbeta mer cirkulärt.

För att stötta glasbranschens aktörer att nå mer cirkulära flöden i bygg- och fastighetssektorn har vi utarbetat förslag på åtgärder och aktiviteter till en handlingsplan för hur en mer cirkulär materialhantering skulle kunna möjliggöras. Dessa åtgärder och aktiviteter baserar vi på ett antal förutsättningar vi identifierat för glasbranschen som man måste ta hänsyn till vid en cirkulär omställning, samt vilka behov vi ser att det kommer att finnas för att få igång denna.

Vi har utformat rapporten baserat på intervjuer med Glasbranschföreningens (GBF) medlemsföretags samt erfarenheter från detta och liknande projekt vi genomfört inom ramen för återbruksarenan CCBuild. Blir förslagen realitet visar våra beräkningar att vi kan nå cirka 120 000 ton CO2e i minskade klimatutsläpp och 50 000 ton minskade avfallsmängder vid återbruk av glasprodukter i byggnaders klimatskal i Sverige. Det motsvarar ungefär 40% av byggandets årliga klimatpåverkan från fönster, dörrar och byggnadsglas.

1.1 Flera avfallsstrategier ryms inom begreppet cirkulära flöden

För att definiera vad cirkulära flöden i glasbranschen inom bygg- och fastighetssektorn innefattar utgår vi i denna rapport från EU:s avfallshierarki, vilket är ett EU direktiv infört i den svenska avfallslagstiftningen (Avfall Sverige, 2021). Genom grundläggande principer utgör fem steg de prioriterade åtgärder för avfallshantering, se Figur 1. I begreppet cirkulära flöden av glasprodukter inkluderar vi de tre första prioriteringarna enligt avfallshierarkin, det vill säga minimering, återbruk och materialåtervinning, se Figur 1. För att ställa om till cirkulära flöden behövs bland annat cirkulära affärsmodeller och cirkulär design, där vi framför allt fokuserar på det förstnämnda i denna studie.



Figur 1. Anpassning av EU:s avfallshierarki. I denna studie inkluderar vi avfallsminimering, återbruk och materialåtervinning.

Mer specifikt fokuserar vi bland annat på områden enligt nedan:

- Avfallsminimering genom till exempel minskat spill.
- Återbruk och bevaring genom till exempel reparation, renovering, rekonditionering etc.
- Materialåtervinning- där fokus för glas är att det blir till nytt glas inom byggsektorn.

1.2 Återbruk och materialåtervinning är viktigt för en mer cirkulär ekonomi

Återbruk och materialåtervinning är två nödvändiga komponenter i en cirkulär ekonomi (Ellen Macarthur Foundation, u.d.). Men medan materialåtervinning tar hand om det som blivit avfall för att genom processer skapa nya material, är strategier såsom återbruk ett sätt att undvika att avfall uppkommer i första hand. Att skapa slutna cirkulära flöden där värdet av produkten och materialen behålls är viktigt enligt principer för cirkulär ekonomi (Reichel, De Schoenmakere, & Gillabel, 2016; Ellen Macarthur Foundation, u.d.). Till exempel innebär det att återvinning till material som behåller materialvärdet så länge som möjligt bör premieras framför annan återvinning.

Flera incitament finns som syftar till att styra mot mer cirkulära materialflöden på både nationell och europeisk nivå. Tillsyn och kontroll vid rivning samt hantering av avfall regleras av PBL (Plan och bygglagen), där kontrollplaner ska göras för alla lov- och anmälningspliktiga projekt (Boverket, 2020). Sedan 2020 inkluderas att byggprodukter som kan återanvändas ska inkluderas i kontrollplanen. Övergång till cirkulär ekonomi är även en av de sex miljömål som ingår i EU taxonomin från 2021, som är en del av EU-kommissionens handlingsplan EU Green Deal (Europeiska kommissionen, u.d.), där byggsektorn anges som en prioriterad sektor.

1.3 Glas har stor potential för ökat återbruk och återvinning med hög klimatvinst

I denna rapport visar vi på potentialen av storskaliga cirkulära flöden av en större bredd av glasprodukter, bland annat glaspartier och entrépartier i klimatskalet. Glaspartier och fönster är

bland de byggprodukter som har stor potential till återbruk, vilket bland annat en studie av Miliute-Plepiene, Almasi, & Hwargård (2020) visat, men det saknas studier som undersöker potentialens storlek av en bredd av glasprodukter. Tidigare studier har visat att det bland annat finns en särskilt stor potential för återbruk av interiöra glaspartier (Andersson, Moberg, Gerhardsson, & Loh Lindholm, 2021; Wennesjö, Gerhardsson, Moberg, Loh Lindholm, & Andersson, 2021; Loh Lindholm, Gerhardsson, Youhanan, & Stenmarck, 2018). Interiöra glaspartier listas som en av de mest fördelaktiga produkterna att återbruka vid lokalanpassning av kontor, sett till klimatbesparing såväl som för att minska avfallsmängder och få minskade inköpskostnader. Byte av fönster är samtidigt en av de vanligaste åtgärderna vid ombyggnation och renovering och även en av de mest klimatpåverkande (Mjörnell & Kurkinen, u.d.; Klimatkrav till rimlig kostnad ROT, pågående projekt; Brown, Olsson, & Malmqvist, 2014).

I dagsläget är återvinningsprocesser där glas i byggsektorn tas tillvara och används för produktion till nytt glas ytterst begränsad (Glass for Europe, 2013; Grund Bäck & Lagerbielke, 2018; Widing et al. 2020). Om återvinning alls sker är det i dagsläget främst till produkter såsom förpackning i glas eller glasullsisolering, men en betydande del går till deponi. Det saknas dock statistik över mängden avfall av planglas som går till deponi (Grund Bäck & Lagerbielke, 2018). Samtidigt är andra material som ofta ingår i tillhörande glasprodukter såsom tex aluminium och andra metaller mycket klimatintensiva material. Aluminium från byggsektorn har potential till hög andel återvinning, ändå ligger andel återvunnen aluminium i aluminiumprofiler vanligtvis på under 50%. När det gäller återvinning av aluminium från byggsektorn har Sverige ändå kommit långt med en återvinningsgrad från bygg- och transportsektorn på 95%, medan av all aluminium som utvinns i Sverige återvinns ändå mindre än hälften (Sveriges geologiska undersökning, u.d.). Till den primära glastillverkningen behövs ändliga råvaror så som sand och soda. Bland annat riskeras sådan sand att ta slut och termen ”peak sand” blir allt mer vanlig (Widing et al. 2020).

1.4 Ordlista

I Tabell 1 nedan förklaras ett antal ord och begrepp som används i rapporten och som är vanliga inom cirkulärt byggande och klimatberäkningar.

Tabell 1. Förklaringar av ord och begrepp som används i denna rapport

Byggsektorns Miljöberäkningsverktyg (BM)	Byggsektorns Miljöberäkningsverktyg är ett allmänt använt LCA- beräkningsprogram som innehåller generiska LCA-data representativa för den svenska marknaden.
Centrum för Cirkulärt Byggande (CCBuild)	CCBuild är en arena där branschens aktörer möts och samverkar kring återbruk och cirkulära materialflöden vid byggande, rivning och förvaltning.
Downcycling	Då ett material tappar i värde vid cirkulering.
EPD (Environmental Product Declaration, svenska: miljövarudeklaration)	En deklaration av miljöpåverkan under en produkts livscykel. Den europeiska EPD-standarden för byggprodukter är EN15804.
Klimatskal	De ytor som omsluter en byggnad dvs fasad, tak, fönster, dörrar samt grund.

Koldioxidekvivalent (CO_2e)	Den mängd koldioxidutsläpp som utsläpp av olika växthusgaser motsvarar sett till klimatpåverkan.
LCA (Livscykelanalys)	Ett systemanalytiskt verktyg som används för att sammanräkna miljöpåverkan iolika miljöpåverkanskategorier över en produkts livscykel.
Peak sand	Då utvinningen av sand når maximal kapacitet och därefter begränsas av tillgång.
Skärv	Krossat glas för återvinning.
Upcycling	Då ett material behåller eller ökar i värde vid cirkulering.
Återbruk	Vi jämställer här återbruk med återanvändning och avser att produkt används igen i befintligt eller uppgraderat skick.
Återvinning	Material tas tillvara ur avfallsflödet och kan via processer ingå som råvara vid nyproduktion.

2 Metod

De föreslagna åtgärderna och aktiviteterna i rapporten bygger på en gapanalys mellan nuläge och en möjlig cirkulär marknad för glasbranschen. Nuläget analyserade vi genom att ta reda på hur glasbranschen ser ut inom bygg- och fastighetssektorn när det kommer till affärsmodeller samt dess värdekedja och aktörslandskap.

Den möjliga cirkulära marknaden definierade vi genom att kartlägga data och statistik över flöden av glasprodukter i byggsektorn samt genom att definiera olika cirkulära scenarion som dessa flöden kan ingå i. Denna möjliga cirkulära marknad har vi även använt som grund för den potentiella klimatbesparingen och minskade avfallsmängder som kan undvikas till följd av storskaliga cirkulära flöden av valda glasprodukter inom bygg- och fastighetssektorn.

När glasbranschens nuläge och potential fastställts gjorde vi en gapanalys för att kartlägga vad som krävs för att etablera cirkulära materialflöden i större skala. I kommande delavsnitt beskriver vi respektive dels tillvägagångssätt mer utförligt. För ytterligare fördjupning av metodbeskrivning, se Bilaga 1 och 2.

2.1 Nuläges- och gapanalys med utgångspunkt i CCBuilds erfarenheter

Alla våra analyser tar utgångspunkt i erfarenheter från Centrum för cirkulärt byggande (CCBuild)[1], till exempel genom nätverksträffar och arbetsgrupper som hållits inom CCBuild. CCBuild är en arena som drivs av IVL där branschens aktörer möts och samverkar kring återbruk och cirkulära materialflöden vid byggande, rivning och förvaltning. Arenan erbjuder nätverk, kunskap och digitala tjänster som stärker marknaden för cirkulära produkter och tjänster i bygg- och fastighetssektorn.

Med nulägesanalysen har vi skapat en bild av hur glasbranschen ser ut inom bygg- och fastighetssektorn när det kommer till affärsmodeller samt värdekedjan och aktörslandskap med fokus på glasmästerier samt glas- och metallentreprenörer. Detta för att förstå branschens förutsättningar för att ställa om till cirkulär materialhantering.

För att skapa en bild kring vilka typer av företag som agerar i glasbranschen sammanställdes data över glasmästerier och glas- och metallentreprenörer baserat på antal företag, dess storlek samt ekonomisk omsättning. Datat erhölls av Glasbranschföreningen och baserades på dess medlemmar.

Vi kartlade värdekedjan genom att utföra intervjuer samt genom samtal med experter inom området. Detta för att öka vår förståelse kring hur aktörerna inom glasmästeri och glas- och metallentreprenad påverkas uppströms och nedströms i värdekedjan.

Vidare har vi beskrivit generella affärsmodeller för glasmästerier respektive glas- och metallentreprenörer baserat på resultatet från intervjuerna. Frågor om affärsmodellens olika delar samt vilka förutsättningar som påverkar en övergång till mer cirkulära affärsmodeller ställde vi i öppet format. I samband med detta gjorde vi även en översikt av vilka produkttyper som anses vara mest relevanta för storskaligt återbruk.

[1] Läs mer om CCBuild här: https://ccbuild.se/

Med gapanalysen kartlade vi sedan vad som krävs av glasmästerier och glas- och metallentreprenörer för att ställa om till cirkulär materialhantering. Detta gjordes utifrån nulägesanalysens beskrivning av värdekedjan, aktörslandskapet och affärsmodellerna samt djupintervjuer med utvalda aktörer.

För mer detaljerad beskrivning av metoden för nuläges- och gapanalysen, se Bilaga 1.

2.2 Potential för cirkulära flöden utgår från branschdata och cirkulära scenarier

Potentialen för cirkulära flöden tog vi fram genom att utvärdera den potential som CCBuild visar, dels genom inventerade återbrukade produkter i CCBuilds digitala produktbank, dels genom ett urval av referensprojekt som har arbetat med cirkulär hantering av glas.

Genom data och statistik över flöden av glasprodukter i byggsektorn hämtat från tidigare studier (Grund Bäck & Lagerbielke, 2018; Avfall Sverige, 2008; Almasi, Miliute-Plepiene & Fråne, 2018; Youhanan, Palm Cousins, Stare Lins, & Stenmarck, 2016) har vi sedan gjort en uppskattning av potentialen av att uppnå ett storskaligt nationellt cirkulärt flöde. I avsnitten nedan beskriver vi den beräkningsmetod och de antaganden som ligger till grund för det resultat som presenteras. För mer detaljerad beskrivning, se Bilaga 2.

2.2.1 Fokus på glas- och aluminiumprodukter

För uppskattning av cirkularitetspotential fokuserade vi på fönster/exteriöra glaspartier och entrépartier enligt Tabell 2. Dessa produkttyper antas vara vanligt förekommande och ha potential att tillgängliggöras i samband med rivning, renovering och ombyggnad. De har även en omfattande klimatpåverkan (Asif, Muneer & Kubie, 2005). Urvalet har vi även gjort baserat på de utförda intervjuerna.

Då tidigare studier beräknat klimatbesparing av att återbruka interiöra glaspartier (Andersson et al. 2021; Wennesjö et al. 2021; Loh Lindholm et al. 2018) har vi inte valt att beräkna dess potential i denna studie. Detta trots att interiöra glaspartier framkommit som en av de enklare produkterna att återbruka under intervjuerna.

Vidare har vi fokuserat på aluminium- och glasprodukter. Dels för att uppfattningen är att klimatpåverkan av denna materialgrupp har undersökts i mindre utsträckning än tex trä- och trä/aluminiumfönster, dels för att GBFs medlemmar till störst del arbetar med aluminium och/eller stålprodukter.

För att få en bild av hur stor potential det finns totalt sett i Sverige, har vi även gjort en uppskattning för alla produkter av planglas i byggnaders klimatskal. Det vill säga där avgränsningen inte är för aluminium, utan även tex trä- och trä/aluminiumfönster inkluderas.

Tabell 2. Fönster/exteriöra partier och entrépartier av glas och aluminium är i fokus för beräknad potential av cirkulära flöden, men vid uppskattning av nationell potential inkluderas även alla materialtyper för ram.

Produkttyp	Huvudsakliga material
Aluminiumfönster och exteriöra glaspartier	planglas och aluminium
Entréparti av glas/aluminium	planglas och aluminium
Samtliga typer av fönster/exteriöra glaspartier och entrépartier (endast för uppskattning av nationell potential)	planglas i kombination med alla typer av vanliga material för ram

2.2.2 Val av cirkulära scenarier

För glasprodukter i bygg- och fastighetssektorn finns vissa tekniska och funktionella utmaningar kopplat till återbruk. Detta vet vi från tidigare erfarenheter men vi har även sett det i resultaten från nuläges- och gapanalysen. Med dessa utmaningar i beaktning har vi valt ut flera cirkulära scenarier enligt Tabell 3 att studera. Alla produkter anses sannolikt inte vara lämpliga att återbruka i befintligt skick. Därför har vi valt ut alternativ enligt avfallstrappan (se Figur 1) samt resultat från intervjuerna. Det inkluderar återbruk med olika rekonditioneringsalternativ samt materialåtervinning. Genom att inkludera dessa scenarier antar vi att 100% av det som tillgängliggörs inom produktkategorierna potentiellt skulle kunna ingå i något av följande cirkulära materialflöden enligt Tabell 3.

Tabell 3. De cirkulära scenarier som beräknas inkluderar materialåtervinning och återbruk med olika rekonditioneringsalternativ.

Cirkulärt scenario	Beskrivning	Antagande
Scenario 1 återvinning av planglas	Planglas går till återvinning, blir till nytt planglas, i övrigt består produkten av nytillverkade delar	Återvunnet planglas antas bestå av 100% skärv
Scenario 2 återvinning av hela glasprodukten	Planglas och aluminium går till återvinning, blir till ny produkt	Återvunnet planglas antas bestå av 100% skärv, återvunnen aluminium antas vara 80 % skrotbaserat
Scenario 3 återbruk	Produkt återbrukas i nuvarande skick	Hela produkten antas ha så pass gott skick att det kan återbrukas i nuvarande skick
Scenario 4 återbruk med rekonditionering	Produkt rekonditioneras och återbrukas	Produkten antas kunna återbrukas delvis med åtgärder enligt scenarier 4.1–4.3 nedan
Scenario 4.1	Glaskassett byts ut	Glaskassetten byts ut, men i övrigt antas produkten kunna återbrukas i nuvarande skick
Scenario 4.2	Energiglas läggs till	Ett energiglas läggs till, men produkten antas kunna återbrukas i nuvarande skick
Scenario 4.3	Beslag/lås och gångjärn byts ut	Beslag/lås och gångjärn byts ut, men i övrigt antas produkten kunna återbrukas i nuvarande skick

2.3 Vi använder livscykelmetodik för att uppskatta klimatbesparingspotential

För att uppskatta klimatbesparingspotentialen av cirkulära materialflöden av glasprodukter inom bygg- och fastighetssektorn har vi använt livscykelmetodik. Våra beräkningar av klimatbesparingspotentialen utgår från att återbruk och återvinning kan ersätta behovet att utvinna nya material och tillverka nya produkter, samtidigt som nya utsläpp från återbruks- och återvinningsprocesser uppstår. För att uppskatta denna klimatbesparingspotential har vi gjort generella antaganden kring genomsnittlig:

- Vikt för olika produkttyper.
- Klimatpåverkan som undviks till följd av återbruk och återvinning i form av materialutvinning, tillverkning och transporter - A1-A4 enligt EN 15 978 (SIS, 2011) och EN 15 804 (SIS, 2019).
- Eventuell klimatpåverkan som uppstår till följd av återbruk i form av transport i samband med återbruk.
- Klimatpåverkan som uppstår till följd av återvinning i form av transport i samband med återvinning och tillverkning av återvunnen produkt.

Vi har även resonerat kring betydelsen av produkternas påverkan på klimatbesparingen under driftskede eller hur ofta de kan tänkas behöva bytas ut.

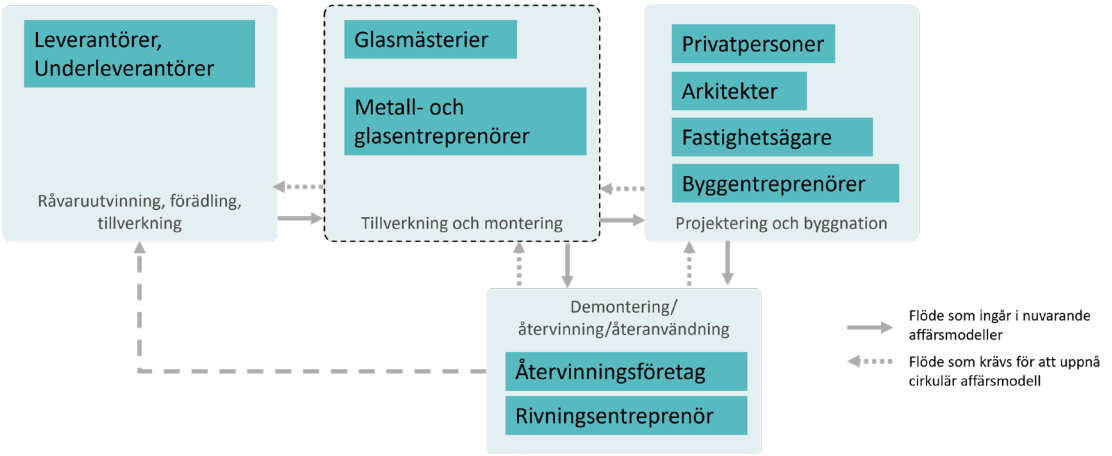
3 Förutsättningar för en cirkulär omställning i glasbranschen

Det finns redan idag etablerade cirkulära erbjudanden på marknaden från glasbranschaktörer. Våra intervjuer visar dock att dessa efterfrågas främst utifrån ekonomiska grunder, och således inte för att erhålla andra värden så som tex miljönytta. Vi ser därför att glasbranschen har goda förutsättningar att öka cirkularitet i liten skala men för att nå storskalig cirkularitet krävs en ny typ av samverkan och ett ökat medvetandegörande kring övriga nyttor av detta. Några förutsättningar som utmärker glasbranschen listas och diskuteras nedan:

- Nuvarande affärsmodell är linjär.
- Kunderna/beställarna har avgörande inflytande på glasmästeriers och glas- och metallentreprenörers affärsmodell men idag låg medvetenhet kring hur upphandlingskrav och beställningens utformning påverkar möjligheten att arbeta mer cirkulärt.
- Specifika kundförfrågningar och design är norm vilket bromsar återbruket.
- Några få leverantörers utbud har stor påverkan på glasmästeriers och glas- och metallentreprenörers affärsmodell.
- Mindre företag utgör en stor del av marknadens aktörer i glasbranschen, dessa har ofta begränsade förutsättningar att utvärdera nya arbetssätt som innebär risker eller större investeringar.

3.1 Värdekedjan är linjär

Den värdekedja som beskrivits för oss i intervjuerna är i högsta grad linjär. För att övergå till mer cirkulära flöden behövs nya processer och flöden skapas mellan aktörer i värdekedjan. I Figur 2 visar vi glasmästerier och glas- och metallentreprenörer samt de aktörer i värdekedjan som identifierats som betydelsefulla för dessa aktörers affärsmodell idag och hur dessa skulle behöva förändras för att bli mer cirkulära.



Figur 2. Glasmästerier och glas- och metallentreprenörer är i fokus i denna studie, men många aktörer i värdekedjan är identifierade som betydelsefulla för deras affärsmodell. Figuren visar även hur flöden av aktiviteter och resurser utbyts mellan olika aktörer. För att uppnå en mer cirkulär affärsmodell involveras många aktörer (enligt figuren) med materialflöden däremellan.

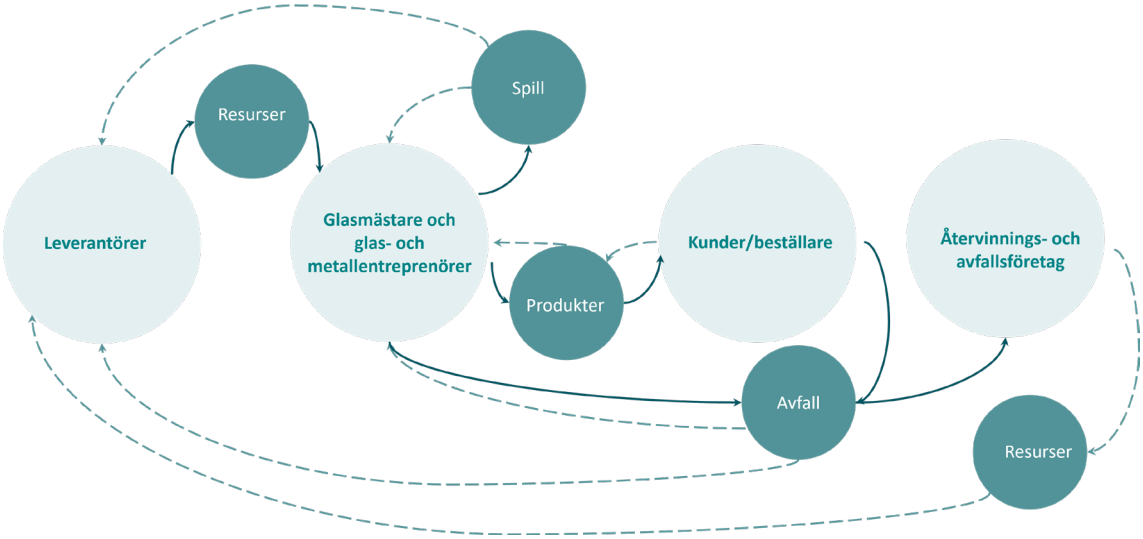
Våra respondenter anger att uppströms i värdekedjan (utifrån glasmästeri och glas- och metallentreprenörer) är leverantörer och underleverantörer mycket betydelsefulla för glasmästerier och glas- och metallentreprenörers affärsmodell. Genom förädling och tillverkning levererar de bland annat färdiga glas och kapade profillängder. Exempelvis kan det vara glaskasetter och längder av aluminiumprofiler, som sedan sätts samman till en färdig produkt såsom till exempel ett glasparti. Dessa glaskasetter och aluminiumprofiler levereras tills stora delar med färdiga egenskaper såsom definierat U-värde för glaskasetter samt vald kulör av aluminiumprofiler. Glasmästeri och glas- och metallentreprenörer erbjuder vanligen en helhetslösning, där produkten även levereras och monteras. Expertis och kunskap kring bland annat rätt projektering av produkterna ses som en viktig del av erbjudandet.

Rivningsentreprenörer samt återvinningsföretag är andra centrala aktörer nedströms, då de till stor del möjliggör olika återbruks- eller återvinningsprocesser. Generellt är det en rivningsentreprenör som demonterar glasprodukter. Om glasprodukter byts ut vid till exempel renovering så är det dock ibland glas- och metallentreprenörer som även demonterar samt står för avyttring och avfallshantering. I och med att det framför allt är återvinningsföretagen som utför själva aktiviteterna inför återvinning är återvinningsföretag centrala för att möjliggöra den typen av cirkulära flöden (Avfall Sverige, 2008).

3.2 Hälften av glasavfallet går till deponi

Mer än hälften av glasavfallet från byggsektorn går till deponi i stället för att återanvändas eller återvinnas. För att ta vara på denna potential behöver nuvarande affärsmodeller utvecklas så att avfall blir till nya resurser.

Figur 3 visar glasmästeri och glas- och metallentreprenörer samt viktiga aktörer uppströms och nedströms i värdekedjan, leverantören, beställaren samt återvinnings- och avfallsföretag. Figuren visar även vilket ”tillstånd” glasprodukten befinner sig i, i utbytet mellan aktörerna. För att möjliggöra en cirkulär affärsmodell skulle flera flöden och andra utbyten mellan aktörerna behöva uppstå. Därutöver är det till exempel en relativt liten andel glas som återvinns till nytt glas för glasprodukter i byggnader. Emellertid finns existerande och fungerande processer för återvinning till andra produkter såsom förpackningar och isolering, och idag uppskattas att ca 45 % återvinns (Almasi, Miliute-Plepiene & Fråne, 2018; Youhanan et al. 2016). Det innebär att det i liten utsträckning sker cirkulära flöden som bevarar värdet, det vill säga som bevarar glasprodukter inom byggsektorn. Men det innebär också att mer än hälften av glasavfallet från byggsektorn går till deponi. Det finns alltså en betydande outnyttjad potential i form av såväl återbruk som återvinningsrelaterade flöden för att minska avfallsmängder, resursförbrukning och klimatpåverkan.



Figur 3. Leverantör och kund/beställare utgör två mycket viktiga aktörer för glasmästerier och glas- och metallentreprenörer. För att övergå till cirkulär affärsmodell behöver avfall och spill bevaras och på nytt bli produkter och resurser, där flera flöden och andra utbyten mellan aktörerna behöva uppstå. Flödena som behöver uppstå är illustrerade med de streckade linjerna, de som är vanliga idag illustreras med de heldragna linjerna.

3.3 Beställarens krav och medvetenhet styr värdeerbjudande och affärsmodell

Vi vet sedan tidigare återbruksprojekt att kund- och beställarkrav och medvetenheten kring hur beställningens utformning påverkar möjligheten att erbjuda cirkulära tjänster och produkter är viktig. Kundens/beställarens efterfrågan styr värdeerbjudandet och således verksamhetens utformning och affärsmodell.

Kunden/beställaren är den som ställer krav på standarder och kvalité av glasprodukter, vilket i stor utsträckning begränsar vilka produkter som kan användas av glasmästeri och glas- och metallentreprenörer. Det handlar framför allt om krav på garantier och olika märkningar som ger intyg på kvalitet och funktion. Även kravställning i olika typer av miljöcertifieringar har betydelse. Allt fler certifieringssystem premierar cirkularitet, men samtidigt kan det finnas målkonflikter i krav på tex energiprestanda.

Betydande kunder/beställare som vi identifierat för glasbranschen är arkitekter, fastighetsägare, byggentreprenörer samt privatpersoner. De beställer ofta helhetslösningar av produkter och tjänster direkt från glasmästeri och glas- och metallentreprenörer, vilket gör att kundrelationen däremellan är av vikt. Hur miljömedvetenheten bland de olika kundsegmenten varierar har vi inte kartlagt i denna studie. Dock tycks uppfattningen enligt studiens respondenter vara att medvetenheten och efterfrågan kring miljöfrågor ökar bland såväl privatpersoner som företagskunder. Det är framför allt bland de större kunderna såsom större fastighetsägare och arkitekter som en ökning av efterfrågan märks.

3.4 Specifika kundförfrågningar och design är norm

Under intervjuerna hör vi att kunder ofta efterfrågar specifika produkter och att detta får som konsekvens att möjligheterna till cirkulära materialflöden och framför allt återbruk försvåras.

I dagsläget utgörs många projekt av skräddarsydda och kundunika beställningar ner på produktnivå. Nytillverkade produkter ger frihet och kontroll av uttryck och funktion. Exempelvis handlar det om utseende eller funktion, till exempel färg, mått eller hängning. Dessa egenskaper väljs utifrån projektens specifikationer, varpå till exempel fönster eller glaspartier beställs måttanpassade och med övrigt utseende som passar projektet.

Avsaknad av standardiserad utformning innebär en svårighet att hitta flera liknande produkter att återbruka och från samtliga intervjuer har det framkommit att det är ovanligt att det fungerar tvärtom i byggprojekt, det vill säga att eventuella tillgängliga återbrukbara produkter med vissa färger eller mått styr den övriga designen. Återbruk av glasprodukter ses i stället som en begränsning för möjligheten till designuttryck i förhållande till nytillverkade produkter.

Finns återbrukbara produkter i stort antal med samma tillverkare, mått eller ursprung förenklas processer kring till exempel projektering och kvalitetstestning samtidigt som gestaltningsarbetet generellt underlättas. Exempel på när avsaknaden av flera liknande återbrukbara produkter är ett hinder återfinns bland annat i projekt som har ambition att återbruka fönster, dörrar eller interiöra glaspartier.

3.5 Affärsmodellen för glasentreprenören styrs av leverantörens utbud

Våra intervjuer visar att leverantörernas erbjudande är avgörande för vilka affärsmodeller, produkter och tjänster glasmästeri samt glas- och metallentreprenörerna kan erbjuda.

I våra intervjuer framkom det att marknaden domineras av ett fåtal större leverantörer med stor rådighet över hur glasprodukten utformas. Att dessa leverantörer är stora i jämförelse med glasmästeri och glas -och metallentreprenörer har betydelse i och med den förmåga respektive aktör således har att påverka aktiviteter och processer i värdekedjan.
Det enskilda lilla företaget har därmed svårt att påverka aspekter såsom andel återvunnet material, design för demontering eller utformning som påverkar möjlighet till rekonditionering.

3.6 Små aktörer dominerar marknaden för glasmästeri och glas- och metallentreprenörer

De mindre företagen på marknaden för glasmästeri och glas- och metallentreprenörer inom bygg- och fastighetssektorn är viktiga att få med sig i en cirkulär omställning av branschen då dessa dominerar marknaden sett till antal och omsättning, se Tabell 4.

Majoriteten (82 %) av företagen anslutna till Glasbranschföreningen är mikroföretag med 0–9 anställda. Små företag med 10–49 anställda utgör näst störst andel av företagen med 16 % medan mellanstora företag, med mer än 49 anställda endast utgör 2 %.

Våra undersökningar av marknadsandelen för respektive företagsstorlek visar samtidigt på att även om de mellanstora företagen står för en liten del av antal företag så har de ändå en betydande del av marknaden. Mikro- och små företag står för 80 % av marknadens omsättning, medan de mellanstora företagen står för resterande 20 %.

Små företag har generellt mindre resurser att tillgå än större företag. Detta kan begränsa möjligheterna till omställning, i synnerhet om omställningen innebär större risker, investeringar eller kostnader. För att möjliggöra och underlätta nya cirkulära affärsmodeller kan det därför krävas samverkansformer där beställare och utförare delar på risker och investeringar.

Tabell 4. Kategorisering av företag i Glasbranschföreningen utifrån antal anställda och omsättning.

Storlek (antal anställda)	Antal företag	Antal företag (%)	Omsättning (tusen kr)	Omsättning (%)
Mikro (0-9)	312	82 %	2 446 540 kr	40 %
Små (10-49)	60	16 %	2 423 090 kr	40 %
Mellan (>49)	7	2 %	1 190 862 kr	20 %
Totalt	**379**		**6 060 492 kr**	

3.7 Den enskildas möjlighet att påverka är begränsad

Våra respondenter vittnar om att det är en utmaning för glasmästeri och glas- och metallentreprenörer som är av mindre storlek att kunna införliva cirkulära affärsmodeller som berör flera delar av värdekedjan. En orsak är att det ej är de som utför processerna kopplat till materialtillverkning och återvinning, utan kan endast välja/efterfråga detta i relativt små mängder. En annan anledning är att de inte alltid har möjligheten att ta på sig de risker eller investeringar som eventuellt kan krävas för att etablera affärsmodeller för cirkulära flöden.

Ett konkret exempel som lyfts är hur spill som uppkommer från produktion tas tillvara. Spill av aluminium är ofta oundvikligt då aluminiumprofiler levereras i längder på några meter. Medan stål går lättare att återanvända är det svårare med aluminium. Detta beror bland annat på att aluminiumprofilerna levereras ytbehandlade. En möjlig lösning skulle kunna vara att leverantörer tar tillbaka spillet och använder i deras produktion. Men uppfattningen är att det är svårt att lyckas med, bland annat för att leverantörerna inte ser ett egenvärde i det.

Ett annat exempel som lyfts är att procentandel återvunnet innehåll inte alltid kan garanteras från leverantörerna, på grund av att det är osäkert hur mycket skrot/skärv som kan erhållas. Därför försvåras möjligheten för glasmästeri och glas- och metallentreprenör att välja och ställa krav samt kommunicera en hög andel återvunnet innehåll.

Även rådigheten över återvinning av det material som går till avfall är begränsad för glasmästeri och glas- och metallentreprenörer. Återvinning bygger framför allt på att återvinningsföretag tar emot avfall alternativt att leverantörerna skulle ta emot deras rester. Förutom att sortera och lämna in avfall till lämplig aktör, är uppfattningen att dessa glasaktörers insatser att säkerhetsställa återvinning är begränsad.

Brist på producentansvar och ägande av materialet när det blir en restprodukt är ett annat hinder som lyfts kopplat till exempel som nämns ovan. Till exempel försvårar det möjligheten att leverantörer tar tillbaka spill. Det kan även försvåra omhändertagande av återbrukbara produkter som nedmonteras vid renovering och ombyggnad. Exempelvis är en uppfattning att det inte alltid är tydligt om demonteraren eller fastighetsägaren äger materialet.

3.8 Nuvarande cirkulära tjänster är etablerade i liten skala utav kostnadsskäl

Resultatet från intervjuerna visar att det till viss del finns etablerade cirkulära tjänster i befintliga affärsmodeller. Intressant är att dessa ofta inte ses som cirkulära tjänster då de är etablerade sedan länge, och funnits innan begreppet cirkularitet började användas. Exempel på sådana tjänster är:

- Byte av isolerglas
- Fönsterrenovering (vanligast för träfönster)
- Reparationer

Respondenterna av våra intervjuer menar att det främsta incitamentet för dessa befintliga cirkulära tjänster i dagsläget är kostnadsskäl, då det generellt lönar sig ekonomiskt för kunden. Till exempel kan det innebära mindre arbete och kostnader att byta delar snarare än hela produkter. Andra exempel som lyfts är bland annat att byta ut glaskassetten i ett fönster eller gångjärn i entrédörr.

Ambitioner kring estetik eller kulturvård som kunden har, kan vara andra orsaker till att bevara glasprodukter. Till exempel för att behålla byggnadens karaktär eller på grund av att det finns krav att förhålla sig till om byggnaden till exempel är k-märkt. En annan orsak kan vara miljömässiga ambitioner, där till exempel klimatpåverkan blir en inspelande faktor vid renovering, ombyggnad eller nybyggnad. Vår uppfattning utifrån intervjuerna är att miljömässiga ambitioner idag är en relativt ovanlig orsak till att bevara glasprodukter, men samtidigt att denna ambition ökar i vissa kundsegment.

Att cirkulära tjänster redan är etablerade i liten skala visar på att det faktiskt är genomförbart, både praktiskt och affärsmässigt, att arbeta cirkulärt i glasbranschen. Värdeskapandet är framför allt ekonomiskt och grundar sig i kostnadsbesparingar alternativt värdehöjande av fastigheten eller lokalen. För att skapa en efterfråga på cirkulära tjänster i större skala måste det dock till andra incitament då miljönyttan som skapas av cirkularitet i dagsläget inte har ett mätbart ekonomiskt värde.

3.9 Tekniska förutsättningar försvårar återbruk och återvinning

Tekniska förutsättningar kan hindra demontering och rekonditionering och andra processer kopplat till återbruk. I vissa fall kan inte alltid glasprodukter demonteras hela från en byggnad, exempelvis på grund av hur de är infästa i byggnaden eller marken. Medan uppgradering av glas- och metallprodukter kan göras såsom att byta ut delar är generellt fönsterrenovering vanligare för träfönster. Rekonditionering kan även hindras av att reservdelar saknas, att separering av olika delar av produkten kan vara svårt samt att kunskap om att renovera äldre produkter saknas.

Beroende på produkttyp finns det tekniska utmaningar med att återbruka planglas men även att återvinna planglas till nytt planglas. Bland annat gör aspekter som fukt- och energiprestanda att glaskasetters livslängd är begränsad. Därtill finns det svårigheter med att plocka isär en glaskassett för att återbruka planglaset. Uppfattningen är att sådana processer skulle vara allt för kostsamt och komplext för att vara lönsamt. Samtidigt varierar dessa utmaningar beroende på vad för typ av rekonditionering som krävs. Till exempel interiöra glaspartier för inte med sig den sortens utmaning kopplat till återbruk av planglas. Dels då de inte har samma utmaningar i form av fukt- och energiprestanda eller demonterbarhet. I stället kan det vara utmaningar såsom höga krav på akustik som ibland försvårar återbruk av interiöra partier eller kräver att mätningar utförs av akustikkonsult för att fastställa hur befintliga glaspartier uppfyller ljudkrav (Loh Lindholm et al. 2018).

Att en del glasprodukter har viss komplexitet ger specifika förutsättningar och försvårar möjligheten för glasbranschen till att värdera nyttan från cirkularitet. Bland annat beror det på att många glasprodukter i byggnader har betydande klimatpåverkan genom hela dess livscykel. Till exempel har fönsters egenskaper (såsom U-värde) effekt på klimatpåverkan från driftenergi (motsvararande modul B6 enligt EN 15 978 (SIS, 2011) och EN 15 804 (SIS, 2019)). En av anledningarna till att klimatpåverkan från driftenergi är komplex att räkna på är att det bygger på scenarier av framtida energimixar och emissionsfaktorer (Andersson, Moberg, Gerhardsson, Green, & Nymo, 2021). Det finns därför en osäkerhet kring klimat- eller ekonomisk besparing av vissa glasprodukter, vilket i sin tur skapar tveksamheter kring värdet av att återbruka dem. Även livslängd av produkterna finns det osäkerhet kring. Dels tycks det ha att göra med att vissa funktionaliteter såsom att hålla fukt borta försämras med tiden, samtidigt som många glasprodukter anses hålla längre än vad som tillsätts som typisk teknisk livslängd.

4 Återbruk av glas är en outnyttjad källa till minskade klimatutsläpp och avfallsmängder

Våra beräkningar visar att det finns en potentiell besparing på ca 120 000 ton CO_2e och 50 000 ton avfall varje år vid återbruk av fönster och glaspartier i klimatskal i Sverige baserat på det utbud som skulle kunna tillgängliggöras. Det motsvarar ungefär 40 % av byggskedets klimatpåverkan från fönster, dörrar och glas i byggnader. En potentiell klimatbesparing vid återbruk av interiöra glaspartier i kontorslokaler har i tidigare studier uppskattats till 13 ton CO2e per år och 14 ton avfall per kontorsrenovering (Andersson et al. 2018).

16 000 ton CO_2e kan dessutom sparas per år vid storskaligt återbruk av enbart *aluminium*fönster och -partier givet att allt som tillgängliggörs från rivning, renovering och ombyggnad skulle återbrukas. Det motsvarar en minskning av avfallsmängder med ungefär 4 000 ton. Jämförs återbruk (utan behov av rekonditionering) av de studerared glas- och aluminiumprodukterna med återvinning av hela produkterna fås ungefär två gånger så stor klimatbesparing vid återbruk. Men beroende på vilka scenarion som jämförs ger återbruk mellan 1,3 och 6 gånger så stor klimatbesparing som återvinning. Notera att detta gäller för den antagna materialsammansättningen där glas och aluminium utgör de huvudsakliga materialen. Alltså skulle resultatet skilja sig för andra sammansättningar såsom trä eller trä/aluminium.

Ovan nämnda uppskattningar är baserat på det utbud som finns tillgängligt idag men även att allt skulle återbrukas. I verkligheten skulle troligtvis en mix av återbruk och återvinning ske. Besparingen för olika återbruks- och återvinningsscenarier redovisar vi därför i avsnitten nedan.

4.1 CCBuild synliggör potentialen

I CCBuilds produktbank har just nu 12 000 återbrukbara glasprodukter totalt blivit inventerade (under perioden januari 2019 till juni 2022). Det motsvarar en besparing på 705 ton CO2e och 380 ton avfall vid återbruk av dessa produkter jämfört med avfallshantering och nyinköp av motsvarande produkter. Det motsvarar även ett ekonomiskt värde av 42 miljoner kr, baserat på CCBuilds modell för värdeanalys[2]. Nedan beskrivs några av de referensprojekt som har arbetat med cirkulär hantering av glas.

Cyklopet: Ett nybyggnadsprojekt[3] av ett parkeringshus med ambitionen att ha återbrukade glaspartier i fasad. Från en utförd intervju i denna studie framkom följande erfarenheter från en glasentreprenör:

I detta projekt fanns kravställningar på cirkularitet redan vid upphandling. I projektet skedde samverkan mellan framför allt glasentreprenören, arkitekten och beställaren/fastighetsägaren. Denna samverkan var nödvändig för att hitta kreativa lösningar på nya situationer som uppkom i form av till exempel kvalitetstester och logistik. Trots viss ökad tid för planering och samarbete uppfattades inte projektet mer komplicerat eller mer arbetsintensivt än andra mer konventionella projekt. Det framkom bland annat att processer vid demontering för att möjliggöra återbruk av glaspartier inte gav notabelt mer arbetsinsatser för projektet. Till exempel gällde det aktiviteter

[2] Läs mer om CCBuilds modell för värdeanalys här: https://www.ccbuild.se/digitala-tjanster/vardeanalys
[3] Läs mer om projektet här: https://ccbuild.se/referencedetailpage/?Id=32

för att behålla glaset helt, då de uppgav att det ändå är något de vill uppnå för att underlätta demonteringsarbetet. Tack vare medverkan i projektet och samverkan det innebar så kunde glasaktören öka sin kunskap och erfarenhet kring cirkulära arbetssätt som de nu ser som en marknadsfördel, samtidigt som de får referensprojekt att kommunicera till framtida kunder. Det är samtidigt ett exempel på att kundens efterfrågan och betalningsvilja är en central och betydande drivkraft.

Solna station källsorteringsbyggnad: En återbruksstation[4] som har fokus på gestaltning som kan höja statusen på återbruk. Återbrukat, krossat glas i gabioner valdes som väggar. Det valdes inte bara av estetiska skäl utan bland annat i syfte att motstå klotter, brand och allmän förstörelse. Belysning fungerade samtidigt väl med glaskrossen.

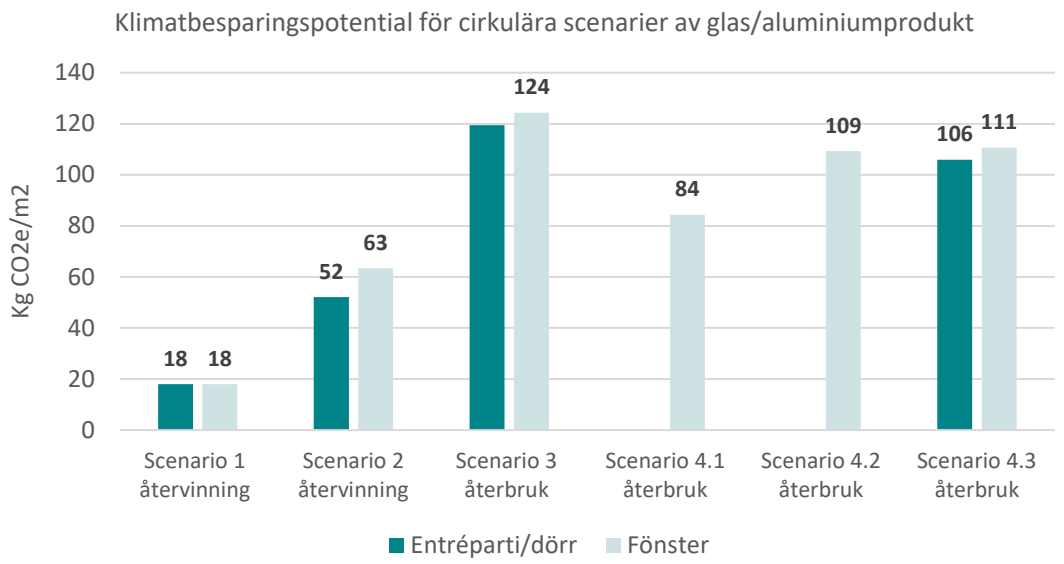
Corems återbrukskontor i Kista: Ett ombyggnadsprojekt[5] av ett kontor med fokus på återbruk. Bland annat har interiöra glaspartier och fönster kunnat återbrukas. Kostnaderna från projektet har uppskattats vara likvärdiga med ett mer traditionellt projekt.

4.2 Återbruk medför större klimatbesparing än återvinning

Att återbruka fönster och entrépartier av glas och aluminium ger större klimatbesparingar än att återvinna, oavsett återbruksscenario enligt resultaten från denna studie, se Figur 4 och Tabell 3. Som framgår av figuren beräknas inte byte och tillägg av glas för entrépartier (scenario 4.1 och 4.2 enligt Tabell 3) då det anses mindre relevant i dagsläget. Om återbruk som inte kräver rekonditionering jämförs med återvinning av hela glas- och aluminiumprodukten blir resultatet ungefär två gånger så stor klimatbesparing vid återbruk. Jämförs samtliga scenarier av återbruk med återvinning är klimatbesparingen ungefär 1,3 till 6 gånger så stor. Vilken klimatbesparing som kan uppnås beror alltså mycket på återbruks- och återvinningsscenario.

Återbruk, men även återvinning av aluminiumprofiler, ger stora klimatbesparingar. Det framgår bland annat eftersom scenariot där hela produkten (alltså både planglas och aluminium) återvinns har ca 3 gånger så stor klimatbesparing än det där endast planglaset återvinns. Orsaken varför stora klimatbesparingar fås av att återbruka och återvinna aluminium är att aluminium är ett mycket klimatintensivt material. Återvunnen aluminium innebär i denna studie att andel skrot går från ca 45 % till ca 80 % enligt kapitel 2.2.

[4] Läs mer om projektet här: https://ccbuild.se/referencedetailpage/?Id=39
[5] Läs mer om projektet här: https://ccbuild.se/referencedetailpage/?Id=55



Figur 4. Klimatbesparingspotential av cirkulära scenarios jämfört med linjärt scenario. Scenario 1 återvinning = Glas går till återvinning och blir till nytt planglas, i övrigt består produkten av nytillverkade delar; Scenario 2 återvinning = Glas och aluminium går till återvinning, blir till ny produkt. Scenario 3 återbruk = Produkt återbrukas i nuvarande skick; Scenario 4.1 återbruk = Glaskassett byts ut; Scenario 4.2 återbruk = Energiglas läggs till; Scenario 4.3 återbruk = Beslag/lås och gångjärn byts ut.

4.2.1 Resultatet hade sett annorlunda ut för andra material än aluminium

Varför skillnaden mellan återvinning av planglas och återvinning av hela produkten (scenario 1 och 2) är så pass stor är för att aluminium står för ca 60–70 % av klimatpåverkan för de beräknade produkterna. Hade planglas kombinerats med andra material såsom trä eller trä/aluminium hade det sett annorlunda ut och återbruk och återvinning av planglas hade sett mer fördelaktigt ut. Till exempel visar en studie av Andersson et al. (2021) på omvänt förhållande där bevarande av glaset jämfört med träram ger störst klimatbesparing. Detta är viktigt att beakta. Bland annat då majoriteten av fönster i svensk bygg- och fastighetssektor är av sorten trä eller trä och aluminium (Trä- och möbelföretagen, u.d.). Det innebär att åtgärder för att cirkulera planglas fortsatt behöver prioriteras.

4.2.2 Driftenergi behöver beaktas

Eftersom vi i denna beräkning inte inkluderar klimateffekter till följd av driftenergin (se avsnitt 2.3) är det svårt att säga vilket alternativ som skulle vara mer gynnsamt om hela livscykeln togs i beaktning. Glasprodukter som är en del av klimatskalet (såsom fönster) kan alltså ha en klimatpåverkan i driftskedet då de påverkar byggnadens uppvärmningsbehov. Äldre fönster har ofta högre U-värde än nytillverkade, vilket gör att det blir aktuellt att beakta vid återbruk av glas i klimatskalet. Följaktligen finns det därför en risk att det skulle kunna vara mer fördelaktigt ur klimatsynpunkt med återvinning - av hela produkten - än återbruk om energiprestandan kan förbättras betydligt mycket mer genom återvinning. Men detta skulle behöva utredas mer i detalj. Bland annat skulle energiprestandan för de olika scenarierna vi studerat behöva utredas mer i detalj, till exempel eftersom byte av glaskassett troligtvis görs bland annat i syfte att öka energiprestandan.

Att byta glaskassett enligt scenario 4.1 och på så sätt öka produktens livslängd och energiprestandan kan därför anses vara motiverbart enligt resultaten från denna studie.

Att nyttan från återbruk av glasprodukter i klimatskal är svår att fastställa är en utmaning som vi har identifierat, se avsnitt 3.9. Drifteffekter beror till stor del på vilket energisystem som finns i byggnaden och vilka klimatutsläpp det aktuella energisystemet leder till, och är alltså något som varierar utifrån bland annat lokala förutsättningar. Andersson et al. (2021) presenterar sekundära klimateffekter kopplat till återbruk där bland annat drifteffekten av att återbruka fönster undersöktes. Beräkningen är gjord utifrån marginalperspektiv, vilket innebär att den marginalenergi från uppvärmningen som ersätter det ökade energibehovet för återbrukade fönster beaktas, snarare än en genomsnittlig klimatpåverkan från energisystem. Resultatet visar att drifteffektens inverkan på återbrukets klimatbesparing beror på uppvärmningssystem, med stor variation i resultat. Vilket innebär att information om det specifika uppvärmningssystemet behövs för att dra slutsats om drifteffekterna av att återbruka delar av klimatskalet. I och med byggnaders långa livslängd, finns även framtidsscenarier gällande energisystem och dess klimatpåverkan att beakta (Andersson et al. 2021). Vilket innebär att påverkan från drifteffekter i framtiden är mycket osäkra.

4.3 Återbruk av aluminium- och glasprodukter

Den potentiella klimatbesparingen för återbruk och återvinning av fönster och glaspartier med aluminiumram redovisar vi i avsnitten nedan enligt:

- **Avsnitt 4.3.1.** att 100 % av det som tillgängliggörs genom rivning, renovering och ombyggnad skulle cirkuleras.
- **Avsnitt 4.3.2.** att 100 % av det som tillgängliggörs via deponi eller 55 % av det som tillgängliggörs genom rivning, renovering och ombyggnad skulle cirkuleras.

I Tabell 5 nedan redovisar vi den uppskattning av antal tillgängliga produktmängder per år i Sverige som används för beräkning av klimatbesparingspotentialen. Vid uppskattning av produktmängder utgår vi dels från mängden planglas som årligen tillgängliggörs från rivning, renovering och ombyggnad dels från deponi enligt nedan beskrivna datakällor.

Cirka 1,2 miljoner fönster byts ut per år (Avfall Sverige, 2008). Det har vi i denna studie uppskattats motsvara ca 52 000 ton sett till en hel produkt (glas- och profil). Grund Bäck & Lagerbielke (2018) uppskattar samtidigt att ca 11 000–40 000 ton glas kommer från renovering och rivning, vilket vi uppskattar till 42 000 ton sett till en hel produkt. Ett medelvärde på detta (det vill säga 47 000 ton) har vi använt i denna studie som produktmängd per år från rivning, renovering och ombyggnad, se Tabell 5.

Det saknas statistik över hur mycket planglas som hamnar på deponi vid rivning eller byggande. 45 % av planglaset från bygg- och rivning uppskattas däremot återvinnas idag enligt (Youhanan et al. 2016). Detta innebär att ca 55 % kan antas gå till deponi idag och därför ha direkt potential till att återbrukas eller återvinnas enligt någon av de cirkulära scenarierna vi beräknat i denna studie, se Tabell 3. Antagandet att 55 % av det som tillgängliggörs från rivning, ombyggnad och renovering går till deponi uppskattar vi motsvara ca 26 000 ton sett till hela produkten, se Tabell 5.

Vidare uppskattar vi att andel aluminiumfönster av det totala beståndet ligger mellan 2 och 18 %, se Bilaga 2 för mer detaljer.

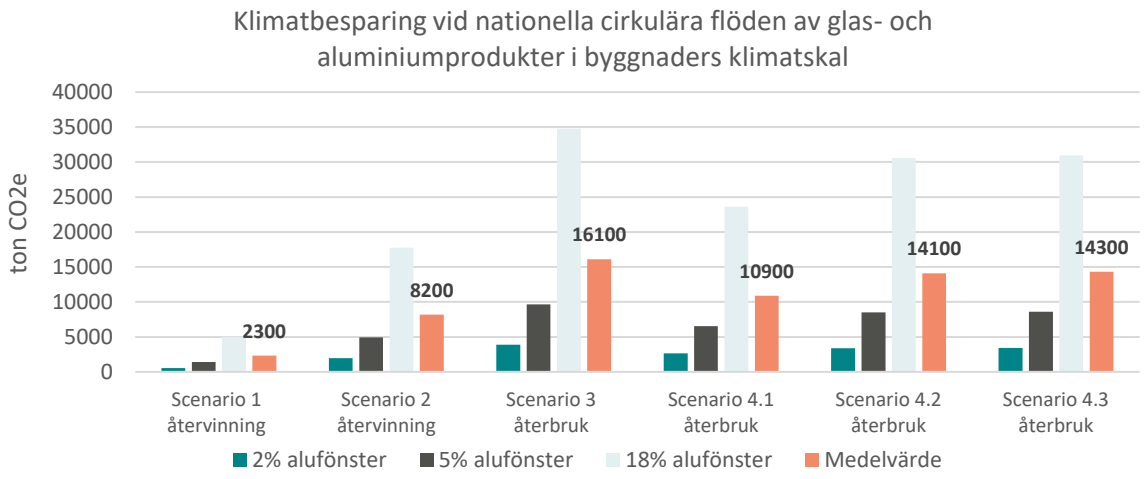
Tabell 5. Årligt tillgängliggjorda mängder av glasprodukter utifrån vad som går till deponi respektive tillgängliggörs via rivning, renovering och ombyggnad, avrundat till hela tusental.

Uppskattning av tillgängliggjorda mängder glasprodukter	Ton / år
Produktmängd från rivning, renovering och ombyggnad	
1) Uppskattat utifrån utbytta fönsterglas per år	52 000
2) Uppskattat utifrån ton glas från renovering och rivning per år	42 000
Medelvärde av produktmängd från rivning, renovering och ombyggnad	**47 000**
Produktmängd till deponi	**26 000**

4.3.1 Potentiell klimatbesparing vid cirkulära flöden

Våra beräkningar visar att uppskattningsvis 16 000 ton CO2e och 4 000 ton avfall kan sparas per år vid återbruk räknat med aluminiumfönster och -partier i byggnaders klimatskal som tillgängliggörs från rivning, renovering och ombyggnad, se Figur 5. Detta bygger bland annat på den uppskattning vi gjort gällande andel aluminiumfönster av det totala beståndet, se avsnitt 4.3.

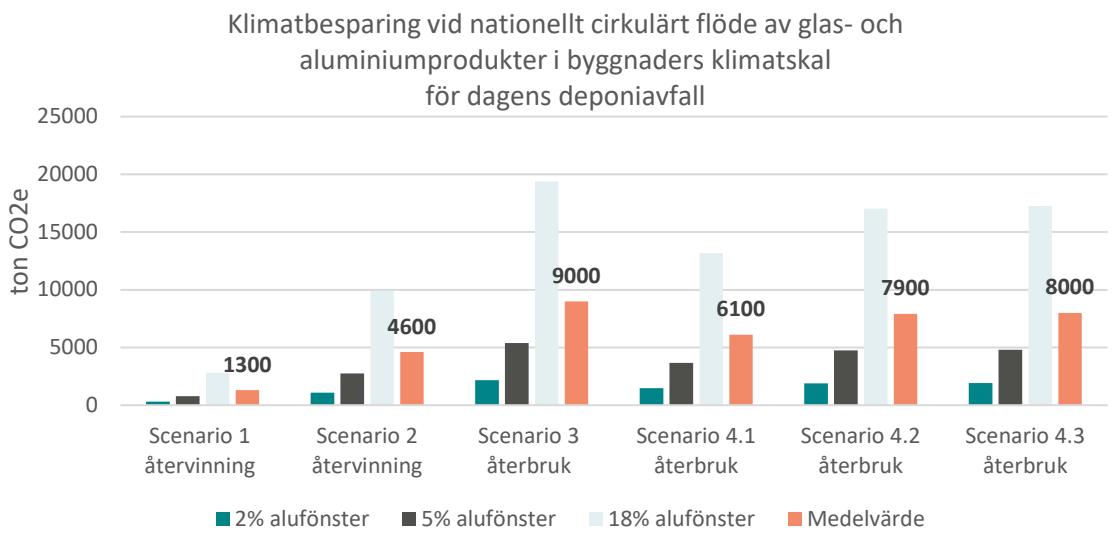
Om däremot samtliga fönster av olika materialtyper inkluderas skulle en besparing på uppskattningsvis 120 000 ton CO2e och 50 000 ton avfall kunna fås. Det motsvarar ungefär 40 % av byggskedets klimatpåverkan från fönster, dörrar och annat byggnadsglas i Sverige. Vilket även motsvarar 2 % av det totala årliga inhemska växthusgasutsläppet från nybyggnad, ombyggnad och renovering i Sverige.



Figur 5. Klimatbesparing av de olika cirkulära scenarierna varierar mellan 2 300 ton CO2e till 16 100 ton CO2e om man utgår från det planglas som rivs ut från rivning, renovering och ombyggnad. Andel aluminiumfönster av totalt bestånd uppskattats kunna ligga mellan 2 och 18 %. Scenario 1 återvinning = Glas går till återvinning och blir till nytt planglas, i övrigt består produkten av nytillverkade delar; Scenario 2 återvinning = Glas och aluminium går till återvinning, blir till ny produkt. Scenario 3 återbruk = Produkt återbrukas i nuvarande skick; Scenario 4.1 återbruk = Glaskassett byts ut; Scenario 4.2 återbruk = Energiglas läggs till; Scenario 4.3 återbruk = Beslag/lås och gångjärn byts ut.

4.3.2 Potentiell klimatbesparing för dagens deponiavfall

Våra beräkningar visar att uppskattningsvis 9 000 ton CO2e och 2 000 ton avfall kan sparas per år om de aluminiumfönster och -partier som idag läggs på deponi i stället återbrukas, se Figur 6. Även detta bygger bland annat på den uppskattning vi gjort gällande andel aluminiumfönster av det totala beståndet, se avsnitt 4.3. Om samtliga fönster av olika materialtyper inkluderas skulle en större klimatbesparing samt minskad avfallsmängd fås. Denna uppskattning utgår dessutom från att ca hälften av allt planglas som blir till avfall återvinns till andra produkter än planglas, såsom förpackningsglas eller glasullsisolering. I och med det antas potentialen till *slutet cirkulärt flöde inom byggsektorn* vara mindre än vad som beräknats enligt avsnitt 4.3.1. Det innebär även att klimatbesparingen av att återvinna glas och aluminium till andra produkter inte medräknas i denna potential.



Figur 6. Klimatbesparing av de olika cirkulära scenarierna varierar mellan 1 300 ton CO2e till 9 000 ton CO2e om man utgår från det planglas som läggs på deponi. Andel aluminiumfönster av totalt bestånd uppskattats kunna ligga mellan 2 och 18 %. Scenario 1 återvinning = Glas går till återvinning och blir till nytt planglas, i övrigt består produkten av nytillverkade delar; Scenario 2 återvinning = Glas och aluminium går till återvinning, blir till ny produkt. Scenario 3 återbruk = Produkt återbrukas i nuvarande skick; Scenario 4.1 återbruk = Glaskassett byts ut; Scenario 4.2 återbruk = Energiglas läggs till; Scenario 4.3 återbruk = Beslag/lås och gångjärn byts ut.

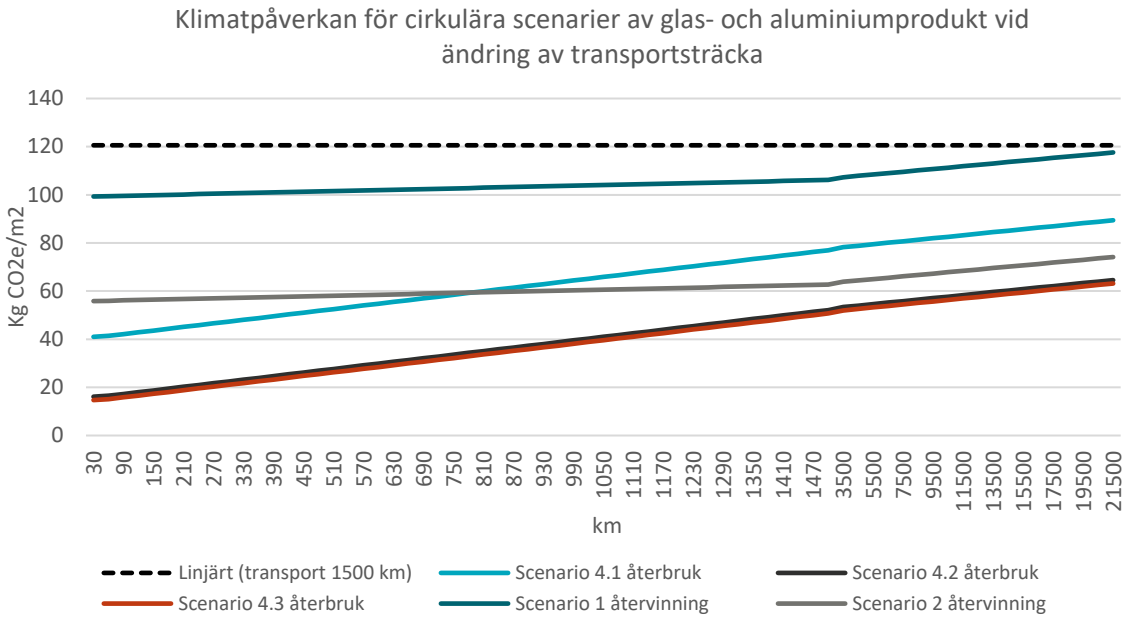
4.4 Transporter har liten påverkan

Vi kan konstatera att det är god marginal innan utsläpp från tillkommande transporter överstiger minskade klimatutsläpp för de cirkulära scenarierna, se Figur 7. För att undersöka hur stor påverkan tillkommande transporter har på resultatet har vi beräknat den maximala transportsträckans längd innan utsläpp från transporten överstiger de minskade klimatutsläppen för återbruk och återvinning.

I Figur 7 jämför vi klimatpåverkan av glas- och aluminiumprodukt ur ett linjärt scenario med de olika cirkulära scenarierna. Det linjära scenariot har vi beräknat med en konstant transportsträcka på 1 500 km och de cirkulära scenarierna med ökad transportsträcka. För återbruk har vi använt emissionsdata för lätt lastbil och en lastgrad på 30 % och för det linjära scenariot samt återvinning har vi använt emissionsdata för tung lastbil med en lastgrad på 50 %.

De första 1 500 km antar vi vara med lastbil, och resterande med fartyg. Enligt våra antaganden skulle transport från Kina till Europa vara möjligt innan *scenario 1 återvinning* (där glas återvinns till nytt planglas och i övrigt består produkten av nytillverkade delar) skulle få liknande klimatpåverkan som det linjära scenariot. Vid längre sträckor (i detta fall över ca 800 km med lastbil) kan samtidigt återvinning vara mer fördelaktigt än återbruk med rekonditionering. Vilket beror på de högre emissionsfaktorerna som vi antagit för transport av produkter för återbruk jämfört med produkter för återvinning.

Som vi tidigare reflekterat över är det dock viktigt att notera att inte driftenergi är inkluderat i beräkningen, vilket skulle kunna ha betydelse för när klimatpåverkan enligt de olika scenarierna blir jämförbara. Samtidigt tas inte andra värden av återbruk och återvinning i beaktning såsom minskad resursanvändning.



Figur 7. Transportscenarier är gjorda så att de första 1500 km sker med lastbil och därefter med fartyg. Notera att intervallet av km ökar efter 1 500 km. Scenario 1 återvinning = Glas går till återvinning och blir till nytt planglas, i övrigt består produkten av nytillverkade delar; Scenario 2 återvinning = Glas och aluminium går till återvinning, blir till ny produkt. Scenario 3 återbruk = Produkt återbrukas i nuvarande skick; Scenario 4.1 återbruk = Glaskassett byts ut; Scenario 4.2 återbruk = Energiglas läggs till; Scenario 4.3 återbruk = Beslag/lås och gångjärn byts ut.

5 Behov för att etablera en återbruksmarknad för glasbranschen

Från våra intervjuer och vårt arbete med CCBuild ser vi att en marknad för återbrukbara produkter behöver etableras i större utsträckning i glasbranschen för att nå potentialen för cirkularitet. Vi har under intervjuerna identifierat flertalet behov för att få detta att hända. De är beskrivna mer i avsnitten nedan och kan sammanfattas enligt följande:

- Utbudet behöver öka och synliggöras.
- Arbetssätt för kvalitetssäkring och utformning av garantier behöver etableras.
- Flexibiliteten behöver öka hos beställaren.
- Utformning av certifieringar och krav behöver stötta återbruk i högre grad.
- Det behövs ny infrastruktur så som lagerhållning.
- Det behövs mer kunskap om cirkulära arbetssätt och dess nytta.
- Information om inbyggda produkter och dess ingående kemiska egenskaper måste förbättras.

5.1 Utbudet av återbrukbara produkter och produkter av återvunnet material behöver öka och synliggöras

För att en återbruksmarknad ska kunna etablera sig behöver utbudet av återbrukbara produkter öka och synliggöras. För att detta ska hända ser vi att det är nödvändigt att inventering av återbrukbara produkter sker redan i tidiga skeden. Detta för att synliggöra befintliga resurser och integrera dessa i designen. Det innebär att återbruk behöver komma in tidigare i byggprocessen än vad det generellt görs idag, vilket stöds av tidigare studier och utvärderade referensprojekt (Andersson et al. 2021; Gerhardsson, Loh Lindholm, & Ahlm, 2019; Loh Lindholm et al. 2018).

Glasaktörer men även andra aktörer såsom demonterare, arkitekter och fastighetsägare behöver också få fler incitament att ta tillvara material i samband med ombyggnationer och rivningar. Utmaningar med att återvinna planglas är bland annat kopplat till utbud av material och processer såsom demontering, insamling och separering av material (Glass for Europe, 2013). Det är tillåtet att lägga planglas på deponi samt ofta billigare än att materialåtervinna det (Almasi, Miliute-Plepiene, & Fråne, 2018). Att återvinna planglas till nytt planglas med stor andel skärv försvåras även av att det krävs mycket stor renlighet i skärven (Grund Bäck & Lagerbielke, 2018; Youhanan et al. 2016; Widing et al. 2020). Används skärv i planglastillverkning är det därför framför allt skärv i form av spill från egen tillverkning som används (Grund Bäck & Lagerbielke, 2018).

Ytterligare behöver möjligheten att få tag på reservdelar öka, vilket kan vara en förutsättning för att kunna rekonditionera äldre glasprodukter.

5.2 Arbetssätt för kvalitetssäkring och utformning av garantier behöver etableras

Våra intervjuer visar att det finns en osäkerhet kring vilken funktion och kvalité återbrukbara glasprodukter håller. Därav nedprioriteras återbruk i projekt för att minimera eventuella risker som nya produkter inte medför.

Det finns även en osäkerhet kring hur återbrukade produkter kvalitetssäkras och vem som ska ta ansvar över risker kopplat till återbruk och lämna eventuell garanti på materialet/produkten. Samtidigt saknas kunskap, rutiner och aktörer för att kunna kvalitetsbedöma produkterna, till exempel för dess materielinnehåll så att de inte innehåller farliga ämnen.

Att kunna ge garanti för kvalitet och funktion till kunden är ett etablerat arbetssätt inom branschen och en nyckel till kundens förtroende. Exempel på betydande system som nämnts i våra intervjuer är p-märkning, CE-märkning och typgodkännande. Genom sådana system ställs höga krav på fönster och andra glasprodukter.

Att det saknas system och metoder för kvalitetssäkring för återbrukade produkter är en gemensam utmaning inom bygg- och fastighetssektorn eftersom det skapar osäkerhet i byggprocessen. Brist på nationella system för kvalitetssäkring av återbrukade produkter gör att det finns behov av att visa upp goda exempel från aktörer som hittat lösningar att kvalitetssäkra och på så sätt skapat förutsättningar och möjligheter för leverantören att lämna garanti på materialet/produkten. Ett exempel är återbrukat tegel, där kvalitetssäkring sker genom CE-märkning för återbrukat tegel. Detta medför att materialleverantören (i detta fall Brukspecialisten) kan lämna samma garanti som för nytt tegel (Brukspecialisten tegel, u.d.).

Men det kan även handla om nya arbetssätt där andra överenskommelser och avtal mellan aktörer skapas, vilket vi har sett exempel på genom erfarenheter i CCBuild. Eventuella lösningar kan tex vara att leverantören och/eller byggentreprenören tar på sig risken eller att garantikrav uteblir till reducerat pris. Finns det anledningar till att leverantören eller byggentreprenören inte vill ta på sig risken kan i stället nära samverkan vara önskvärt där dialog och förtroende mellan parterna skapas.

För produkter med färre tekniska utmaningar, såsom fasta interiöra produkter (exempelvis undertak och innerdörrar) är det brukligt att fastighetsägaren inte kräver garanti på material/produkt utan endast på utfört arbete. Exempel när fastighetsägaren sällan ställer krav på garanti är återbruk av interiöra byggprodukter där fastighetsägaren själv äger och återbrukar, vilket flera fastighetsägare berättar inom ramen för CCBuild. Däremot finns behov av någon typ av kvalitetsbedömning för att säkerhetsställa att lagkrav uppfylls vid mer komplexa byggprodukter/element och på så sätt skapa förutsättningar för garantier. Idag finns ingen vedertagen metod eller system för kvalitetsbedömning. Däremot pågår det projekt där metoder för kvalitetssäkring av återbruk undersöks, exempelvis Återhus (Brander, Boubitsas, & Gabrielsson, 2021).

5.3 Flexibiliteten behöver öka hos beställaren

Beställaren behöver i högre grad vara flexibel vad gäller produkters egenskaper för att tillåta eventuella tillgängliga återbrukbara produkter att styra den övriga byggnadsdesignen. Återbruk riskerar annars att väljas bort på grund av att det kan begränsa önskemål kring olika egenskaper i form av till exempel utseendet eller funktion. För glasprodukter har vi sett att det kan handla om till exempel färger eller mått.

Ett annat exempel våra intervjuer visar är att mängden spill skulle kunna minskas genom att glasproduktens storlek anpassas efter längden på aluminiumprofiler som levereras till glasmästerier.

5.4 Utformning av certifieringar och krav behöver stötta återbruk i högre grad

Återbruk stödjs i flera system såsom BREEAM, LEED, Miljöbyggnad och Svanen. Men marknadsdrivna hållbarhetskrav såsom certifieringssystem behöver utvecklas för att i högre grad gynna cirkularitet, där klimatbesparing så väl som resursminimering, markanvändning och biodiversitet tas med i beaktning.

Vidare behöver regelverk och krav utvecklas för att inkludera cirkulära produkter och tjänster i större grad. En vanlig uppfattning från intervjuade aktörer är att anpassning av krav och regelverk behövs för att nå generella arbetssätt som omfattar cirkularitet. I dag finns exempel på byggnadstekniska krav och regelverk som motarbetar möjligheter till återbruk, såsom krav på tillgänglighet, energi, ljud och ljus (SOU, 2019; Miliute-Plepiene, Almasi, & Hwargård, 2020; Loh Lindholm et al. 2018). Men det gäller även avsaknad av regelverk, till exempel då det är tillåtet att deponera glas (Almasi, Miliute-Plepiene, & Fråne, 2018).

5.5 Det behövs ny infrastruktur så som lagerhållning

Den infrastruktur och flera av de resurser som krävs för att återbruk ska bli en värdeskapande affär för glasaktörerna saknas idag.

Lagerhållningsmöjligheten är begränsad för glasmästerier, vilket ofta är en förutsättning för återbruk. Nuvarande affärsmodeller bygger i stället på just-in-time då beställningar av tex glas och aluminium framför allt görs direkt i samband med projekt. Detta i sig är väsentligt då nya arbetssätt som i högre grad omfattar återbruk kräver viss typ av lagerhållning, om inte återbruket sker i direkt anslutning till att det tillgängliggörs. Alternativt skulle nya återförsäljare av återbruk behöva etableras eller att leverantörerna tar tillbaka material om återbruk skulle integreras i deras affärsmodell.

Återförsäljare och lagerhållare av återbrukade byggprodukter är idag däremot få och utgör en liten del av byggmaterialhandeln, vilket Wennesjö et al. (2021) identifierat. Enligt samma studie

uppstår behovet av lagerhållning och återförsäljning dels i form av möjlighet till avyttring av varor, dels till eventuella inköp av återbrukbara produkter eller reservdelar. För glasmästeri och glas- och metallentreprenör skulle det senare till exempel kunna handla om att köpa in beslag, lås eller gångjärn för att möjliggöra återbruk av en äldre glasprodukt.

Generella utmaningar kring lagerhållning är kostnader förknippat med lokalhyra, uppvärmning, transporter och hantering samt osäkerhet kring om återbruket kan täcka dessa kostnader.

5.6 Det behövs mer kunskap om cirkulära arbetssätt och dess nytta

Nyttan anser vi vara väsentlig för att driva efterfrågan för cirkulära produkter och tjänster. Okunskap om dels arbetssätt för att kunna skapa lönsamhet, dels kring den nyttan som troligtvis uppstår är på så vis ett hinder för en omställning till cirkulära materialflöden.

En del av den okunskap som finns kopplat till arbetssätt är att kompetens och erfarenhet till stor del saknas för att renovera, montera och demontera äldre produkter. Det finns till exempel brist på montörer som har erfarenhet av äldre fönster. Det saknas även kunskap om vilka nya arbetssätt som affärsmodeller som inkluderar till exempel återbruk och återvinning kommer kräva.

Att kunskapen om värdet som fås av cirkulär hantering ökar, och att kommunikationen av det utvecklas, är en viktig del i att skapa lönsamhet. Detta framför allt då det skapar förutsättningar för ökad betalvilja och för att kunna driva efterfrågan. Idag saknas kunskap om värdet av cirkulär hantering av glasprodukter i bygg- och fastighetssektorn. Till exempel handlar det om den klimatbesparing, ekonomisk besparing eller minskade avfallsmängder och minskat uttag av primära resurser det kan leda till. Då glasprodukter är relativt komplicerade produkter med höga funktionskrav och klimatpåverkan genom hela livscykeln behövs det kunskap om värdet för att täcka denna komplexitet och kunna motivera val. Likaså behöver kunskapen om arbetssätt och metoder som möjliggör cirkulär materialhantering öka genom hela värdekedjan, vilket även Wennesjö et al. (2021) påpekar som betydelsefullt för att bygg- och fastighetsbranschen i stort ska kunna ställa om.

5.7 Information om inbyggda produkter och dess ingående kemiska egenskaper måste förbättras

Information om befintliga produkter som finns inbyggda i fastigheter eller tillgängliga via återbruksaktörer samt spårbarhet av produkters ingående kemiska ämnen kan ibland vara bristfällig. Detta försvårar bedömning om vad som kan återbrukas och hur eller vad som behövs för att möjliggöra detta.

Exempel är ifall glasprodukten potentiellt innehåller farliga ämnen, vilket kan vara viktigt att beakta vid återbruk av äldre produkter. Bedömning kan då behöva göras över ifall farliga ämnen kan separeras från produkten eller i annat fall hanteras som farligt avfall. Exempel är fogmassor och isolerrutor som innehåller PCB (Naturvårdsverket, u.d.) och som därför inte

når de miljökrav vi har idag (Youhanan et al. 2016). 6 % av fönster från 1956–1980 har uppskattats innehålla PCB (Avfall Sverige, 2008). Information såsom materielinnehåll kan vara viktigt för att redan i tidiga skeden planera för åtgärder och skapa de specifika förutsättningar som de produkterna kräver. Miliute-Plepiene et al. (2021) har tagit fram en Byggåterbruksguide där de listat byggprodukter såsom fönster enligt om de kan anses vara lämpliga att återbruka eller inte med avseende på farliga ämnen. Tillverkningsår används som indikator på innehåll av farliga ämnen. Till exempel visar guiden att fönsterkitt i isolerglas i fönster tillverkade mellan åren 1940–1982 kan innehålla asbest. Och mellan åren 1956–1980 finns även risk för PCB i isolerrutan eller i fogmassan mellan fönstret och byggnaden.

6 Förslag på handlingsplan

Potentialen vid återbruk av glasprodukter i byggnaders klimatskal innebär en besparing på upp till 120 000 ton CO2e. Det motsvarar 40 % av byggskedets klimatpåverkan från fönster, dörrar och glas i byggnader. Av det uppskattas cirka 16 000 ton CO2e kunna sparas sett till endast fönster och glaspartier med aluminiumram i byggnaders klimatskal. Denna potential förutsätter att allt skulle återbrukas, vilket i nuläget kan tänkas vara svårt. Däremot finns antagligen potential till att en övervägande del antingen kan återbrukas eller återvinnas.

Att realisera cirkulära flöden för de produkter och tjänster som har störst potential till praktiskt genomförande, tillgängligt utbud, klimatbesparing eller där färre krav behöver mötas är en god start. Interiöra glasprodukter är exempel på en produkt som anses enklare att återbruka och som tidigare har identifierats ha stor potential i form av såväl klimatbesparing, ekonomisk besparing och genomförbarhet i denna samt andra studier. Det kan även handla om att hitta nya användningsområden för produkter med stora hinder att återbrukas i ursprunglig funktion. Därtill kan stora produktflöden identifieras och nyttjas, till exempel om många liknande produkter tillgängliggörs i ett projekt.

För att realisera hela den potentialen som finns krävs dock insatser för att marknaden för cirkulära produkter och tjänster stärks och utvecklas.

I Tabell 6 och Tabell 7 föreslår vi en rad olika åtgärder och aktiviteter till en handlingsplan för att nå cirkulära flöden. Tabell 6 riktar sig framför allt till Glasbranschföreningen och Tabell 7 riktar sig framför allt till glasmästerier och glas- och metallentreprenörer. Förslagen riktar sig även mot glasbranschen inom bygg- och fastighetssektorn i stort. De beskrivs även mer i avsnitten nedan.

Tabell 6. Förslag på åtgärder och aktiviteter till en handlingsplan för Glasbranschföreningen för att stötta en ökad cirkulär omställning i branschen.

Förslag på åtgärd	Aktivitet	Exempel
Förslag på åtgärd: Skapa och stötta samverkan i värdekedjan genom nätverkande och dialog	Anordna seminarier och workshops som syftar till att utveckla cirkulära arbetssätt och lösningar på gemensamma utmaningar.	Nyttja befintliga forum såsom träffar inom CCBuild-nätverket. Arrangera tematräffar med fokus på tex cirkulär kravställning och cirkulära produkter och koncept hos leverantörer såsom återtag av spill, överskottspartier och återbruk.
	Delta i events som berör cirkulärt byggande för att lyfta glasbranschens specifika utmaningar.	Bevaka och delta på dialogmöten och seminarier.
	Arrangera events för att sprida kunskap och erfarenheter från cirkulära projekt.	Bjud in värdekedjans aktörer till inspirationsseminarium.
Förslag på åtgärd: Kvantifiera miljönyttan för att synliggöra värden	Använd befintliga studier och data och utarbeta riktade kommunikationsunderlag till olika målgrupper för kommunikation och spridning av miljömässiga och ekonomiska nyttor.	Se tex kapitel 4 i denna studie för miljömässiga nyttor.
	Beräkna eller använd befintliga data för att marknadsföra värdet av de cirkulära tjänster som redan utförs.	Genomför beräkning av olika reparations- och renoveringstjänster där delar eller hela produkter behålls och sprid detta i relevanta kanaler. Bred målgrupp kan nås exempelvis via CCBuilds kanaler.

Förslag på åtgärd: Undersök vilka produkter som har störst potential för återbruk och att minska klimatpåverkan	Utred vilka produkttyper och tjänster där störst vinster i form av avfall, klimat, ekonomi tex kan uppnås.	Samverka med branschaktörer för förankring och genomförbarhet. Anlita expertstöd så som konsulter och forskningsaktörer för att ta fram underliggande material.
Förslag på åtgärd: Informera kunden om hur deras val påverkar cirkularitetsgrad	Ta fram kommunikationsunderlag och informera kunder om cirkulära val.	Ge exempel på återbruk eller nyproducerat som möter cirkulära krav avseende innehåll av återvunnet material eller design och montering som främjar framtida cirkulering.
Förslag på åtgärd: Minska spill och hitta nya sätt att använda samma produkt	Sprid goda exempel på andra användningsområden för produkttyper som är svåra att återbruka.	Exempelvis kan produkter som inte uppfyller krav användas där lägre krav ställs, såsom i växthus, interiöra partier eller i andra byggnadstyper med lägre energikrav. Sprid erfarenheter och goda exempel via tex GBFs och CCBuilds kanaler.
Förslag på åtgärd: Ta fram anvisningar för demontering, underhåll och rekonditionering	Ta fram nya guider med klassificering av tex materialtyper, risk för farliga ämnen, demonteringsmöjlighet mm för produkttyper för att underlätta prioritering av arbetssätt och bedömning av vad som kan återbrukas och vad kan återvinnas.	Exempelvis kan forskningsinstitut eller andra experter anlitas för att ta fram underliggande material.
	Stötta medlemmar att ta fram serviceavtal och framtagande av skötselråd för ökad produktlivslängd.	Utred hur andra gått till väga i goda exempel från tidigare erfarenheter, branscher och projekt. Samverka med återbruksdepåer.
	Stötta i och skapa guider för hur medlemsföretagen kan utforma samarbetsavtal som omfattar garantier för arbete med återbruk.	Exempelvis hur risker delas mellan beställare och utförare eller där garanti lämnas för utfört arbetet.
Förslag på åtgärd: Utveckla guider och ta fram utbildningar	Sprid befintliga guider och studier avseende cirkulära arbetssätt.	Sprid exempelvis via GBFs och CCBuilds kanaler.
	Utbildningsinsatser samt ta vara på existerande kompetens gällande arbetsmetoder för cirkulära tjänster.	Ta fram utbildningsinsatser kring cirkulärt byggande riktat mot olika aktörer i glasbranschen, t ex i materialinventering, renovering av glaspartier, minskat spill i projektering samt cirkulära affärsmodeller.
	Verka för att cirkulariet i form av återbruk, återvinning och renovering införs som en del av yrkeshögskoleutbildningar.	
Förslag på åtgärd: Upprätta handlingsplaner för att främja/stimulera storskaliga cirkulära flöden	Stötta framtagandet av medlemsföretagens handlingsplaner för cirkulär omställning.	Framtagning av rutiner, målsättning och strategier för cirkulär materialhantering.
	Identifiera vilka glasprodukter som är enklast att återbruka (inklusive eventuella processer såsom rekonditionering) med avseende på praktisk genomförbarhet, krav och stora flöden.	Exempelvis kan forskningsinstitut anlitas för att ta fram underliggande material.

Tabell 7 Förslag på åtgärder och aktiviteter till en handlingsplan för glasmästerier och glas- och metallentreprenörer för att bidra till en ökad cirkulär omställning i branschen.

Behov	Åtgärd och insats	Exempel
Förslag på åtgärd: Skapa och stötta samverkan i värdekedjan genom nätverkande och dialog	Delta i arrangemang såsom seminarium och möten i syfte att utveckla cirkulära arbetssätt och lösningar på gemensamma utmaningar.	Delta i aktiviteter och träffar som anordnas exempelvis via CCBuild.
		Nätverka med målet att nå samarbetspartners och kunder som efterfrågar cirkularitet.
	Ökad användning av digitala verktyg för inventering, annonsering och inköp och undersök möjligheten till (nya eller befintliga) digitala verktyg för att öka samverkan mellan aktörer i glasbranschen.	Ett exempel är CCBuilds digitala tjänster som förenklar både internt återbruk inom projekt och organisationer, men också möjliggör annonsering och efterlysning av material via marknadsplats. .
	Efterfråga cirkulära produkter och koncept från leverantörer och undersök möjligheten att leverantörer kan ta tillbaka produkter, spill och överskottspartier.	Efterfråga återtag av produkter, hög återvunnen andel, design för demontering samt guider från leverantörer gällande renovering (utöver vanlig skötsel) av produkter.
	Utforma samarbetsavtal som omfattar garantier för arbete med återbruk.	Exempelvis hur risker kan delas mellan beställare och utförare, såsom att beställaren avstår från garanti på produkter men garantier ges för utfört arbetet.
Förslag på åtgärd: Kvantifiera miljönyttan för att visa värdet	Beräkna eller använd befintliga data för att marknadsföra värdet av de cirkulära tjänster som redan utförs.	Beräkna tex klimatbesparing eller minskade resursuttag av olika reparations- och renoveringstjänster där delar eller hela produkter behålls.
		Nyttja CCBuilds värdeanalys för att beräkna värdet av befintliga produkter och använd som tex kommunikationsunderlag, som beslutsunderlag eller för uppföljning. Tex kan klimatbesparingen, det ekonomiska värdet och de minskade avfallsmängderna från återbruk på så vis uppskattas.
	Delta i pilot- och utvecklingsprojekt där kunden är intresserad av cirkularitet.	
	Sprid goda exempel och erfarenheter av cirkularitet.	Sprid gärna referensprojekt på CCBuilds kunskapsbank samt genom Glasbranschföreningens olika kanaler såsom tidningen Glas.
Förslag på åtgärd: Undersök vilka produkter som har störst potential för återbruk och att minska klimatpåverkan	Var med i arbetet för att identifiera vilka glasprodukter som är enklast att återbruka (inklusive eventuella processer såsom rekonditionering) med avseende på praktisk genomförbarhet, krav och stora flöden, samt vilka produkttyper och tjänster där störst vinster (i form av avfall, klimat, ekonomi tex) finns.	Se över möjligheten att delta i samverkans- och utvecklingsprojekt. Kontakta GBF eller CCBuild för information om pågående initiativ. Se över möjligheten att inkludera återbruksalternativ eller produkter designade för framtida demontering i offerter.

Förslag på åtgärd: Minska onödigt spill och hitta nya sätt att använda samma produkt	Sprid goda exempel på andra användningsområden för produkttyper som är svåra att återbruka.	Produkter som inte uppfyller krav kan användas där mindre krav ställs, såsom i växthus, interiöra partier eller i andra byggnadstyper med lägre energikrav. Dela goda exempel på CCBuild.
	Säkerställ prioriterad materialhantering där material återbrukas i första hand därefter återvinns.	Upprätta rutiner och arbetssätt i samband med inköp och avyttring av material som följer cirkulära principer.
		Etablera samarbeten med tex återvinningsföretag och materialleverantörer som möjliggör återtag av material
	Identifiera spill och utred möjligheter att maximera interna cirkulära flöden och minska spill i produktion.	Glascentrum kan erbjuda rådgivning om hur glasspill kan undvikas.
Förslag på åtgärd: Synliggör återbruksutbudet	Synliggör cirkulära tjänster och tillgängliggör återbrukbara produkter - gärna med värdesiffror såsom klimatbesparing.	Detta kan tex göras via CCBuilds marknadsplats och produktbank.
Förslag på åtgärd: Ta fram anvisningar för demontering, underhåll och rekonditionering	Ta fram serviceavtal och framtagande av skötselråd för ökad produktlivslängd. Verka för att säkerhetsställa tillgången till reservdelar.	Utred hur andra gått till väga i goda exempel från tidigare erfarenheter, branscher och projekt.
Förslag på åtgärd: Utveckla guider och ta fram utbildningar	Var med i arbetet för att ta fram nya guider med klassificering av tex materialtyper, risk för farliga ämnen, demonteringsmöjlighet mm för produkttyper för att underlätta prioritering av arbetssätt och bedömning av vad som kan återbrukas och vad kan återvinnas.	Kontakta GBF eller CCBuild för information om pågående initiativ och samverkansprojekt.
	Ta vara på existerande kompetens gällande arbetsmetoder för cirkulära tjänster.	Guider finns på CCBuild och kan delas via GBF.
Förslag på åtgärd: Upprätta handlingsplaner för att främja/stimulera storskaliga cirkulära flöden	Sätt mål och använd/nå ut med befintliga mål som kan nyttjas vid upphandling och inköp.	Mål på bransch-, organisations- och projektnivå.
		Sätt mål som omfattar cirkularitet i termer av andel cirkulärt material, andel återbruk etc.
		Sätt mål som omfattar värden som kan uppnås med ökad andel cirkularitet, som tex minskade klimatutsläpp eller minskade avfallsmängder och redovisa dessa i klimatbokslut.
	Stötta utvecklingen av återbrukslager och logistiklösningar för cirkulära flöden.	Nyttja det som finns i närområdet. Samverka med leverantörer och kunder. Synliggör och hitta aktörer via tjänster på CCBuilds marknadsplats.
Förslag på åtgärd: Produktutveckla	Montera produkter med demontering i åtanke och skapa demonteringsanvisningar.	Se över möjligheten att inkludera framtida demonterbarhet och/eller omhändertagande av produkter som del av affärserbjudandet.

	Utveckla tekniker för att möjliggöra återbruk.	Arbeta med modulsystem och erbjud tex omlackering av aluminiumpartier.

6.1 Skapa och stötta samverkan i värdekedjan genom nätverkande och dialog

Ett förslag på insatser för att initiera samverkan är nätverks- och dialogmöten. Ökad samverkan mellan aktörer i värdekedjan anser vi vara centralt för glasbranschen. Baserat på erfarenheter från CCBuild (Centrum för cirkulärt byggande) och slutsatser från Wennesjö et al. (2021) föreslår vi att en central aktör verkar som en nod kring de aktiviteter som skulle kunna uppstå. CCBuild är exempel på en central nationell arena för samverkan och nätverk, där aktörer genom hela värdekedjan kan mötas. Genom olika mötesformer samt en gemensam digital plattform möts aktörer såsom materialleverantörer, branschorganisationer, arkitekter, fastighetsägare, byggentreprenörer med mera. Denna sorts kompetensöverföring och nätverkande har visat sig öppna upp möjligheter för nya samverkansformer som gynnat återbruk. Men vi föreslår även en central aktör specifikt inom glasbranschen för att möjliggöra samverkan mellan viktiga aktörer i glasbranschens värdekedja. Glasbranschföreningen är en naturlig sådan aktör, som redan verkar för ökad samverkan.

6.2 Kvantifiera miljönyttan för att visa värdet

Kvantifiering av miljönyttan skulle kunna motivera en större betalvilja (Andersson et al. 2021; Wennesjö et al. 2021). Positivt är också att flera glasaktörer indikerade att medvetenheten ökar och att kunder vill ha miljövänliga produkter. Som vi tidigare nämnt är det dock framför allt de större kunderna såsom större fastighetsägare och arkitekter som efterfrågar produkter med miljöprestanda. Värdet av miljönyttan som kan uppnås med cirkulära erbjudanden är dock fortfarande svår att tillgodogöra sig, till skillnad från de cirkulära erbjudanden som levererar direkta ekonomiska värden.

För att kvantifiera nyttan med cirkularitet samt för att kommunicera denna föreslår vi att använda existerande digitala plattformar och verktyg som stöd. Ett exempel på ett sådant digitalt stöd är CCBuild, som ger siffror på återbrukets värde i form av klimatbesparing, ekonomiskt värde samt minskade avfallsmängder. Genom en marknadsplats kan sedan produkter synliggöras för andra aktörer. Samtidigt föreslår vi att utnyttja tillgängliga studier som redan har tagit fram kvantitativa siffror. I denna studie har klimatbesparing och minskade avfallsmängder beräknats vid olika cirkulära scenarier.

Att ingå i pilotprojekt där kunden är intresserad av cirkularitet är ett sätt att öka kunskapen internt, men även att etablera kundkontakter samt att få referensprojekt att kommunicera till framtida kunder. Att kunna leverera klimatdata och lyfta fram referensprojekt tillsammans med cirkulära affärserbjudanden skulle fungera som en marknadsfördel för glasaktörer. Den sortens konkurrensfördel kan tänkas bli av större betydelse framöver ifall antaganden om ökade krav på cirkularitet tas i beaktning.

6.3 Undersök vilka produkter som har störst potential för återbruk och att minska klimatpåverkan

För att kunna rikta insatser mot produktgrupper med hög potential för återbruk skulle det behöva undersökas vilka produkter som skulle kunna finnas i stort utbud redan idag. Samt vilka typer av produkter samt åtgärder som har potential att effektivt minska klimatpåverkan. Vi har i denna studie påbörjat det arbetet, men det finns behov av att undersöka det på en större detaljnivå, för fler åtgärder samt för fler typer av produkter. Exempelvis skulle energiprestandan behöva utredas i större detalj än vad denna och tidigare studier gjort för att undersöka effekterna av olika rekonditioneringsåtgärder.

Ett annat exempel är att interiöra glasprodukter skulle kunna vara enklare att återbruka än glasprodukter i fasad då de generellt sett har mindre funktionskrav. Interiöra glaspartier har tidigare identifierats ha stor potential i form av såväl klimatbesparing (Andersson et al. 2018) och genomförbarhet i denna studie samt andra (Miliute-Plepiene, Almasi, & Hwargård, 2020). Återbruk av interiöra partier har inte heller de utmaningar som återbruk av glaskassetter har i form av att livslängden och demonterbarheten kan begränsas av dess sammansättning.

Kunderna kopplat till de produkter och tjänster med stor potential bör vidare identifieras. På så sätt kan riktade insatser göras för att öka efterfrågan av dessa produkter och tjänster. Det kan även nyttjas för att ingå i aktuella upphandlingar samt beställningar för att skapa rätt förutsättningar uppströms och nedströms i värdekedjan.

6.4 Informera kunden om hur deras val påverkar cirkularitet

Vi föreslår även ytterligare insatser för att informera kunden om hur cirkulära deras val är och vilka möjligheter andra val kan ge. På så sätt kan kundens medvetenhet öka kring hur beställning påverkar möjligheten för glasmästeri och glas- och metallentreprenör att arbeta cirkulärt. Till exempel kan det handla om att kommunicera hur val av mått på glasprodukten avgör mängd spill av aluminium när glasprodukten skapas. Eller genom att kommunicera befintligt utbud av produkter för att kunna möjliggöra att de tas med i beaktning redan vid tidiga designskeden. Arkitekter är ett exempel på en viktig aktör att kommunicera dessa faktorer till. Detta då analysen från nuläget visar att arkitekten ofta efterfrågar specifika och unika produkter för att möjliggöra ett designkoncept. Genom att upprätthålla tidig samverkan med arkitekten kan befintliga produkter eller produktdelar tas med redan i det tidiga designkonceptet. För att vidare möjliggöra återbruk i framtiden kan arkitekten och glasaktören samverka för att välja produkter och skapa en design där till exempel demontering och lång livslängd är beaktade.

6.5 Minska onödigt spill och hitta nya sätt att använda samma produkt

Olika sätt att komma runt onödigt spill kan vara att maximera cirkulära flöden internt samt optimera produktion. Till exempel kan lås, beslag och stålprofiler relativt enkelt återbrukas internt. Aluminium har identifierats som svårare att återbruka internt för glasmästerier (se avsnitt 3.7) vilket återigen pekar på vikten att se över möjligheten att leverantörer tar tillbaka detta spill. Internt handlar det snarare om att minska att spill av aluminium uppkommer i första hand, genom att till exempel kommunicera till kunden hur val av bland annat mått påverkar mängden spill. Eller också att spillet kan nyttjas trots dess färdiga ytbehandling med specifika kulörer.

Sätt för att komma runt tex höga energikrav kan vara att hitta andra funktioner för återbrukbara glasprodukter än de tidigare använts till. Andra funktioner möjliggör återbruk av produkter som inte anses vara lämpliga för återbruk, exempelvis om fönster är svåra att uppgradera till duglig energiprestanda. Exempelvis kan fönster då användas som interiöra partier eller växthus. Eller också kan de nyttjas i byggnadstyper med lägre energikrav.

6.6 Synliggör återbruksutbudet

Att synliggöra och tillgängliggöra utbud av cirkulära produkter är ett exempel på en viktig åtgärd för att stimulera återbruksmarknaden. Detta bör både glasmästerier och glas- och metallentreprenörer göra, men även andra aktörer såsom deras beställare. Till exempel kan det handla om återbrukbara produkter som fått fel mått och därmed blivit över, som bytts ut vid renovering eller ombyggnad eller som blivit över från rivning. Då en bred variation av kvalité kan möjliggöra att nya kreativa användningsområden stimuleras föreslår vi att återbruk inte enbart ska vara aktuellt för produkter med toppskick.

Ett sätt att tillgängliggöra och synliggöra utbudet är att marknadsplatser nyttjas och utvecklas. Ett exempel på en digital marknadsplats är CCBuild, där återbrukbara produkter kan synliggöras till andra aktörer. Ett möjligt arbetssätt är att synliggöra återbrukbart material i tidigt skede inför en planerad ombyggnation eller rivning.

Ett annat exempel på en enkel insats av glasmästerier och glas- och metallentreprenörer för att tillgängliggöra utbudet av återbrukbara produkter är att dokumentera befintliga produkter som av olika anledningar finns tillgängliga för återbruk. Det kan sedan användas aktivt vid kommunikation mot kunder. Till exempel kan det handla om ett register där specifikation av egenskaper framgår såsom färg, mått och funktionellt skick av bland annat profiler, glaskasetter eller färdiga produkter. Inom CCBuild kan ett digitalt register hållas via CCBuilds produktbank, där varje aktör kan skapa sin egen databas över återbrukbart material och dela informationen med tex kollegor, samarbetsparter eller kunder.

Ett annat sätt att skapa sitt digitala register är att använda någon av de loggböcker som finns på marknaden som framför allt används för att registrera vilka produkter och varor som byggs in i samband med nybyggnation. Att införa loggbok med information om produkterna som uppdateras under livscykeln är ett sätt att öka informationshanteringen av återbrukbara produkter. På så sätt kan framtida bedömning och avvägning över vad som är lämpligt att återbrukas och vilka åtgärder det kan krävas underlättas. Att skapa oavbrutet informationsflöde mellan materialtillverkare och fastighetsägare har en studie av (Green et al. 2020) identifierat som viktigt för att möjliggöra ökat återbruk.

6.7 Ta fram anvisningar för demontering, underhåll och rekonditionering

Demonteringsanvisningar föreslår vi att man tar fram redan vid montering av produkten. Vilket är ett exempel på åtgärder som glasmästerier och glas- och metallentreprenörer sedan kan ta vid för att förenkla demontering och rekonditionering.

Ett annat exempel är åtgärder för att öka livslängden på produkten, dels genom att prioritera rekonditionering eller utbyte av begränsade delar framför utbyte av hel produkt, dels genom att underhålla produkten medan den är i bruk. Exempel på det senare som framkommit är till exempel justering av glas under bruksfasen och på så sätt öka dess livslängd. Idag begränsas livslängden av en glaskassett av aspekter såsom kondens och energiprestanda. Önskvärt hade därför varit att utveckla produkten så att det enklare går att åtgärda eller att delar enklare kan sättas samman till ny produkt.

6.8 Utveckla guider och ta fram utbildningar

För att stötta glasmästerier och glas- och metallentreprenörer att ställa om rent praktiskt föreslår vi sammanställning och utvecklandet av guider och utbildningar. Då en stor del av glasbranschen består av små aktörer ser vi detta som extra viktigt då det inte alltid finns resurser att internt ta fram nödvändigt kunskapsmaterial med mera. Inom CCBuild har flera guider tagits fram. Dock finns det behov av riktade guider för specifika aktörer, varför det behöver utvecklas fler för aktörer inom glasbranschen.

Guider skulle lämpligtvis tas fram för att underlätta prioritering av arbetssätt. Till exempel skulle sådana guider kunna underlätta utvecklandet av rutiner för att undersöka vilken åtgärd som är lämplig från fall till fall, för att i så stor mån som möjligt prioritera rekonditionering eller utbyte av delar framför utbyte av hela produkten vid renoveringar eller liknande. Viktiga aspekter skulle kunna vara materialinehåll, eventuellt innehåll av oönskade kemiska ämnen, årtal eller glastyper för att kunna avgöra om återbruk eller återvinning är lämpligast. Exempelvis har Avfall Sverige och IVL Svenska Miljöinstitutet (Miliute-Plepiene et al. 2021) tagit fram en återbruksguide där flera byggprodukter såsom fönster och dörrar utvärderas enligt om de är lämpliga att återbrukas med tanke på eventuella farliga ämnen, baserat på tillverknings- och monteringsår.

Även guider och stöd för att kunna lämna garantier för återbrukade produkter skulle kunna utvecklas. Det finns en problematik kring att det saknas branschgemensamt förhållningssätt kring hur garantier kan omfatta återbrukade produkter. Exempel på hur det kan hanteras skulle behöva lyftas, för att öka kunskap hur det kan gå till med minimerade risker.

Vidare föreslår vi att insatser görs för att ta fram olika typer av dataunderlag som synliggör värden med cirkulära erbjudanden, som till exempel klimateffekter och ekonomiska värden. Som framgått av analysen av nuläget saknas det kunskap om till exempel klimateffekterna av cirkulär hantering av olika produkter och åtgärder. Guider skulle då kunna underlätta identifiering av produkter som är lämpliga att återbruka genom aspekter såsom den klimatbesparing som kan uppnås. Genom att stötta företagen rent praktiskt med dataunderlag kan värden med cirkularitet synliggöras och marknadsföras i samband med kundkontakter och upphandlingar.

6.9 Upprätta handlingsplaner för att främja/stimulera storskaliga cirkulära flöden

Då flertal utmaningar kartlagts som försvårar etablerandet av cirkulära tjänster av glasprodukter föreslår vi att respektive verksamhet upprättar en handlingsplan. Det kan rymma cirkulära arbetssätt som omfattar både ”de enklast görbara” produkterna/tjänsterna men även åtgärder som kan kräva en större insats (men som i sin tur kan ge stora miljövärden). Förslagsvis kan det göras genom att kartlägga de produkter och tjänster inom den egna verksamheten som har störst potential till praktiskt genomförande, tillgängligt utbud, klimatbesparing eller där färre krav behöver mötas. Genom att kartlägga vilka produkter och tjänster som skulle kunna ingå i cirkulära affärsmodeller med minsta möjliga utmaningar kan en marknad för cirkulära flöden stimuleras. Detta i sin tur kan öka kunskap om cirkulära arbetssätt och dess värde, något som identifierats som nödvändigt för att realisera affärsmodeller för storskalig cirkulär materialhantering.

6.10 Produktutveckla

I längden behöver fler aktörer i värdekedjan utveckla produkter och arbetssätt som främjar storskaliga cirkulära flöden. Materialleverantörers möjlighet att ta fram material och produkter som är skapade för att återbrukas är ett exempel. Dessutom finns det stora möjligheter att utveckla koncept och tekniker som möjliggör kreativa sätt att återbruka. Som vi tidigare diskuterat föreslår vi här dialog med exempelvis arkitekten och att ingå i pilotprojekt där idéer kan testas och kommuniceras.

7 Referenser

Almasi, A. M., Miliute-Plepiene, J., & Fråne, A. (2018). *Ökad sortering av byggoch rivningsavfall- Åtgärder för kommunala avfallsanläggningar*. IVL Svenska Miljöinstitutet.

Andersson, J., Gerhardsson, H., Stenmarck, Å., & Holm, J. (2018). *Potential och lösningar för återbruk på svenska kontor*. IVL Svenska Miljöinstitutet.

Andersson, J., Gerhardsson, H., Stenmarck, Å., & Holm, J. (2018). *Potential och lösningar för återbruk på svenska kontor*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.

Andersson, J., Moberg, S., Gerhardsson, H., & Loh Lindholm, C. (2021). *Potential, effekter och erfarenheter från återbruk i bygg- och fastighetssektorn från den lokala samverkansarenan i Göteborgsregionen "Återbruk Väst"*. IVL Svenska Miljöinstitutet.

Andersson, R., Moberg, S., Gerhardsson, H., Green, J., & Nymo, A. E. (2021). *Klimatberäkning av byggprojekt med mål att nå klimatneutralitet- domar och erfarenheter från kunskapshöjande insatser för byggaktörer inom Lokal Färdplan Malmö 2030*. IVL Svenska Miljöinstitutet.

Asif, M., Muneer, T., & Kubie, J. (2005). Sustainability analysis of window frames. *Building Services Engineering Research and Technology*, 26(1), 71-87.

Avfall Sverige. (2008). *Återvinning av planglas från fönster*. Avfall Sverige Utveckling.

Avfall Sverige. (den 05 februari 2021). *Svensk avfallshantering*. Hämtat från https://www.avfallsverige.se/avfallshantering/avfallsfakta/svensk-avfallshantering/

Babic, E., & DeBrincat, G. (u.d.). *Re-thinking the life-cycle of architectural glass*. Arup.

Bergfors, E., Bäckman, P., Lund, H., Rand, J., Sandberg, M., & Skarman, C. (2016). *Investeringskartläggning Göteborgsregionen fram till 2035*. Business Region Göteborg.

Boverket. (den 30 december 2020). *Kontrollplan*. Hämtat från https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/lov--byggande/byggprocessen/kontrollplan/

Boverket. (2021). *Boverkets klimatdatabas*. Hämtat från https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/klimatdeklaration/klimatdatabas/

Boverket. (den 17 februari 2021). *Bygg- och fastighetssektorns uppkomna mängder av avfall*. Hämtat från Boverket: https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/avfall/

Boverket. (2021). *Sök i Boverkets klimatdatabas*. Hämtat från https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/klimatdatabas/klimatdatabas/.

Boverket. (den 20 december 2021). *Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn*. Hämtat från https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/vaxthusgaser/

Brander, L., Boubitsas, D., & Gabrielsson, I. (2021). *Rivningsobjekt- från kostnad till resurs*.

Brown, N. W., Olsson, S., & Malmqvist, T. (2014). Embodied greenhouse gas emissions from refurbishment of. *Building and Environment*, 46-56.

Brukspecialisten tegel. (u.d.). *Återbrukat fasadtegel*. Hämtat från https://tegel.brukspecialisten.se/produkter/aterbrukatfasadtegel/

Ellen Macarthur Foundation. (u.d.). *Recycling and the circular economy: what's the difference?* Hämtat från https://ellenmacarthurfoundation.org/articles/recycling-and-the-circular-economy-whats-the-difference

Europeiska kommissionen. (2020). *Meddelande från kommisionen till Europaparlamentet, Rådet, Europeiskaekonomiska och Sociala kommittén, samt Regionkommitén*. Bryssel: Europeiska Kommissionen.

Europeiska kommissionen. (u.d.). *EU taxonomy for sustainable activities*. Hämtat från https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/eu-taxonomy-sustainable-activities_sv

Gerhardsson, H., Loh Lindholm, C., & Ahlm, M. (2019). *Arbetssätt för ökat återbruk i lokalanpassningar*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.

Glass for Europe. (2013). *Recycling of end-of-life building glass*. Bryssel: Glass for Europe.

Green, J., Ejlertsson, A., Görman, F., Sandqvist, F., Sattin, E., & Wohlén, M. (2020). *Loggbok för ett obrutet flöde av miljöinformation- Nya arbetssätt genom digitala ekosystem, blockkedja och digitala tvillingar*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.

Grund Bäck, L., & Lagerbielke, E. (2018). *ETERNAL GLASS. Rapport-studie om återvinning av glas*.

Larsson, M., Erlandsson, M., Malmqvist, T., & Kellner, J. (2016). *Byggandets klimatpåverkan. Livscykelberäkning av klimatpåverkan för ett nyproducerat flerbostadshus med massiv stomme av trä*. IVL Svenska Miljöinstitutet.

Loh Lindholm, C., Gerhardsson, H., Youhanan, L., & Stenmarck, Å. (2018). *Återbruk av möbler och interiöra byggprodukter- Utvärdering och arbetsguide baserat på erfarenheter från IVL:s lokalanpassningar*. IVL Svenska Miljöinstitutet.

Loh Lindholm, C., Gerhardsson, H., Youhanan,, L., & Stenmark, Å. (2018). *Återbruk av möbler och interiöra byggprodukter. Utvärdering och arbetsguide baserat på erfarenheter från IVL:s lokalanpassningar*. IVL Svenska Miljöinstitutet.

Malmqvist, T., Borgström, S., Brismark, J., & Erlandsson, M. (2021). *Referensvärden för klimatpåverkan vid uppförande av byggnader*. Stockholm: KTH Skolan för Arkitektur och Samhällsbyggnad.

Miliute-Plepiene, J., Almasi, A. M., & Hwargård, L. (2020). *Återanvändning av byggoch rivningsmaterial och*. IVL Svenska Miljöinstitutet.

Miliute-Plepiene, J., Bolinius, D. J., Unsbo, H., Loh Lindholm, C., Ahlm, M., & Berglund, R. (2021). *Byggåterbruksguiden – En vägledning för att underlätta återbruk av byggprodukter i bostäder*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.

Mjörnell, K., & Kurkinen, E.-L. (u.d.). *Renovering av befintligt bostadsbestånd*. Stockholm: E2B2 C/O IQ Samhällsbyggnad.

Naturvårdsverket. (2022). *Avfall i Sverige 2020*. Bromma: Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket. (u.d.). *Vägledning. Bygg- och rivningsavfall*. Hämtat från https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/avfall/bygg--och-rivningsavfall/materialinventering-och-sortering/

NTM. (2021). *Air travel baselines 2018*. Hämtat från Network for Transport Measures: https://www.transportmeasures.org/en/wiki/evaluation-transport-suppliers/air-travel-baselines-2018/

Reichel, A., De Schoenmakere, M., & Gillabel, J. (2016). *Circular economy in Europe- Developing the knowledge base*. Luxembourg: European Environmental Agency.

Rose, A., Sack, N., Nothacker, K., & Gassman, A. (2019). *Recyling von Flachglas im Bauwesen-Analyse des Ist-Zystandes und Ableitung von Handlungsempfehlungen*. Rosenheim.

SIS. (2011). *SS-EN 15978:2011 Hållbarhet hos byggnadsverk - Värdering av byggnaders miljöprestanda - Beräkningsmetod*. Svenska Institutet för Standarder.

SIS. (2019). *SS-EN 15804:2012+A2:2019 Hållbarhet hos byggnadsverk - Miljöddeklarationer - Produktspecifika regler*. Svenska Institutet för Standarder.

SOU. (2019). *Modernare byggregler– förutsägbart, flexibelt och förenklat*. Stockholm.

Sveriges geologiska undersökning. (u.d.). *Stål- och metallindustriavfall*. Hämtat från https://www.sgu.se/mineralnaring/metall--och-mineralatervinning/stal--och-metallindustriavfall/

Trä- och möbelföretagen. (u.d.). *Fönsterstatistik*. Hämtat från https://www.tmf.se/branschutveckling/bransch--och-produktgrupper/dorrar-fonster/fonsterstatistik/

Wennesjö, M., Gerhardsson, H., Moberg, S., Loh Lindholm, C., & Andersson, J. (2021). *Etablering av en storskalig marknad för återbruk i bygg- och fastighetssektorn-Återbruksrelaterade tjänster för att främja en storskalig återbruksmarknad i Göteborgsregionen*. Göteborg: IVL Svenska Miljöinstitutet.

Widing, A., Sonnentail, C., Storm, O., Berglund, H.-O., Löfås, P., Colm, T., . . . Sjösten, O. (2020). *Ökad cirkulär användning av planglas*. RE:Source.

Youhanan, L., Palm Cousins, A., Stare Lins, M., & Stenmarck, Å. (2016). *Options for increased lowrisk recycling of building*. IVL Svenska Miljöinstitutet.

Bilaga 1 Fördjupning av metod för nulägesanalys och gapanalys

För att skapa en bild kring vilka typer av företag som agerar i glasbranschen sammanställdes data över glasmästerier och glas- och metallentreprenörer baserat på antal företag, dess storlek samt ekonomisk omsättning. Datat erhölls av GBF och baserades på dess medlemmar. Företagen klassades efter storlek mätt i antal anställda baserat på Tillväxtverkets (2021) klassning av bolagsstorlek enligt:

- Mikroföretag (0–9 anställda)
- små företag (10–49 anställda)
- medelstora företag (50–249 anställda)
- stora företag (250 eller fler anställda)

Företagens ekonomiska omsättning sammanställdes för respektive storleksklassning för att kartlägga de olika segmentens andelar av marknaden. Detta gjordes genom att jämföra den totala omsättningen med respektive företagsstorleks totala omsättning. Resultatet blev en tabell över hur många företag som finns representerade inom varje segment samt hur stor andel av marknaden som det segmentet står för. Även om resultatet baseras på data från GBFs medlemmar antas liknande samband finnas för glasmästeri och glas- och metallentreprenörer i glasbranschen i stort.

Metoden för att beskriva aktörernas generella affärsmodeller är Business Model Canvas (BMC) som är ett etablerat verktyg inom affärsutveckling. Verktyget används för att hjälpa deltagare att beskriva hur värde skapas, levereras och fångas utifrån en affärsmodells olika delar (Osterwalder, 2010).

Intervjuer med utvalda aktörer

Sju intervjuer med fokus på affärsmodeller för cirkulära materialflöden hölls med utvalda aktörer inom GBF. Intervjuobjekten valdes då de representerar både glasmästerier samt glasentreprenörer. En annan viktig aspekt vid urvalet av intervjuobjekt var att hitta företag som speglar bilden av marknaden sett till antal företag inom olika storlekssegment och dess marknadsandelar. De intervjuade företagen var framför allt av storleken mikro (0–9 anställda) till små (10–49 anställda) där de små företagen till stor del var i det undre spannet. Ett av företagen som intervjuades var däremot av storleken mellan, med fler än 49 anställda.

Då tidiga resultat från intervjuerna med glasmästare och glas- och metallentreprenörer visade att leverantörer har stort inflytande på dessas affärsmodeller kompletterades det även med en intervju med en utvald glasleverantör. Leverantören valdes med hänsyn till dess kunskaper kring hållbara materialflöden samt tidigare erfarenheter av detta i branschen.

Intervjumallen baserades på affärsmodellens olika delar enligt BMC men där frågorna försökte ta reda på hur affärsmodellen skulle påverkas av cirkulära flöden av material samt hur ett cirkulärt värdeerbjudande skulle ändra affärens uppbyggnad. Intervjufrågorna var av semi-strukturerad karaktär där intervjuobjekten kunde uttrycka sina svar inom tematiska områden så att lämpliga följdfrågor kunde ställas vid behov. Detta för att lämna utrymme för att skapa en djupare förståelse för resonemang och tankar bakom svaren. Intervjuerna utfördes digitalt via Microsoft Teams och varade i cirka 45–60 minuter per intervju.

Svaren sammanställdes och analyserades efter BMC olika delar för att således identifiera vad som hindrar cirkulära flöden i glasbranschen. Tillsammans med genomgång av tidigare studier kunde gemensamma likväl specifika utmaningar kartläggas.

Bilaga 2 Fördjupning av metod för beräkning av klimatbesparingspotential

Återbrukets och återvinningens klimatbesparingspotential

Beräkningar av återbrukets klimatbesparingspotential utgår från att återbruk kan ersätta behovet att utvinna nya material och tillverka nya produkter. Beräkningar av återvinningens klimatbesparing utgår från att återvinning kan ersätta behovet av att utvinna nya material. För att uppskatta denna klimatbesparingspotential krävs generella antaganden kring genomsnittlig:

- vikt för olika produkttyper
- klimatpåverkan som undviks till följd av återbruk och återvinning
- eventuell klimatpåverkan som uppstår till följd av återbruk och återvinning

Genomsnittliga produktvikter har hämtats från EPD:er, kalkylprogram och produktblad. När det gäller den klimatpåverkan som undviks till följd av återbruk eller återvinning har studien avgränsats till att enbart beakta materialutvinning, tillverkning och transporter i samband med detta, vilket motsvarar A1-A4 enligt EN 15 978 (SIS, 2011) och EN 15 804 (SIS, 2019). Uppgifter kring klimatpåverkan för dessa processer har hämtats från EPD:er, LCA-databaser samt Boverkets klimatdatabas (Boverket, 2021). Transporter (A4) i samband med nyproduktion antas ske med tung lastbil med 50 % lastgrad och transportsträckan antas vara 1 500 kilometer internationell transport. Inbyggnation av produkterna (A5) har exkluderats då denna klimatpåverkan antas vara likvärdig för nya och cirkulära produkter. Klimatpåverkan i anslutning till drift (B) och avfallshantering (C) har exkluderats, bland annat då uppgifter om detta saknas i Boverkets klimatdatabas, samt ofta även i EPD:er. Tidigare erfarenheter visar att huvudparten av byggprodukters klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv generellt uppstår i anslutning till A1-A4 (Larsson et al. 2016), och därmed fångas inom denna avgränsning. Däremot kan det finnas produkttyper med omfattande klimatpåverkan vid drift och avfallshantering. Eftersom fönster och glaspartier i klimatskalet påverkar driftskedet är detta viktigt att ha i åtanke. Det finns alltså en risk att studiens resultat överskattar återbrukets klimatbesparingspotential i jämförelse med linjära flöden.

Återbruk: Gällande eventuell klimatpåverkan som uppstår till följd av återbruk är det kopplat till vissa osäkerheter, då omfattningen av processer i anslutning till återbruk kan skilja stort från fall till fall. Exempel på klimatpåverkande processer i samband med återbruk kan vara lagerhållning i ett uppvärmt lager, rekonditionering och transporter. Tidigare erfarenheter visar att klimatpåverkan för mindre omfattande rekonditionering i form av till exempel ommålning, slipning och tvätt kan ses som försumbar i sammanhanget (Andersson et al. 2021). Mer omfattande rekonditionering som innebär att stora delar av produktens material byts ut vid återbruk kan däremot ha desto större klimateffekter. Dessa processer har därför inkluderats i studiens beräkningar enligt Tabell 3. Dock har klimatpåverkan till följd av lagerhållning i uppvärmt lager exkluderats ur beräkningen. Detta är delvis på grund av omfattande osäkerheter såsom uppvärmningsform, under hur lång tid lagerhållning sker samt hur effektivt produkterna lagerhålls. En annan anledning till att uppvärmd lagerhållning har exkluderats är att produkter i många fall lagerhålls på plats eller i kallager, vilket ger en försumbar klimatpåverkan. Transporter i samband med återbruk antas ske med en liten lastbil med 40 % lastgrad. I enlighet med

Boverkets klimatdatabas antas transportsträckan vara 30 kilometer regionalt (Boverket, Sök i Boverkets klimatdatabas, 2021).

Sammanfattningsvis beräknas klimateffekten av att återbruka en produkt i denna studie enligt formel:

Återbrukets klimatbesparing = Råvaruförsörjning (A1) + Transport (A2) + Tillverkning (A3) + Transport (A4) – Transport (återbruk)

Återvinning: Gällande klimatpåverkan som uppstår till följd av återvinning är även detta kopplat till stora osäkerheter. Det beror till stor del på att data gällande klimateffekter vid återvinningsprocesser är osäkra eller till viss del saknas.

Data för återvinning av planglas grundar sig i andra studier samt samtal med experter i området. Enligt (Rose, Sack, Nothacker, & Gassman, 2019) erhålls en klimatbesparing på 3,6 % för varje 10 % skärv som används i produktion av planglas. Enligt (Widing et al. 2020) erhålls en klimatbesparing på ca 50 % om ren skärv används i stället för primära råvaror. Ett medelvärde på detta har använts i denna studie. Idag återvinns planglas framför allt till andra produkter såsom glasförpackningar och isolering. Återvinning till planglas är fortfarande under utveckling. Idag finns det exempel på planglas som kan tillverkas med återvunnen andel bestående av 50 % skärv och 50 % primära råvaror. Men i denna studie antas att återvunnet planglas består av 100 % skärv, för att utforska den potential som skulle kunna vara möjlig att uppnå i det cirkulära scenariot.

När det gäller data för återvinning av aluminium har EPDer använts. I det linjära scenariot antas andel skrot vara 45 %, vilket enligt de EPDer som inkluderats är vanligt förekommande för den europiska marknaden. I det cirkulära scenariot där aluminium återvinns (scenario 2 enligt Tabell 3) så antas i stället andel skrot vara 80 %, även det enligt EPD.

Transporter i samband med återvinning antas ske i likhet med det linjära scenariot. Klimateffekterna till följd av transport har alltså antagits med en tung lastbil med 50 % lastgrad och transportsträckan antas vara 1 500 kilometer internationell transport.

Sammanfattningsvis beräknas klimateffekten av att återvinna en produkt i denna studie enligt formel:

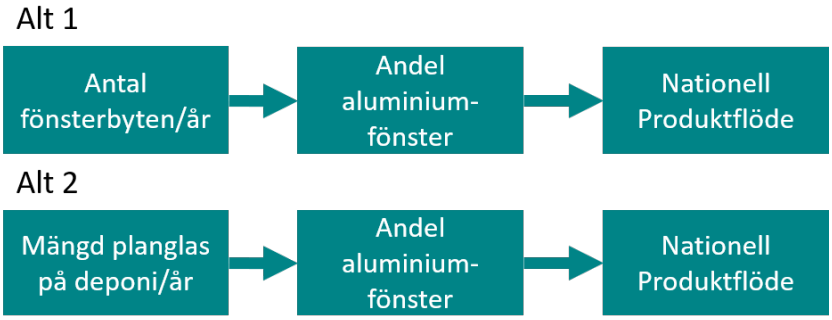
Återvinningens klimatbesparing = Råvaruförsörjning (A1) + Transport (A2) + Tillverkning (A3) + Transport (A4) –Tillverkning återvunnen produkt (A1-A3) -Transport (återvinning)

För att konkretisera klimateffekterna av cirkulära flöden jämförs de med de årliga bidraget av utsläpp från byggande och renovering. Uppskattning har gjorts utifrån statistik från Boverket (2021) och Malmqvist, Borgström, Brismark, & Erlandsson (2021). Enligt Boverket (2021) var det årliga inhemska utsläppen 2018 ca 6 500 000 ton CO2e från nybyggnad, renovering och ombyggnad exklusive uppvärmning. Enligt (Malmqvist et al. 2021) och uppskattningar som görs i denna studie står dörrar, fönster och glas för ca 5 % eller årligen 325 000 ton CO2e av klimatpåverkan från byggskedet.

Nationella cirkulära flöden av glas- och aluminiumprodukter i byggnaders klimatskal

Uppskattning av klimatbesparingspotentialen av att uppnå ett storskaligt nationellt cirkulärt flöde i glasbranschen har gjorts på två sätt. Det första genom att utgå från data för antal fönsterbyten per år och det andra genom att utgå från data för mängd planglas på deponi per år. Sedan har uppskattningar gjorts för hur stor andel av produkterna som är i aluminium. Detta för att studera potentialen specifikt för GBFs vanligaste produkttyp. Kombinerat kan dessa uppgifter ge en bild av hur stora produktflöden som årligen skulle kunna cirkuleras (Figur 8). Baserat på dessa flöden kan sedan en teoretisk klimatbesparingspotential för cirkulära scenarios beräknas.

Uppskattning av flöden av glasprodukter från bygg och fastighetssektorn försvåras av begränsad tillgång på dataunderlag och statistik. Till exempel saknas statistik över avfall av planglas, och hur stor del som hamnar på deponi (Grund Bäck & Lagerbielke, 2018). För att uppskatta potentialen för återbruk i Sverige har tidigare studier använts som underlag (Grund Bäck & Lagerbielke, 2018; Avfall Sverige, 2008; Almasi, Miliute-Plepiene, & Fråne, 2018; Youhanan, Palm Cousins, Stare Lins, & Stenmarck, 2016). Flöden har utgått från data för planglas, som sedan beräknats för motsvarande hela produkter. Till följd av avgränsning till planglas antas utvärderingen omfatta större delen av glasprodukter i byggnadens klimatskal.



Figur 8. Uppskattning av klimatbesparingspotentialen av att uppnå nationella cirkulära flöden har gjorts på två sätt, dels med utgångspunkt från antal fönsterbyten per år, dels med utgångspunkt från mängd planglas som hamnar på deponi per år.

Statistik saknas kring faktisk andel aluminiumfönster av totala produktmängderna. För att uppskatta i vilken utsträckning aluminiumfönster utgör andelen av den totala produktmängden har därför tre scenarier med olika omfattningar använts:

1. Andel aluminiumprodukter: 2 %
2. Andel aluminiumprodukter: 5 %
3. Andel aluminiumprodukter: 18 %

Utformningen av dessa scenarier baseras på kontakt med aktörer i glasbranschen samt statistik från trä- och möbelföretagen (Trä- och möbelföretagen, u.d.). Genom att inkludera dessa tre scenarier representerar resultaten den bredd som potentiellt kan finnas.

För att få en bild av hur stor klimatbesparing det finns totalt sett, har även en uppskattning gjorts för alla produkter av planglas. Det vill säga där avgränsningen inte för aluminium, utan tex trä- och trä/aluminiumfönster inkluderas.

Vidare saknas statistik över hur mycket som hamnar på deponi vid rivning eller byggande. Youhanan et al. (2016) uppskattar dock att ca 45 % av planglaset idag återvinns. Detta innebär att

ca 55 % kan antas gå till deponi och därför i ett cirkulärt scenario kan tillgängliggöras för cirkulära flöden. Av det som återvinns är det nästan inget planglas som återvinns till nytt planglas, utan återvinns i dagsläget till tex glasullsisolering (Grund Bäck & Lagerbielke, 2018). För att få en heltäckande bild av potentialen så undersöktes därför även ett scenario där alla produkter som tillgängliggörs från rivning och ombyggnad ingår i slutet cirkulära flöden inom bygg- och fastighetssektorn. Det vill säga att de genom ett av scenarierna från Tabell 3 blir till en ny *glasprodukt* inom bygg- och fastighetssektorn. Vid uppskattning av klimatbesparingspotential i denna studie görs därför två scenarier:

1. att 100 % av det som tillgängliggörs genom rivning och ombyggnad skulle cirkuleras
2. att 100 % av det som tillgängliggörs via deponi eller 55 % av det som tillgängliggörs genom rivning och ombyggnad skulle cirkuleras

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