



CHALMERS

Verktyg för återbruksinventering

En studie av digitala verktyg för återbruk av byggprodukter

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik

MALAK RESLAN
OLIVIA NILSSON

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2021

www.chalmers.se



Verktyg för återbruksinventering

En studie av digitala verktyg för återbruk av byggprodukter

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

Malak Reslan

Olivia Nilsson

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för byggnadsteknologi

Forskargrupp hållbart byggande

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2021

Verktyg för återbruksinventering
En studie av digitala verktyg för återbruk av byggprodukter
Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik
Malak Reslan
Olivia Nilsson

© MALAK RESLAN/ OLIVIA NILSSON 2021

Examensarbete ACEX20
Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Chalmers tekniska högskola 2021

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för byggnadsteknologi
Forskargrupp hållbart byggande
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:
Illustration av Seppo Leinonen, <http://www.seppo.net/>

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Göteborg 2021

Verktyg för återbruksinventering

En studie av digitala verktyg för återbruk av byggprodukter

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

Malak Reslan

Olivia Nilsson

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för byggnadsteknologi

Forskargrupp hållbart byggande

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

I takt med ökad befolkning och ett växande samhälle krävs det en mer omfattande byggbransch för att kunna leverera bostäder och andra byggnadsverk. I samma takt står byggsektorn även inför en stor utmaning, att övergå från linjärt till cirkulärt byggande. Bygg- och anläggningssektorn står för en stor andel utsläpp av växthusgaser, samt genererar ungefär en tredjedel av allt avfall som uppstår i Sverige med ca 9 miljoner ton av icke-farligt avfall, årligen. Ett tillvägagångssätt för att göra byggsektorn mer cirkulär är att införa återbruk i byggsektorn som kan skapa en längre livslängd för materialen, vilket minskar behovet av nya varor som genererar utsläpp samt minskar mängden deponerade material. För att implementera återbruk krävs det att information samlas in såsom mått, materialinnehåll m.m. för att få en uppfattning om återbrukspotentialen i en produkt och detta görs med en genomgående inventering av en befintlig byggnad.

Syftet med studien är att skapa en förståelse för olika arbetssätt och verktyg för återbruksinventering och hur de förhåller sig till den teoretiska synen på inventering, samt tydliggöra förbättringsåtgärder med de arbetssätt och verktyg som finns för återbruksinventering. Genom användning av en litteraturstudie, en kvalitativ analytisk undersökning av flera verktyg samt utfört ett test av ett verktyg i form av en fallstudie kunde syftet besvaras. Resultatet visar att den teoretiska synen på inventering är generaliserad jämfört med hur den praktiska inventeringen sker. Fallstudien visar på att inventeringen är mer komplex där information som ska samlas in saknas eller ej kan avläsas samt att olika komponenter kan kräva olika typer av data som ska samlas in. Inventeringen kan ske i olika stadier, då information såsom återbrukspotential samt återbrukshinder begrundar sig på den data som inventerats tidigare som storlek och materielinnehåll m.m. För att lyckas med inventering för återbruk krävs det att informationen är kvalitetssäkrad och genomgående samt är tillgänglig för alla inblandade aktörer för att kunna agera som underlag i beslutshandlingen. En digitalisering krävs även inom detta område då dagens inventering för återbruk är tidskrävande. Denna digitalisering är i form av verktyg för inventering och/ eller digitala metodiker för inventering som effektiviserar och kvalitetssäkrar inventeringen.

Nyckelord: inventering för återbruk, återbruk av byggnader, verktyg för inventering

Tools for reuse inventory

A study of digital tools for reuse of construction products

*Degree Project in the Engineering Programme
Civil and Environmental Engineering*

Malak Reslan

Olivia Nilsson

Department of Architecture and Civil Engineering
Division of Building Technology
Research Group Sustainable Building
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

With an increasing population and an expanding society, a more extensive construction industry is required to be able to satisfy the growing need and deliver housing and other constructions in time. At the same rate, the construction sector is also facing a major challenge. To move from a linear to a circular sector as the construction sector account for a large portion of greenhouse gas emissions and generate about a third of all waste generated in Sweden with about 9 million ton of non-toxic waste annually. An approach to shape the construction sector towards a more circular one is to introduce reuse in the sector, which can create a longer material life span, to which reduces the need for new goods that generate emissions and reduces the number of deposited materials. To implement reuse, it is necessary to collect information such as, dimension, material content, etc. That will give an idea of the reuse potential of a product and is done with a thorough inventory of a building.

The purpose is to create an understanding of different methods and tools for reuse inventory and how they relate to the theoretical view of inventory. In addition to clarifying improvement measures with the methods and tools available for reuse inventory. By using a method that consists of a literature study, a qualitative analytical examination of several tools and a case study which consist of testing one of the tools in a project, the purpose was answered. The results show that the theoretical view of inventory is rather generalized compared with how the practical inventory proceeds. The case study shows that in practice, the inventory is more complex whereupon information to be collected is missing or may not be easily collected in the inventory not to mention different components may require different types of data to be collected. The inventory itself can take place at different stages, as information such as reuse potential and reuse barriers are based on the data that has been inventoried previously, such as size, material content, etc. To succeed with a reuse inventory, it is required that the data be quality-assured, consistent and available to all actors involved to act as a basis in the decision document. A digitalization is also required in this area as today's reuse inventory is time-consuming. This digitalization should be in the form of tools specified for inventory and / or digital methodologies for inventory that streamlines, and quality ensures the inventory.

Key words: Inventory for reuse, reuse of buildings, inventory tools

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	VI
1 INTRODUCTION	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och frågeställning	2
1.2.1 Syfte	2
1.2.2 Frågeställning	3
1.3 Metod	3
1.3.1 Metodologiska överväganden	3
1.3.2 Fas 1 – Litteraturstudie	4
1.3.3 Fas 2 – Undersökning av tillgängliga verktyg	4
1.3.4 Fas 3 – Fallstudie: Test av verktyg i ett projekt	4
1.3.5 Arbetsfördelning	5
1.4 Avgränsningar	5
2 LITTERATURSTUDIE	6
2.1 Materialinventering	6
2.2 Rekommendationer till materialinventering för återbruk	8
2.3 Återbruksbara material	10
3 UNDERSÖKNING AV TILLGÄNGLIGA INVENTERINGSVERKTYG	13
3.1 Manuell inventering	13
3.1.1 Lokalförvaltningens bedömningsmatris	13
3.2 Inventering med applikationer	15
3.2.1 CCBuild	15
3.2.2 Dackeapp	16
3.2.3 Palats	16
3.3 3D skanning	18
3.3.1 White ReCapture	18
3.3.2 Cintoo Cloud	19
4 FALLSTUDIE: PRAKTISKT TEST AV VERKTYG	20
4.1 Referensbyggnad Östra Palmgrensgatan 38 förskola	20
4.1.1 Historia och kontext	20
4.1.2 Förberedelser inför inventering	20
5 RESULTAT OCH DISKUSSION	26

5.1	Nödvändig information att samla in vid återbruksinventering	26
5.2	Hur inventering sker i praktik jämfört med hur det teoretiskt ska fungera.	28
5.3	Vilken information som tas fram genom CCBuild och resultat från fallstudien	31
5.3.1	Sammanställningen utav resultatet från inventeringen	32
5.4	Diskussion av metod	35
6	AVSLUTNING	38
7	REFERENSER	39
8	BILAGA 1	42

Förord

Följande rapport är ett examensarbete omfattande 15 högskolepoäng utfört vid och i samarbete med institutionen för Byggnadsteknologi, Chalmers Tekniska Högskola. Detta avslutar våra studier på utbildningen Samhällsbyggnadsteknik högskoleingenjörsprogrammet.

Idén bakom examensarbetet grundades ifrån våra gemensamma intressen för hållbart byggande och begränsning i användandet utav återbrukat material inom byggsektorn som har utformats på de 3 åren som studierna på Chalmers Tekniska Högskola genomförts. Det valda ämnet diskuterades och formulerades tillsammans med handledare Joel Gustafsson på Norconsult AB som även hjälpte till med att få tillgång till byggnad och medel för genomförande utav vår fallstudie, där vi även vill tacka Angélica Karlsson på Lokalförvaltningen, Göteborg stad för tillträde och stöd.

Vi vill tacka våra handledare på Chalmers, Alexander Hollberg och Leonardo Rosado som har med stort engagemang uppmuntrat och hjälpt oss strukturerar och formulera upp vår rapport.

Ett stort tack till Joel Gustafsson på Norconsult AB som har varit vår handledare och bollplank genom hela denna process, tack för stort visat intresse och stöd i vår studie allt ifrån små till stora frågor.

Slutligen vill vi tacka Niklas Eriksson på White Arkitekter AB, Henrik Olausson på Higate för er medverkan på intervju och Carina Loh Lindholm på IVL Svenska Miljöinstitutet för ditt stöd med en central del i vår rapport. Utan ert bidrag hade rapporten inte sett ut som den gör idag.

Göteborg maj 2021

Olivia Nilsson

Malak Reslan

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

I takt med ökad befolkning och samhälle med växande urbana ytor krävs det en mer omfattande byggbransch för att kunna leverera bostäder och lokaler. I samma takt står byggsektorn även inför en stor utmaning, att övergå från linjärt till cirkulärt byggande och implementera mer hållbara processer för att på sikt minska branschens miljö- och klimatpåverkan (Göteborgs Stad, 2020).

Bygg- och anläggningssektorn är den sektorn som släpper ut stora mängder utsläpp av växthusgaser i atmosfären och står för totalt 39 % av allt koldioxidutsläpp i världen, där både driftutsläpp och utsläpp förknippat med material och byggprocesser under hela byggnadens livscykel ingår (World Green Building Council, u.d.). I Sverige står bygg och fastighetssektorn för 19 % av de totala utsläppen av växthusgaser sett ur ett livscykelperspektiv. Dessutom bidrar sektorn för stora utsläpp utomlands genom importvaror (Boverket, 2021). Förutom mängden växthusgaser som släpps ut genererar bygg och anläggningssektorn även ca 9 miljoner ton av icke-farligt, årligen. Detta motsvarar ungefär en tredjedel av allt avfall som uppstår i Sverige (Miliute-Plepiene, Almasi, & Hwargård, 2020). Där dagens hantering av materialresurserna gör att dess kvalitet och potential minskar snabbt. Men med cirkulärt byggande kan detta förändras menar Miliute-Plepiene, Almasi & Hwargård (2020). Vilket även Göteborg stad i slutrapporten "*Dags att bygga och riva cirkulärt!*" (2020) betonar vikten av cirkulära materialflöden i byggbranschen, för att minska miljö- och klimatpåverkan från byggsektorn.

Cirkulärt byggande handlar till stor del om att ta tillvara och minimera avfall genom exempelvis återvinning och återanvändning för att nå slutna kretslopp (Ejlertsson, Loh Lindholm, Green, & Ahlm, 2018). Byggsektorns stora konsumtion av byggprodukter och material gör att omställningen från linjära material- och produktionsflöden där avfall deponeras eller energi utvinns, till cirkulära material- och produktflöden har stora fördelar (Göteborgs Stad, 2020).

EU såväl som Sverige har som mål att öka återanvändningen (Johansson, 2018). Dock är det endast en väldigt liten andel av byggmaterial som återbrukas, trots att potentialen för detta är väldigt stor (Miliute-Plepiene, Almasi, & Hwargård, 2020). Att byggmaterial och produkter inte återbrukas i allt högre grad innebär ett stort slöseri av resurser (Gerhardsson, Loh Lindholm, & Ahlm, 2019). Huvudfokus har legat på att återvinna material även om återbruk definieras högst upp i avfallshierarkin, medan materialåtervinning definieras som det tredje steget efter återanvändning och förebyggande åtgärder (Johansson, 2018). Syftet med att införa återbruk i byggsektorn är att skapa en längre livslängd för materialet, vilket minskar behovet av nya varor som exempelvis importeras samt mängden byggmaterial som färdas till återvinning eller deponi. Det som redan producerats kan då tas tillvara på ett mer effektivt sätt (Johansson, 2018). Om man även under programbeskrivningen och projekteringen belyser faserna av en byggnads livstid och vid detta skede även tar hänsyn till återbruk kan det ge goda förutsättningar för att minska miljöbelastningen och avfallsmängden (Thormark, 2008).

För att öka återanvändningen i byggsektorn och bidra till att effektivisera materialanvändningen är materialinventering vid rivning- och/eller ombyggnationer av befintliga byggnader en strategi för att nå en mer hållbar utveckling genom minimeringen av avfall, som i sin tur minskar samhällets påverkan på miljön (Byggföretagen, 2019). Enligt rapporten från Byggföretagen "*Resurs - och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning*" (2019) innebär en materialinventering i verklig mening en undersökning av vilket avfall vid en rivningsåtgärd som är farligt avfall, där begreppet har börjat vidgats till att det även ska inkludera inventering av produkter och material för återanvändning.

Detta tydliggörs även i kontrollplanen som ska finnas vid projekt som kräver rivningslov eller bygglov för byggnation (Boverket, 2020). Från och med 5 juli 2020 utökades reglerna om kontrollplaner i plan och bygglagen, som även ska omfatta bygg- och rivningsavfall, samt byggprodukter som kan återanvändas och hur dessa ska tas om hand. Det kan exempelvis handla om toalettstolar eller dörrar som kan återbrukas och användas igen för att uppfylla samma funktion som de var ämnade för (Prop. 2019/20:156).

Behovet och intresset för att på ett effektivt sätt utföra en materialinventering i syfte för att återbruka material har under senaste åren blivit alltmer eftertraktat. Men problematiken ligger i att det finns mycket formulerat kring hur avfall kan minimeras och återvinnas och väldigt lite gällande hur avfall egentligen kan återbrukas för vidare användning i andra projekt. Med anledningen till att utvecklingen för att implementera återbruk i branschen gått långsam och där den tenderar att vara mer konservativ och långsam att anta ny teknik och nya system (Tucker & Park, 2016). Det finns även inga specifika lagkrav samt incitaments i byggsektorn som riktar sig mot återbruk i regelverk och andra styrmedel. Däremot finns det krav och regler som motverkar användning av återbruk, exempelvis krav på ljud, brand och tillgängligheten (Andersson, Gerhardsson, Stenmarck, & Holm, 2018). Därför behöver återbruk implementeras i allt större utsträckning med en drivkraft som utgår ifrån att en förlängd livslängd på material innebär en ekonomisk vinst och miljönytta. (Johansson, 2018). Det krävs även teknisk innovation, nya styrmedel och ekonomiska incitament för att implementera återbruk i branschen (Andersson, Gerhardsson, Stenmarck, & Holm, 2018).

1.2 Syfte och frågeställning

1.2.1 Syfte

Studiens syfte är att skapa en förståelse över hur materialinventering för återbruk fungerar i praktiken och jämföra det med teorin. Är det enkelt och lättillgängligt att inventera för återbruk, om inte varför. Skapa en förståelse på vilka verktyg som finns och hur de förhåller sig till teoretiska synen på inventering. Kan olika arbetssätt och verktyg för återbruksinventering komplettera eller arbeta med varandra för att uppnå enligt teorin ett optimalt sätt att inventera för återbruk samt tydliggöra förbättringsåtgärder med de arbetssätt och verktyg som finns för återbruksinventering.

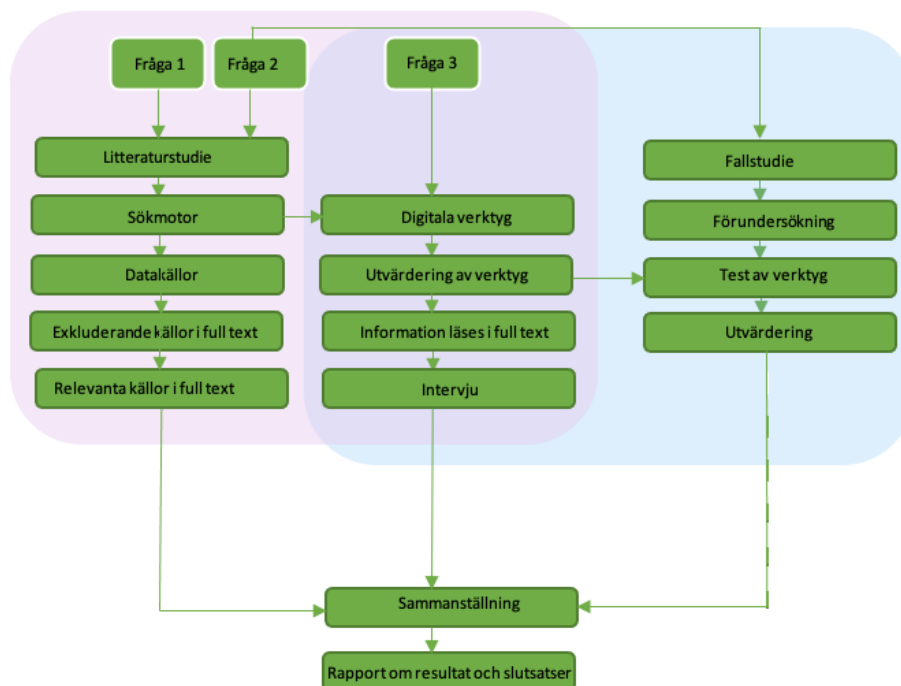
1.2.2 Frågeställning

Huvudfrågeställningen inom detta arbete är ”Hur återbruksinventeras en befintlig byggnad?” som sedan har brutits ner till tre frågeställningar.

1. Vilken information är nödvändig att ta fram i en inventering för återbruk?
2. Hur går inventering till i praktiken jämfört med hur det teoretiskt sätt ska fungera?
3. Vilken information kan tas fram genom CCBuilds inventeringsapplikation?

1.3 Metod

I följande avsnitt beskrivs tillvägagångssättet för genomförandet av detta arbete. Metoden är indelad i tre faser. Fas 1 är en litteraturstudie, fas 2 är analytisk undersökning av flera verktyg och fas 3 är test av ett verktyg i form av en fallstudie i ett projekt. I detta avsnitt kommer även arbetsfördelningen att beskrivas. Flödesschemat nedan i *figur 1*, visar på hur arbetet har gått till väga och vilken fas som besvarar vilken fråga i frågeställningen.



Figur 1 Flödesschema som visar arbetsgången och metoden för arbetet samt vilka metoder som besvarar vilka frågor i frågeställningen.

1.3.1 Metodologiska överväganden

För denna studie har en kvalitativ metod använts. A. Bryman (2016) lyfter i boken ”*Samhällsvetenskapliga metoder*” att en kvalitativ metod är en empirisk syn på förhållandet mellan teorin och det praktiska forskningsresultatet. Den kvalitativa metoden ansågs därför vara av större relevans, då den utgjordes av en fallstudie för att få en analysenhet samt en litteraturstudie för att få en djupgående och detaljerad kunskap i ämnet som behandlas. Syftet med att använda en kvalitativ metod med kombination av en litteraturstudie och fallstudie var att utveckla en helhetsförståelse

om begrepp och teorier samt studera en verklighet där så mycket information som möjligt inhämtas för att sedan kunna undersöka processer och förändringar.

1.3.2 Fas 1 – Litteraturstudie

Arbetet startades med en litteraturstudie för att ge en bra grund samt en övergripande förståelse om ämnet som behandlas. Litteraturstudien i *kapitel 2* utgjordes av böcker, vetenskapliga artiklar, rapporter och avhandlingar som togs fram med sökord som även översattes till engelska i form av *materialinventering, återbruk, inventering för återbruk, återbruk av byggnader, reuse inventory och reclamation inventory/reclamation audit* på Scopus och Google Scholar samt Chalmers biblioteksökmotor. Där informationen samlades in, sammanfattades samt analyserades. Därav har mycket information med stor bredd samlats in under genomförandet, men vid ett senare skede har information och data exkluderats från studie med hänsyn till avgränsningarna.

En orientering gjordes i artiklarnas och rapporternas referenslistor för att hitta relevant forskning kring ämnet. Litteratur som hittades var publicerad under de senaste åren, vilket var till en fördel gällande om litteraturen var aktuell eller inte. Detta gav även en uppfattning om att ämnet inventering av befintliga byggnader för återbruk är relativt nytt i byggbranschen som sakta men säkert implementeras.

1.3.3 Fas 2 – Undersökning av tillgängliga verktyg

Som komplement till litteraturstudien samt för att skapa en förståelse om vilka verktyg som existerar på marknaden gjordes en omvärldsanalys utav befintliga verktyg i *kapitel 3*. Denna omvärldsanalys fokuserades kring regionerna i väst, mer specifikt Göteborg men även på omkringliggande regioner. Analysen begrundar sig på både information i form utav intervju med relevant part för det specifika verktyget, samt information ifrån hemsidor eller andra relevanta litterära källor. Intervjuer med relevant part krävdes för att få en djupare förståelse för hur verktygen fungerade då det inte fanns tillräcklig information tillgängligt endast litterärt.

Urvalet av verktygen för återbruksinventering gjordes genom att studera olika verktyg som erbjuds, där en kontakt med olika företag har tagits för att kunna få information. Marknaden för återbruksinventering är relativt ny i byggbranschen, där även applikationerna och andra verktyg som hittats varit i tidig utvecklingsfas och därför inte kunnat testas vid ett specifikt projekt under den tidsramen som arbetet skrivs på.

1.3.4 Fas 3 – Fallstudie: Test av verktyg i ett projekt

Norconsult AB har bistått med ett ombyggnadsprojekt för Lokalförvaltning där mycket av material är tänkt att ersättas, framför allt byta ut befintliga dörrar. I denna studie valdes en specifik inventeringsapplikation från *kapitel 3* att användas under inventering, i detta fall CCBuilds inventeringsapplikation. En mindre förstudie som beskrivs i *kapitel 4* gjordes för att samla in rätt typ av data och information. Inventering valdes även att endast genomföras på dörrar för att kunna ge stöd för att besvara frågeställningarna. Syftet med att implementera detta på en fallstudie gav oss en förståelse för de olika moment som innefattas vid en inventering av en befintlig byggnad samt en förståelse kring hur CCBuilds inventeringsapplikation fungerar på plats och vilka förbättringsåtgärder som finns.

Verktyget valdes för att det var lättillgängligt och ständigt utvecklas i samverkan med övriga parter i ett innovationsprojekt som leds av IVL Svenska Miljöinstitutet.

CCBuilds inventeringsapplikation samverkar även med 2 andra tjänster, Produktbanken och Marknadsplatsen. Detta medförde att sammanställningen av information hamnade på ett ställe och var kopplade tillsammans, vilket ansågs vara till en fördel. Ett test av CCBuilds inventeringsapplikation visades på dess enkelhet och användarvänlighet för individer med begränsad erfarenhet och kunskap, vilket stärkte valet av detta verktyg. Verktyget var relativt ny på marknaden och hade precis lanserats för testanvändare, vilket kunde vara väldigt intressant vid utvärderingen av verktyget i efterhand, för att sedan analysera vad som behöver förbättras eller utvecklas. Varför de övriga inventeringsapplikationerna inte användes var grundad i anledningen av att verktygen inte var tillgängliga för användning för perioden av detta examenarbete, utan var under tidig utvecklingsfas när inventeringen utfördes.

1.3.5 Arbetsfördelning

Under arbetet har ett kontinuerligt samarbete utförts, trots att en uppdelning av arbetet har gjorts. Därmed har arbetsfördelningen varit jämnt fördelat. Detta arbetssätt valdes för att det ansågs lämpligt och enklast, speciellt när det är två studenter som skriver ett arbete ihop. Detta möjliggjorde även att man under arbetets gång kunnat utbyta tankar, idéer och reflektioner. De intervjuer som utfördes för att få en djupare förståelse gällande de digitala verktygen genomfördes tillsammans, där transkriberingen av samtalen fördelades för att påskynda arbetet. För att få ett enhetligt språkbruk och innehåll har arbetet lästs igenom tillsammans under skrivande stund. Arbetet har till stor del formats under arbetets gång och utvecklats utifrån de resultat som erhållits.

1.4 Avgränsningar

Projektet har följande avgränsningar

- Endast ett verktyg testas för inventering i en byggnad i Sverige. Resterande verktyg berörs översiktligt med hjälp av litteraturstudie och intervjuer.
- Kostnadsberäkningar har ej utförts
- LCA har ej utförts för de olika materialen som inventeras.
- Miljöinventering med dokumentation av eventuella gifter i inventerade byggprodukter har ej utförts.
- I fallstudien görs inventering endast på dörrar.

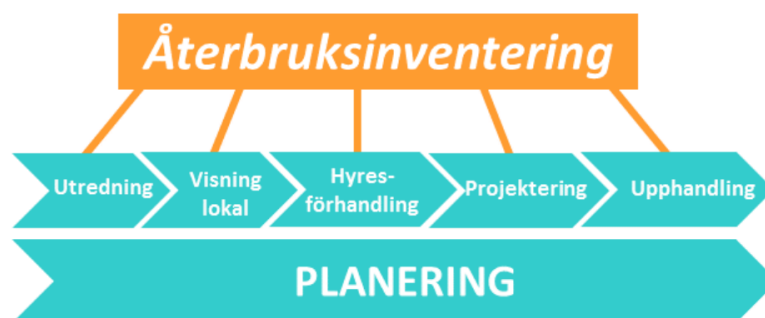
2 Litteraturstudie

Denna litteraturstudie består av tre delar som ska ge en grund för att kunna besvara på frågeställningarna samt genomgående förklara ämnet och dess komplexa struktur.

2.1 Materialinventering

I rapporten *“Framtidsscenario 2030: cirkulär upphandling i bygg- och rivningsprojekt”* från Gerhardsson, Ryding och Loh Lindholm (2019) beskrivs det att för att möjliggöra cirkulära materialflöden behöver synen på byggandet, renovering och rivning förändras. Där tekniker med nya styrmedel och verktyg behöver förbättras. Detta menar Gerhardsson, Ryding & Loh Lindholm kommer ske år 2030, då samhället utvecklats mer mot en cirkulär ekonomi och blivit alltmer digitaliserat. Den digitala tekniken kommer att underlätta arbetet genom att dokumentera och bevara informationen om återbruksbara material som uppstått vid ombyggnads- och rivningsprojekt och tillgängliggöras för spridning till andra aktörer i branschen, vilket Gerhardsson, Ryding & Loh Lindholm (2019) menar att den digitala materialinventeringen kommer utgöra. Syftet med den digitala materialinventeringen är att samla in nödvändig och väsentlig information om materialresurser som redan finns, för att uppnå ett resurseffektivt beslutsfattande i projekten (Gerhardsson, Ryding, & Loh Lindholm, 2019). Men det krävs att inventeringen samlar in rätt typ av information, gällande exempelvis vilka produkter som finns tillgängliga för återbruk och vilket skick de är i för att sedan kunna spridas till rätt aktör vid rätt skede av projektet (Gerhardsson, Ryding, & Loh Lindholm, 2019). Materialinventering bör innehålla information om byggprodukter, materialtyper, bedömning av risker för farligt innehåll och kemiskt innehåll, funktionellt och estetiskt skick, återbrukspotential som inkluderar demontering och transporter, kvarvarande teknisk livslängd, miljöaspekter som innebär inbyggd energi och koldioxidkvivalenter samt ekonomiska aspekter som omfattar marknadsvärde och avfallskostnad (Gerhardsson, Ryding, & Loh Lindholm, 2019). Ju mer information som tas ut från inventeringen desto bättre underlag får de berörda aktörerna för planering och beslut (Gerhardsson, Loh Lindholm, & Ahlm, 2019).

Enligt rapporten från Göteborg stad *“Dags att bygga och riva cirkulärt!”* (2020) identifieras byggnadens återbrukspotential vid en materialinventering, som då bör utföras innan rivning eller ombyggnad för att kartlägga vad som går att återbruka. Då målet är att materialinventeringen för återbruk ska vara en naturlig del av ett projekt och ska agera som ett beslutsunderlag i hela processen är det viktigt att fastighetsägaren eller beställaren under ett så tidigt skede som möjligt tar initiativ till en inventering (Gerhardsson, Ryding, & Loh Lindholm, 2019). *Se figur 2* för illustration på när återbruksinventering sker i planeringen.



Figur 2 återbruksinventeringsmodell som visar på att återbruksinventering kan ske på flera olika faser i planeringsstadiet för en byggnad (Gerhardsson, Loh Lindholm, & Ahlm, 2019).

I rapporten “A guide for identifying the reuse potential of construction products” (2020) menar även Deweerdt & Mertens att en inventering kan ske under olika faser, då en del element som exempelvis en strukturell del måste samordnas med rivningsarbetet. Andra element kan dock ske tidigare och är oberoende på vart i rivningsfasen man är. Beställaren kan exempelvis utnyttja väntetiden innan rivningstillstånd för att återbruksinventera lösa element såsom möbler och dörrar (Deweerdt & Mertens, 2020). Dock kan det finnas material i en byggnad som innehåller farliga ämnen exempelvis asbest och därför rekommenderas det att utföra en inventering efter att en asbestundersökning för byggnaden är gjord. Där ingen demontering ska utföras utan en bedömning av förekomsten av asbest, enligt Deweerdt & Mertens (2020). Men med förutsättningen för att detta ska fungera behöver tid läggas på planeringen och förstudien för att kunna skapa plats för materialinventering och till att granska resultaten (Göteborgs Stad, 2020).

För att även åstadkomma ett framgångsrikt dekonstruktionsprojekt med hänsyn till återbruk, menar W.E Roper i rapporten “Strategies for building material reuse and recycle” (2006) att värdet bör läggas på att göra en detaljerad inventering av material och produkter som kan återbrukas. Där bestämningen av volymen, vikten och värden av de återbrukbara materialet är något som måste tas hänsyn till. Även en kostnadsuppskattning utav tiden för inventeringen och demonteringen är viktigt att beakta för att få ett framgångsrikt dekonstruktionsprojekt (2006). Enligt B. Johansson i rapporten ”Arkitektens återbruksmetodik” (2018) bör även sortering utav sin materialinventering göras utifrån 4 steg:

1. Återbruk på plats
2. Återbruk i ett annat projekt
3. Försäljning
4. Återvinning


För att vidare utifrån utförd inventering kunna upprätta en bruttolista med möjligt återbruk och utifrån denna lista kan tidsuppskattning, ekonomisk besparing och miljönytta utvärderas (Johansson, 2018). En väl utförd inventering är en nyckel till ökat återbruk och ska därför utgöra grunden för arkitektens tidiga studie som i sin tur kan agera underlag för uppskattningar av effekter i form av minskade resursuttag och avfallsmängden, men även minskade växthusgasutsläpp och minskade kostnader (Gerhardsson, Loh Lindholm, & Ahlm, 2019).

2.2 Rekommendationer till materialinventering för återbruk



Allwood, Ashby, Gutowski och Worell (2011) belyser i rapporten ”*Material efficiency: A white paper*” att en process inom återbruk vanligtvis ska innehålla en inventering. Sedan efter inventeringen utförs separation, sortering, rengöring, uppgradering, inspektion, certifiering och till slut lagerhållning, marknadstillträde, leverans, modifiering och montering utav en produkt eller material (Allwood, Ashby, Gutowski, & Worrell, 2011). För att proponera att inventering för återbruk utförs i materialinventeringen har Byggföretagen formulerat rekommendationer till aktörer i rapporten ”*Resurs - och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning*” (2019). Rekommendationerna ser ut som följande:

Ange befintlig verksamhet i den aktuella byggnaden. Uppgifter angående byggnaden som byggår, ritningar, eventuell renovering och byggnadens tidigare verksamheter med mera, ska visas. Det aktuella projektets omfattning ska beskrivas och byggnadens tillgänglighet för besök och inventering ska tydliggöras.

Gerhardsson, Loh Lindholm och Ahlm har även tagit fram 5 kategorier i rapporten ”*Arbetsätt för ökat återbruk i lokalanpassningar*” (2019) på information som bör samlas in i samband med återbruksinventering. Den första utav de 5 kategorierna är beskrivning utav produkt och tillgänglig dokumentation som omfattar typ, antal, leverantörsinformation, ålder, livslängd, fotografier, ritningar, produktblad, materialinnehåll och kemiskt innehåll. M. Deweerdt och M. Mertens belyser även i rapporten ”*A guide for identifying the reuse potential of construction products*” (2020) att materialinventeringen sker i flera stadier. Vid första stadiet samlas primär information in. Denna information kan vara exempelvis dörrtyp, dimensioner, plats i byggnad och bilder för att få en grund till om det finns något att återbruka och vart i byggnaden de är placerade. *figur 3* visar hur en mall kan se ut som bearbetats fram utav M. Deweerdt och M. Mertens för dörrar. I det andra stadiet utvecklas information som samlats in under första stadiet, se *figur 4*. Genom beskrivning utav dörrarna med detaljerande information gällande hängning, tillverkare och eventuella markeringar dokumenteras (Deweerdt & Mertens, 2020).


PRIMARY INFORMATION												
Identification		Picture	Quantity		Dimensions		Mass			Location in situ	Condition	Remark(s)
nbr.	item name		unity	nbr.	unity	dim.	unity	nbr.	total lot			
1.1	Interior doors		pce	~100	cm	~210 x 90	/	/	/	Building A, 22 floor	ok	/

Figur 3 Visar hur Stadie 1 kan se ut, bild tagen från ”*A guide for identifying the reuse potential of construction products*” (Deweerdt & Mertens, 2020).

PRIMARY INFORMATION												
Identification		Picture	Quantity		Dimensions		Mass			Location in situ	Condition	Remark(s)
nbr.	item name		unity	nbr.	unity	dim.	unity	nbr.	total lot			
1.1	Interior doors THEUMA (left opening)		pce	51	cm	211 x 92 x 3.39	kg/pce	~50	~2,500	Building A, 22 floor	A few doors have scratches on their surface	Fire-resistant 30 min.
1.2	Interior doors THEUMA (right opening)		pce	51	cm	211 x 92 x 3.39	kg/pce	~50	~2,500	Building A, 22 floor	A few doors have scratches on their surface	Fire-resistant 30 min.

Figur 4 visar hur Stadie 2 kan se ut, bild tagen från "A guide for identifying the reuse potential of construction products" (Deweerd & Mertens, 2020). Där informationen utvecklas och kompletteras jämfört med Stadie 1.

Den andra kategorin utav fem på information som bör samlas i samband med återbruksinventering som Gerhardsson, Loh Lindholm och Ahlm (2019) tagit fram utgörs av en utvärdering av befintligt skick och eventuellt rekonditioneringsbehov. Detta omfattar funktionellt skick, estetiskt skick och behov för rekonditionering. Utvärdering av återbrukspotential är den tredje kategorin som innehåller potentiell klimat - och/ eller potentiell kostnadsbesparing samt potentiell minskad resursförbrukning och minskade avfallsmängder. Kategori fyra, utvärdering av återbrukshinder omfattar risk för farligt innehåll, demontering med bibehållen kvalitet, transport och mellanlagring, energibehov vid drift jämfört med nyttillverkade alternativ, akustiska kvaliteter och efterfrågan (Gerhardsson, Loh Lindholm, & Ahlm, 2019). M. Deweerd och M. Mertens (2020) skriver att det tredje stadiet för inventering utav återbruk kan ske på plats eller på kontoret där en analys och dokumentation av den information som kommer från eventuella markeringar, dörrtillbehör samt färg, nedmontering, miljöfördelar och eventuella farliga ämnen görs, som visas i figur 5. Därefter beslutas om handlingsplan. Gerhardsson, Loh Lindholm och Ahlm (2019) anger att den sista och femte kategorin behandlar preliminärt hanteringsbeslut, där beslut tas om produkten är aktuell eller inte är för återbruk och hur detta scenario utfaller, som behandlas i eller efter M. Deweerd och M. Mertens tredje stadie.

Complementary pictures	
	
Fire-resistance and Benor certification marking	
Item	
Brand	Theuma
Specificity	51 right-opening + 51 left-opening (according to EN 12519:2004)
Implementation date	2012
Certification	Fire-resistance 30 minutes, Validity of Belgian ATG (ATG 2287) (see picture) applicable until 2020.
Constituent material	Core : Hardwood Finishing: Laminated with a black HPL coating
Condition	Door handles: stainless steel 11 doors have minor scratches at the bottom / door handles are in perfect condition
Context	
Occupation activity of the building	Occupied until three weeks ago (01/12/2019)
Assembly	
Door frames	Possible dismantling
Environmental benefit	
Estimated carbon saving of the entire package (102 doors)	5.100 kg. equivalent to - 1.500 kgCO ₂ e (according to ICE DB V2.0 7 Nov. 2019)
Hazardous substances	
The box may contain: an explicit warning about the product/ a colour code	
Green : the element has been tested and does not contain hazardous substance	Grey : the element has not been tested but the auditor wanted to highlight a potential hazard
Red : the element has been tested and contains a hazardous substance but can eventually be reused after treatment	White : the element has not been tested and the auditor does not wish to highlight a potential hazard
Asbestos inventory: confirmed free of asbestos hinges	
Additional documents	
Asbestos inventory	Inventory dd. 20/11/2019
Location plan	ref. as-built plan dd. 12/05/2012
Original manufacturer's catalogue	ref. Theuma_2011

Figur 5 visar hur Stadie 3 kan se ut, bild tagen från "A guide for identifying the reuse potential of construction products" (Deweerd & Mertens, 2020). Där informationen ytterligare kompletteras och bearbetas med mer detaljerade information jämfört med

2.3 Återbruksbara material

En väsentlig del av en återbruksinventering är att ha kunskap om vad för material som går att återbruka. I rapporten från The FCRBE project "A guide for identifying the reuse potential of construction products" (2020) beskriver M. Deweerdt och M. Mertens att det som skiljer material för återbruk och material för återvinning är synen på produkten. Går man in med tanken att produkten ska återvinnas fokuserar man på vad produkten har för materialinnehåll. Men om man går in med tanken att produkten ska återbrukas ser man produkten i sin helhet. För att då genomföra en materialinventering på en byggnad måste man kunna skilja på dessa (Deweerd & Mertens, 2020). M. Gorgolewski och L. Morettin nämner i rapporten "The Process of Designing with Reused Building Components" (2009) att under val utav vilka återbruksbara material

eller produkter som ska användas vid ett projekt, är en utgångspunkt att ha i åtanke sådant som ger den största miljömässiga nyttan. Med detta menar M. Gorgolewski och L. Morettin (2009) att det är lämpligt att fokuserar på material och produkter som har höga förkroppsligad energi, såsom metaller, plast, tegel, betong och generellt material som processas i högre grad. Sparandet utav denna förkroppsligade energi kommer att vara stor, eftersom det återbrukas och behöver ej nyproduceras. M. Gorgolewski och L. Morettin (2009) menar även att en annan infallsvinkel kan vara mängden av de komponenter som ska återbrukas. I detta scenario skulle fokus vara på större komponenter och/ eller betong som är de tyngsta och mer bastanta komponenterna och/ eller materialen, med idén om att bestämning utav kvantitet baseras på vikt och volym.

EPA, United States Enviromental Protection Agency (2020) konstaterar att de vanligaste byggprodukter som återbrukas är lätt nedmonterbara komponenter såsom dörrar, fönster, apparaturer, etcetera och även tegelstenar. När det kommer till genomförbarhet skriver P. Hradil i rapporten ” *Re-use of structural elements - Environmentally efficient recovery of building components*” (2014) att strukturella stålramar, limmat laminerat trä och även traditionella träramar har hög potential i återanvändning. Medan Prefab gjutna betongramar och takstolar i stål har medelpotential i återanvändning. Utöver detta menar P. Hradil (2014) att återbruksbarheten utav byggkomponenter varierar med storlek och komplexitet. Mindre komponenter som tegelstenar och träskivor tenderar att vara lättare att både inventera, bevara och återinstallera.

Vidare skriver P. Hradil (2014) att komplexa strukturella system som bärande balkar har högre värde men lägre applicerbarhet, då de måste testas och certifieras för återanvändning som en bärande komponent. Samt kräver ideligen en svårare och mer komplex demontering. Det innebär att komplexa strukturella system ofta appliceras på icke-strukturellt ändamål och det kan vara nödvändigt att i byggnadssektorn certifiera de återvunna komponenterna på nytt innan de återanvänds till ett nytt syfte (Allwood, Ashby, Gutowski, & Worrell, 2011). Även William E. Roper (2006) nämner att de största hindren för återanvändning utav trävirke för strukturella tillämpningar inkluderar brist på ett befintligt graderingssystem för återvunnet trä eller minimala data angående extraktion och bearbetning utav det återvunna träet. Nyare produkter har ofta en CE-märkning för brand och akustik, men om märkningen för ljudkrav saknas på exempelvis dörrar kan detta testas på plats innan nedmontering genom CWFT (Johansson, 2018). CWFT står Classification Without Further Testing och innebär att med hjälp av de nya Eurokoderna gör en bedömning av brandklass om uppbyggnaden av objektet är känd utan att produkten eller konstruktionen testas (Johansson, 2018).

Byggföretagen nämner i sin rapport ”*Resurs - och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning*” (2019) följande produkter som bedöms kunna återanvändas under materialinventeringen:

- Dörrpartier
- VVS, t.ex. toalett och handfat
- Belysning
- Innerväggar och tak (glaspartier och akustikskivor)
- Beslag och dörrautomatik, t.ex. dörrhandtag och dörrstängare
- Galler och smide, t.ex. spiraltrappor förrådsgaller.

Även andra typer av produkter som inte innehåller oönskade farliga ämnen kan vara relevant för återbruk. Däremot nämner inte Byggföretagen varför just dessa produkter anses vara återbruksbara. De material och produkter som inte är lämpliga för återbruk är farligt avfall där en lista på detta även kallad FA-lista som Byggföretagen utformat som Bilaga 1 till rapporten ”*Resurs - och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning*” (2019). Denna FA-lista tar upp exempel på vilka byggprodukter som ett farligt ämne exempelvis arsenik eller asbest kan hittas och hur dessa ämnen ska tas om hand enligt branschnormen (Byggföretagen, u.d.).

3 Undersökning av tillgängliga inventeringsverktyg

De verktyg som presenteras under följande kapitel är:

- Manuell inventering
 - Lokalförvaltningens bedömningsmatris
- Inventering med applikationer
 - CCBUILD
 - Dackeapp
 - Palats
- 3D – skanning
 - White ReCapture
 - Cintoo Cloud

3.1 Manuell inventering

Traditionellt sett utförs inventering till stora delar analogt och manuellt. Fotodokumentation och informationsinhämtning sker på platsbesök och anteckningar gör ofta på medhavda befintlighetsritningar. Denna analogt dokumenterade information sammanställs sedan med hjälp av digitala verktyg, t.ex. Excel. Denna sammanställning är tidskrävande och här finns potential till digitala inventeringsverktyg (J. Gustafsson, personlig kommunikation, 24 februari 2021).

3.1.1 Lokalförvaltningens bedömningsmatris

Bedömningsmatrisen som Lokalförvaltningen tagit fram inom forskningsuppdraget ReCirculate i samarbete med Bengt Dahlgren AB och White arkitekter AB är en matris i Excelformat som kommer ge ett stöd vid arbete med inventering för återbruk. Med hjälp av matrisen kan man vikta olika inventerade produkter och materialvärden mot varandra vilket gör att en effektiv bedömning av byggprodukternas återbrukspotential kan utföras.

Matrisen innehåller två blad uppdelade i byggprodukter och installationsprodukter. Sedan är varje blad indelat i tre olika delar; *Byggdel*, *Betyg* och *Användning* som är specificerade mer detaljerat i 10 kolumner, se *figur 6* nedan. Antalet rader är sedan anpassade efter en specifik byggdelsprodukt med respektive BSAB kod. Första delen av matrisen har olika byggdelsgrupper listats upp, exempelvis skikt av skivor och murverk. Därefter tydliggörs det ytterligare vilka komponenter och konstruktionsdelar som syftas, exempelvis glasskivor och tegelstenar under kategorin byggdel.

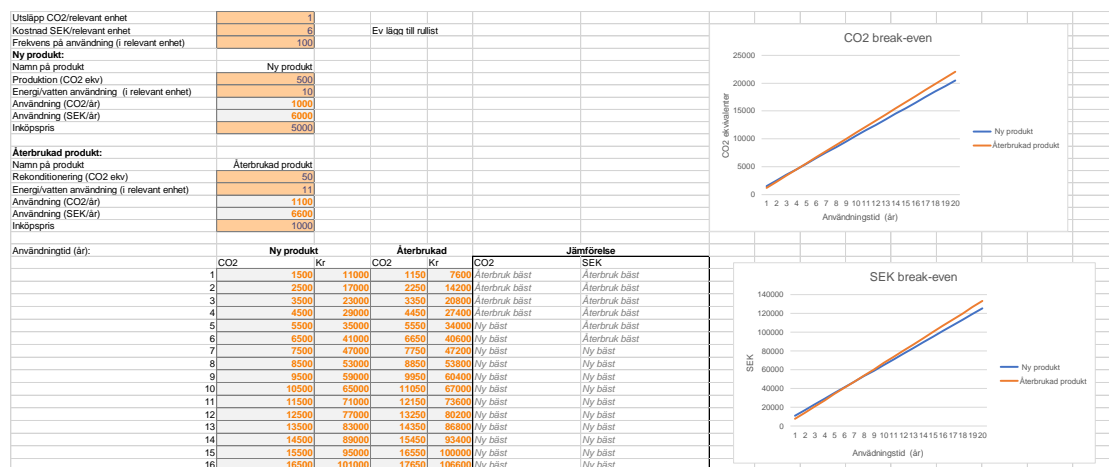
Betygsdelen i matrisen består av tre delar där Lokalförvaltningen gjort en bedömning gällande demonterbarhet, klimatavtryck/ CO₂ och ekonomi för varje byggdel med färgskalan grön, gul och röd där grön står för högsta/bästa och röd för lägsta/sämsta. Kategorin inom demonterbarhet är till för att kunna uppskatta hur tidskrävande demonteringen av den befintliga byggdelen kommer att vara, vilket avgör om demontering är ett rimligt alternativ. I kategorin klimatavtryck/ CO₂ har Lokalförvaltningen gjort en bedömning av byggdelarnas energiprestanda och klimatavtryck som visar om det är en fördel att återbruka respektive byggdel utifrån ett klimatperspektiv. Sedan i kategorin ekonomi vägs det ekonomiska värdet för varje byggdel med hänsyn på dess livslängd som kan ge ett underlag om det är ekonomisk försvarbart att återbruka eller inte. Slutligen har dessa tre kategorierna vägts samman till ett sammanvägt betyg gällande återbrukspotential för respektive byggdel.

I kategorin användning har Lokalförvaltningen med sin erfarenhet och kunskap identifierat möjligheterna till återbruk med en förklaring till varför respektive byggdel fått sitt betyg. Inom denna kategori har även Lokalförvaltningen tydligt formulerat vad man bör tänka på vid demontering samt vilka risker som måste tas hänsyn till gällande miljöfarliga ämnen. Utöver detta har Lokalförvaltningen även refererat till olika projekt som använt sig av återbrukat material för att kunna inspireras samt få en förståelse på hur andra aktörer arbetat med respektive byggdel.

BYGGDEL	BSAB kod	Bygghetsgrupp	Bygghet	BETYG				ANVÄNDNING	Riskmaterial	Referens projektlänkar
				Sammanvägt betyg	Demontierbarhet	Klimat-entryck /CO2e	Ekonomi			
C		Markförstärkning, lager i mark, påklning, terrassering	Betongpålar	A	A	A	B	Gäller spilt. Ej aktuellt att dra upp pålar. Knapade toppar av pålar kan bli till bankar eller grundmur ovan mark. Mycket varierande kvalitet. Avgränsade viket material/rostskydd. Krävs demontering skivad vrfästning. Rostfri eller rostförsäkrade stänger har lång livslängd.		Under projektering 2020-09-25: Chalmers bestickertm rymdförskning Ornsås, Gbg, JSP, Göteborg, bänkar på utsidan.
D		Marköverbyggnader, anläggningskomponenter	Räckten, utdrängsel, plattor. Exteriora skruvade räcklevstångar av metall.	A	A	A	B			
D		Marköverbyggnader, anläggningskomponenter	Park, lek, idrott	A	A	B	A	Mycket varierande kvalitet. Standarder och krav förändrats över tid.		
D		Marköverbyggnader, anläggningskomponenter	Markbeläggning av plattor	A	A	A	A	Vanligen lång livslängd		
E		Betong, plattlagda konstruktioner	Plattlagda armerade byggnadsstommar, väggar o dyt.	C	C	A	B	Som återbruk krävs nedgrävning till mindre hanterbara delar. Ex armeringar och fasta möbler. Tunga byggheter. Exponerad armering som ej till utomhusmiljö. Energikrävande att återbruka. betongen kan dosmencyas och krossas till bestämda fraktioner för användning som ballast i betong. Exempel finns i Danmark och Nederländerna. Observera viket av att separera betong och armering. Även stället har betydande miljöpåverkan.	Om betongen krossas och återanvänds krävs provgrävning.	Betongvalider med återbrukat betong som ballast. https://www.jhbeton.dk/da/06-cirkular . Skapat betong som byggmaterial. https://www.superstudio.com/projects/kantoor-blauchy/
F		Murverk	Tegelstenar	B	B	A	A	Det finns ett värde av att återbruka varje enskild sten i murverk från slutet 1800-tal till mitten 1960-tal och att stenen då separeras från bruk. Där endast om bruket innehåller släckt kalk. Cementbruk gör bruket hårt och mer krävande att rensa stenen. Idag måste på ett sätt som gör att en stor del av dagens tegelfasad inte kommer att vara möjliga att separera sten för sten. Nya murar skall möras med anpassad stycka på bruket för att möjliggöra framtida återbruk. En fasadmur med hårt bruk kan även sägas till fasadelement.		Svensk aktör finns som kan krossa och rensa tegel. https://tegel.brnkespecialisten.se/produkter/tegel/ . Exempel på återbruk av tegel. Östratom skolan Lund. https://www.lund.se/utbildning-forskning/grundskola/grundskolornas-sidor/ostatomskolan/ . White Matrix så är 2005. Exempel på sågade fasadelement. Lendager. https://lendager.com/en/news-a-groundbreaking-project-in-helsingborg/ . https://www.helsingborgshem.se/bygghet/projekt/aterbruk/ .
G		Konstruktioner av monteringsfärdiga element	Konstruktioner av autokävarad lättbetong i hus. Element i tak och väggar.	B	B	A	C	Lättbetongelement kan återbrukas utan justering av längdmått. Sägning av självstagnande pulveriserad betongfärdiga och kan alltså inte göras. Äldre taklement har en tendens att vara i dåligt skick, framför allt i upplagorna. Lite helskarnhet gällande kväverande tvättning har alltså.	Blå lättbetong kan avge gammastrålning vilket kan ge förhöjd radonrisknivå i rumsluften. Fogen mellan element kan innehålla PCB, asbest eller klorparaffiner. Då måste fogen saneras. Om fogen innehåller PCB kan PCB ha trängit in i betongen. Förbjöds 1973 i anslutning till slutförslaget. 1978 förbjöds man nyanvändning av PCB-het.	

Figur 6 Lokalförvaltningens bedömningsmatris 2021-04-09. Som visar strukturen för bedömningsmatrisen i Excel, figur är tagen som en skärmbild med godkännande från Lokalförvaltningen.

För att undersöka om det är ekonomisk försvarbart att återbruka en specifik byggdel har Lokalförvaltningen tillsammans med Bengt Dahlgren AB och White arkitekter AB även utöver bedömningsmatrisen skapat ett blad, se figur 7, som möjliggör uträkning av en så kallad *Break – Even*. Där kan en jämförelse med en ny och en återbrukat produkt tas, med hänsyn till användningstid i kronor och CO₂ ekvivalenter. Tabellen tydliggörs produktens livstid och kan därför agera som underlag för bedömning av användningen av en återbrukat produkt eller inte.



Figur 7 Lokalförvaltningens blad 2021-04-09. Som visar på hur Break-Even punkten räknas ut och ska agera som stöd i bedömning om den återbrukade produkten.

3.2 Inventering med applikationer

3.2.1 CCBuild

Centrum för Cirkulärt byggande, även kallad CCBuild är en digital plattform under löpande utveckling och leds av IVL Svenska Miljöinstitutet med syftet att stötta byggbranschens omställning mot ett mer cirkulärt byggande genom effektivt och kvalitetssäkert återbruk (CCBuild, Centrum för Cirkulärt Byggande, u.d.). Den digitala plattformen erbjuder ett stöd för cirkulär produkthantering vid exempelvis ombyggnads- och rivningsprojekt genom en produktdatabas med kriterier gällande produkternas kvalitet och nyckeltal. Detta möjliggör att information kan tas ut om klimatbesparing av avfallsmängder samt ett värde i kronor jämfört med nyinköp, vilket underlättar bedömningen av produkternas potential för återanvändning (CCBuild, Centrum för Cirkulärt Byggande, u.d.).

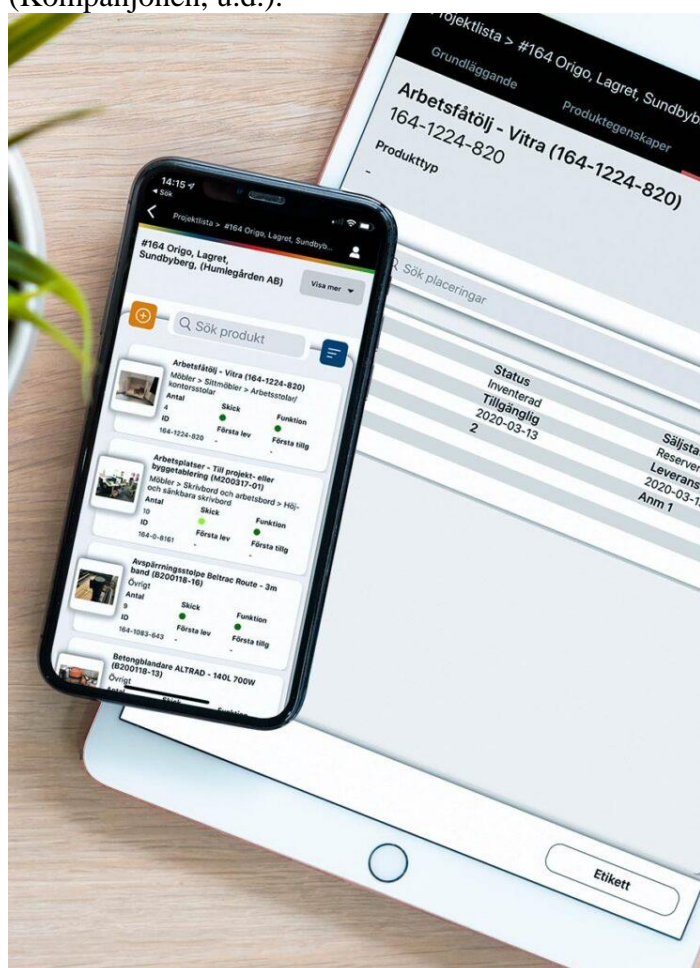
Plattformen består av tre integrerade tjänster. En inventeringsapplikation som används för att inventera produkter inför ombyggnads- och rivningsprojekt (CCBuild, Centrum för Cirkulärt Byggande, u.d.). Där produktens återbrukspotential anges med information om produktens funktionella och estetiska skick på en skala 1 till 5, samt produktens dimension, material, märke, innehåll samt hur den uppfyller funktionskraven (CCBuild, Centrum för Cirkulärt Byggande, u.d.). Inventeringsapplikationen är sedan integrerad med Produktbanken där man bygger sin egen databas som ger en överblick av eget innehav av befintliga resurser. Produktbanken erbjuder värdeanalyser i 3 slag, potentiell minskning av avfallsmängder, potentiell minskning av klimatutsläpp och ekonomiskt värde i befintliga produkter (CCBuild, Centrum för Cirkulärt Byggande, u.d.). Metoden som CCBuild använder för att beräkna dessa värdeanalyser är följande:

- För potentiell minskning av avfallsmängd utgår CCBuild från generella antaganden kring vikter för olika produkttyper. I de fall användaren angett specifik vikt tillämpas denna vikt som underlag. (CCBuild, Centrum för Cirkulärt Byggande, u.d.).
- Klimatbesparingspotentialen presenteras i enheten CO₂ ekvivalenter och gäller under förutsättning att befintliga produkter kan återbrukas och fylla samma funktion som innan. För potentiell minskning av klimatutsläpp utgår CCBuild från ersättning utav behovet av avfallshantering utav befintliga produkter samt tillverkning av nya produkter genom återbruk. Transporter i samband med återbruk tas med i de generella beräkningarna där samtliga produkter antas transporteras 200 km i lätt lastbil. Transporterna ställs i relation till klimatpåverkan kopplat till transporterna i den linjära produkthanteringen av nyproducerade produkter. Generella antaganden kring produkttyp och materialinnehåll utgör klimatpåverkan kopplat till nytillverkning och avfallshantering. Produkternas ingående material kopplas till generella antaganden om klimatpåverkan för avfallshantering, tillverkning och utvinning som har utgångspunkter i LCA-databaser och miljövarudeklarationer (CCBuild, Centrum för Cirkulärt Byggande, u.d.).
- För beräkning av ekonomiskt värde i befintliga produkter använder CCBuild kapitalförslitning där produktens värde vid nyinköp avskrivs baserat på produktens kapitalförslitning över tid. Uppskattningen av befintliga produkters inbyggda värde baseras på informationen angående funktionella och estetiska skick på produkten (CCBuild, Centrum för Cirkulärt Byggande, u.d.).

Vidare kan alla som vill köpa och sälja återbrukade byggprodukter som inventerats i Marknadsplatsen. Där produkterna tillgängliggörs för nya användare genom att synliggöra dem för andra användare inom den egna organisationen eller på extern marknadsplats (CCBuild, Centrum för Cirkulärt Bygande, u.d.).

3.2.2 Dackeapp

Inventeringsappen Dacke är ett ytterligare inventeringsverktyg som är i utvecklingsskede likt CCBuild *se figur 8*. Syftet med applikationen (Dacke, Inventeringsappen, u.d.). Dokumentationen sker i applikationen där materialet fotograferas samt mäts och mätas. Informationen som läggs in blir sedan grunden för en återbruksrapport som tar med ekonomiska värden och miljöbesparingar. Applikationen är integrerad med företaget Kompanjonen som hanterar återbrukade produkter. Produkterna som inventerats läggs sedan upp på Kompanjonens marknadsplats för försäljning, som även finns tillgängligt internt inom Dacke (Kompanjonen, u.d.).



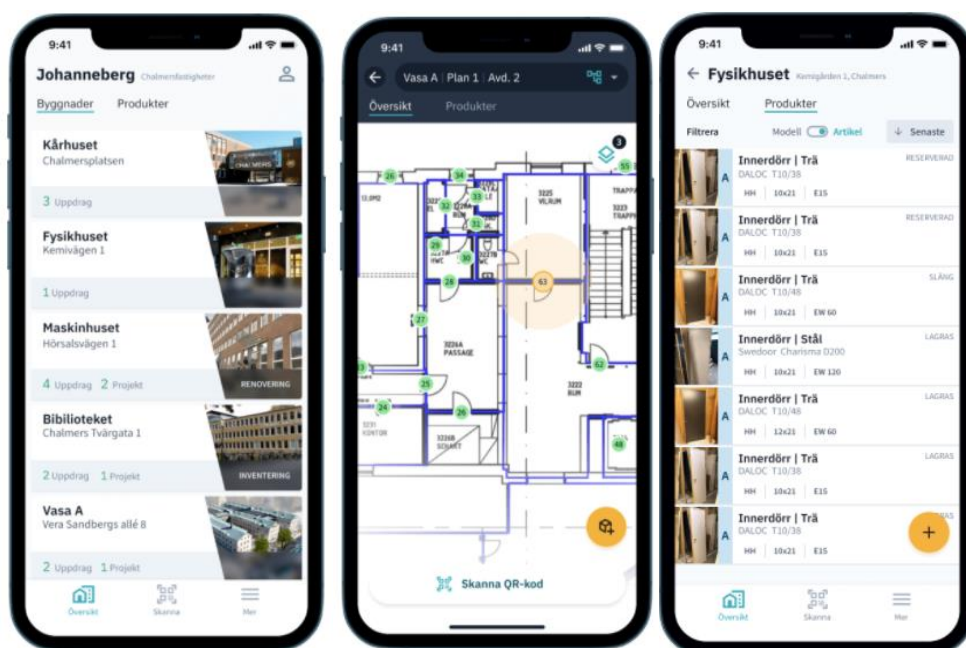
Figur 8 Dackeapp utseende (Dacke, Inventeringsappen, u.d.).

3.2.3 Palats

Palats är ett inventeringsverktyg i utvecklingsskede i form utav en applikation, *se figur 9*, skapat av ett IT företag vid namn Higate som grundar sig i Chalmers Entreprenörsskola i samarbete med Chalmersfastigheter och en återbrukskonsult. I applikationen Palats skapar företag eller organisation ett konto där man kan samla alla

sina projekt för att kunna bevara den informationen man samlar in långsiktigt. Tanken är att objekten kopplas till det faktiska beståndet vilket innebär att produkten hamnar där den är placerad fysiskt på ritningen som sedan kan publiceras i applikationen. Produkten som läggs in under inventeringen innehåller den information som är nödvändig och relevant för den produkten förklarar H. Olausson (personlig kommunikation, 30 mars 2021). Sedan kan en duplicering av objektet som inventerats på plats i byggnaden göras och placeras i en eventuell planritning. Vilket innebär att det syns på ritningen i applikationen vart vilket objekt ligger. I Palats finns möjligheten att använda sig utav en QR kod för att länka ihop den digitala med den fysiska produkten och på så sätt kan produktspecifikationer, garantier, avskrivningar och annan viktig information sparas och plockas fram när som helst. Produkternas klimatpåverkan visas även i applikationen som beräknas med informationen om material innehåll, vikt och storlek samt data ifrån boverket och finska miljöinstitutet. Informationen som samlats in i kan exporteras till Excel för vidare hantering (H. Olausson, personlig kommunikation, 30 mars 2021).

H. Olausson menar att de strävar efter att korta ner tiden som det tar att samla in informationen under inventeringen av en byggnad med designen och användandet av Palats. Ett sätt att göra detta är genom att bidra med förfyllda informationsalternativ med möjlighet att endast klicka för att fylla i information i stället för att manuellt skriva in dem i applikationen, exempelvis modulmått på dörrar. I framtiden jobbar Higate för att arbeta med autoigenkänning i applikationen där man genom bilden ska få ut typ, mått och liknande direkt utan att behöva fylla i dem manuellt (H. Olausson, personlig kommunikation, 30 mars 2021).



Figur 9 Struktur på hur Palats kan se ut på en mobil enhet (Higate, u.d.).

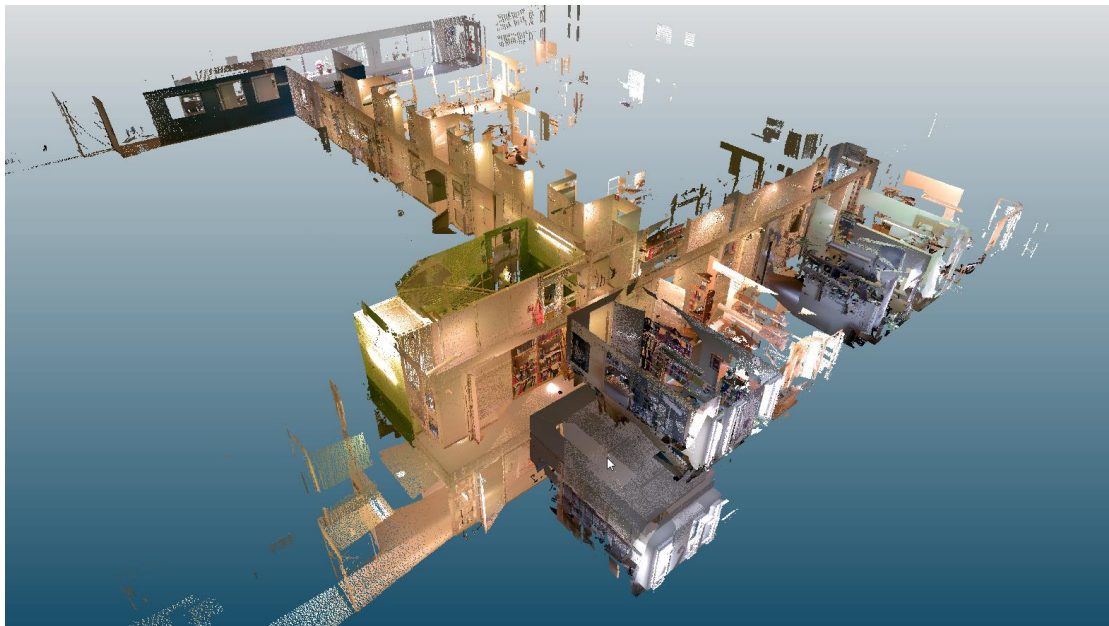
3.3 3D skanning

3.3.1 White ReCapture

White ReCapture är en tjänst som bygger på att med hjälp av 3D-Skanning som skapar punktmoln gör en inventering av byggnadens återbrukspotential inför ny- och ombyggnationer, vilket gör att man på ett kostnadseffektivt sätt kan optimera återbruksprocessen i Revit och fastställa byggnadens återbrukspotential, *se figur 10*. Tjänsten grundar sig på en metodik där man med kompetenserna som White har inom Revit och hållbarhet arbetar med datainsamling och identifiering, inventering för återbruk, modellering och rådgivning samt planering (N. Eriksson, personlig kommunikation, 24 mars 2021).

Under workshops sätter kunden tillsammans med White standarden där identifieras vilka objekt som är värda att återbruka, där olika perspektiv gällande kostnad och estetik eller klimatbesparingar diskuteras och anpassas efter kundens behov. När ett ramverk sedan tagits fram med kunden om vilka komponenter som man är intresserade av att återbruka, ritar White upp det i Revit med hjälp av punktmolnet. Detta möjliggör en exakt inmätning av objekt i en byggnad och sedan skapas en digital kopia av en byggnad som man kan gå tillbaka till för att hämta information i stället för att åka ut till fastigheten som berörs. Punktmolnen ligger sedan som en mall i Revit där White kan skapa BIM-objekt med parametrar som exempelvis syftar till återbrukspotential, demonteringsinformation eller CO₂ besparing (N. Eriksson, personlig kommunikation, 24 mars 2021).

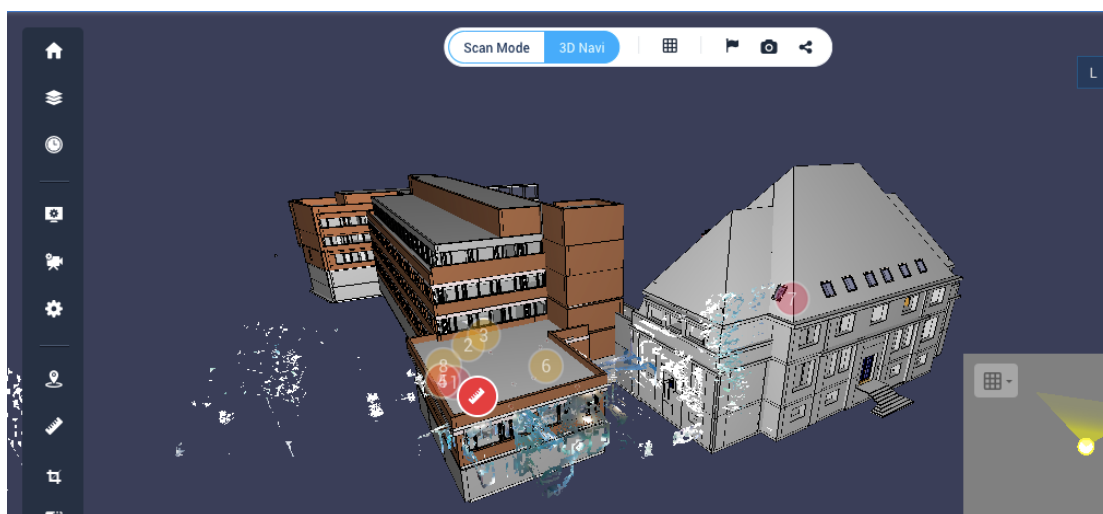
Utifrån punktmolnen kan måtten kvalitetssäkras och med bilder i 360° format blir det lättare att kvantifiera komponenterna. Eftersom informationen även är digital blir det möjligt att tillgängliggöra informationen för alla som arbetar med modellen under projektets gång men även föra vidare BIM objekten till andra projekt eller försäljning. (N. Eriksson, personlig kommunikation, 24 mars 2021).



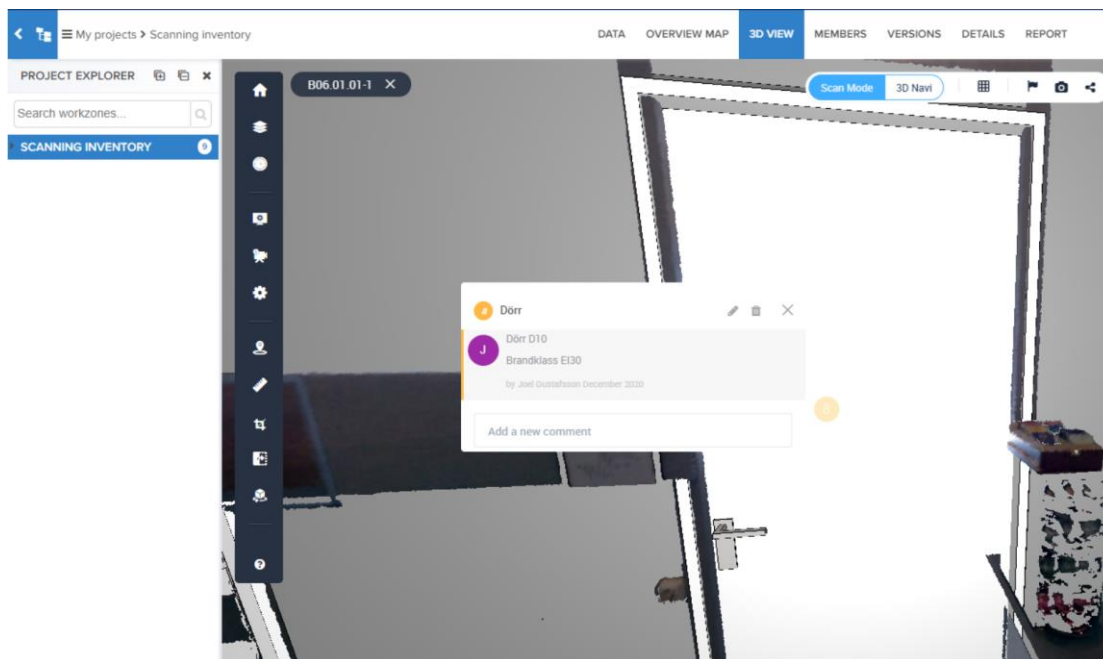
Figur 10 Struktur på en skannad byggnad som bearbetats med White ReCapture (White Arkitekter, u.d.).

3.3.2 Cintoo Cloud

Cintoo Cloud är en molnbaserad samarbetsplattform för att hantera, organisera, visa, kommentera, mäta, jämföra, dela och distribuera laserskanningsdata som kan användas vid inventering av en byggnad. I byggnaden utförs 3D- skanning, ett punktmoln skapas och detta kan sedan visas i Cintoo Cloud. I Cintoo Cloud kan punktmolnet kompletteras med mått och kommentarer som sen kan presenteras eller delas, alternativt exporteras till CAD-filer och/ eller listor utav punktmolnen i PDF-format. Med Cintoo Cloud kan återbruksinventering delvis ske löpande i punktmolnsmodellen i stället för vid ett specifikt fysiskt platsbesök. I och med att Cintoo Cloud är molnbaserat kan inventeringen göras tillgänglig för en hel projektgrupp bestående av till exempel beställare och konsulter (J. Gustafsson, Personlig kommunikation, 24 feb 2021).



Figur 11 En 3D vy i Cintoo Cloud på en skannad byggnad där en del komponenter har kommenterats och benämnts med siffror.



Figur 12 Vy i Cintoo Cloud på en inventerad dörr som är tagen på ett projekt från Norconsult AB.

4 Fallstudie: Praktiskt test av verktyg

För att undersöka och skapa en förståelse om hur en inventering går till och vilken information som nödvändigtvis samlas in med ett specifikt verktyg görs en inventering på en befintlig byggnad i form av en fallstudie. Där inventeringen endast är utövad på dörrar.

4.1 Referensbyggnad Östra Palmgrensgatan 38 förskola

4.1.1 Historia och kontext

Östra Palmgrensgatans förskola byggdes 1976 och ligger i ett villaområde i Hagen Göteborg. Förskolan har 4 avdelningar Igelkotten, Ekorren, Nyckelpigan och Fjärilen där avdelningarna är anpassade efter 1–3 år och 3–5 år. Förskolan har även en avdelning för kök och städ där de lagar mat för barnen och personalen samt en avdelning för personalen. 2007 gjordes en rengöring av alla don samt 2012 och 2017 gjordes besiktning på ventilation.



Figur 13 Förskolan Östra Palmgrensgatan 38, bild tagen från Google maps

Inventeringen skedde 2020-03-02 från kl 15:30 till 19:00 med tillstånd från rektor på förskolan.

4.1.2 Förberedelser inför inventering

Projektet är en förlängningsreivering av en förskola där syftet är att förlänga livslängden på byggnaden med minst 20 år. Förskola är byggd i suterräng med 6 avdelningar, där separering av stora och små barn finns. Reivering omföatt främst att anpassa ytor efter nutida behov och krav. Köket är undermåligt och behöver anpassas samt andra byggdelar kommer bytas ut. Förutom detta, ska även uteförråd rivas och ersättas med nytt samt ett nytt återvinningshus ska byggas.

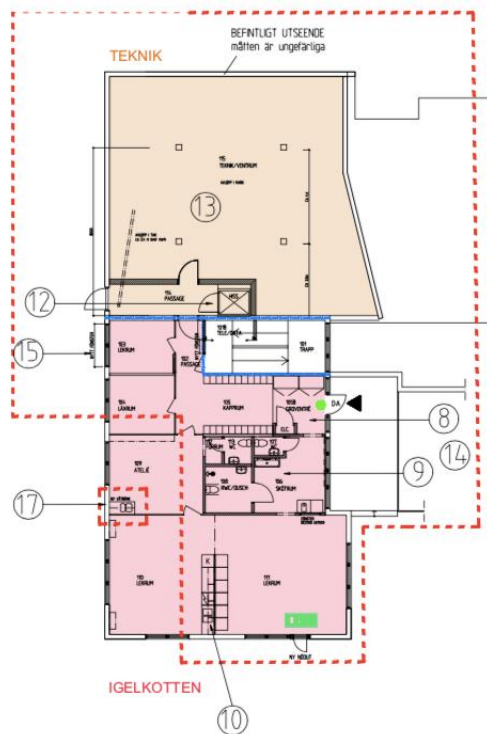
Syftet med inventeringen är att se över vilka komponenter i förskolan som går att återbruka i stället för att de ska återvinnas eller deponeras. På grund av tidsbrist väljs endast en produkttyp att inventeras på plats. Då många dörrar är planerade att bytas ut är målet att inventera dörrar och deras placering för att identifiera både befintliga och potentiella värden. Dörrar är även standardiserade med modulmått, vilket gör inventeringen lättare samt att de anses vara lättdemonterbara. På ritningarna, *figur 14 – 17*, synliggörs ändringarna som ska göras och specifikt vilka dörrar som ska rivas eller bevaras för att ommålas.

Sammanställningen av inventeringen kommer göras med hjälp av CCbuilds inventeringsrapport och Produktbanken som är kopplat till inventeringsapplikation.

4.1.2.1 Plan 1



Figur 14 Förstudie från Norconsult 2020-03-24 Plan 1 befintligt utseende

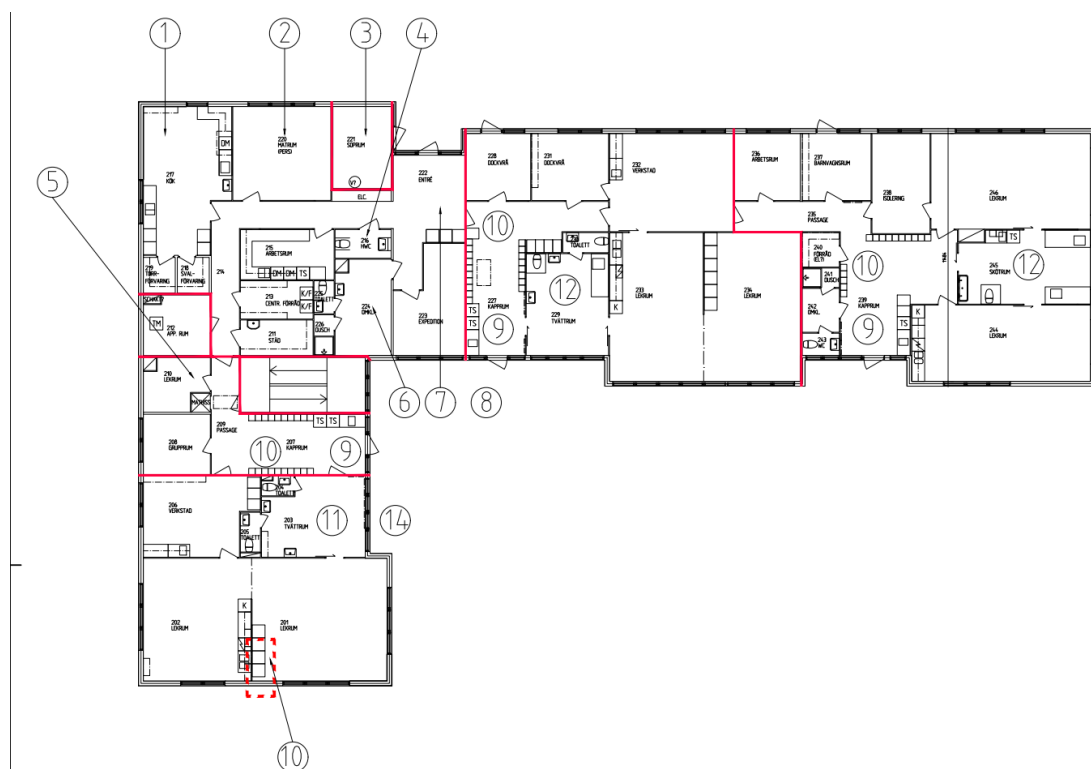


Figur 15 Förstudie från Norconsult 2020-03-24 Plan 1 nytt utseende

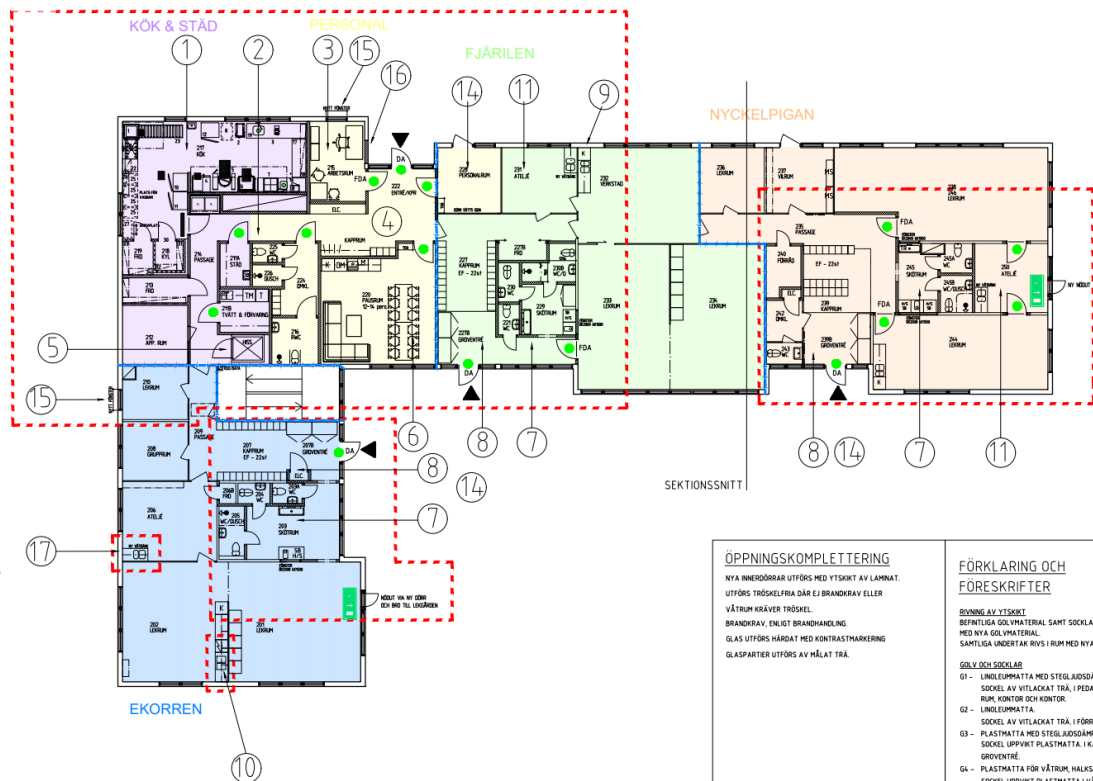
Avdelningen Igelkotten

Efter en jämförelse av ritningarna från Norconsult förstudie framgår det att totalt ska 6 utav 11 dörrar på denna avdelning bytas ut till nya. De övriga 5 dörrarna ska bevaras och endast målas om. Inga åtgärder i syfte att byta ut dörrar görs i rummet ämnad för teknik, men ett rum för passage med hiss kommer att läggas till.

4.1.2.2 Plan 2



Figur 16 Förstudie från Norconsult Plan 2 befintligt utseende, 2020-03-24



Figur 17 Förstudie från Norconsult Plan 2 nytt utseende, 2020-03-24

Avdelning Ekorren

Enligt ritningarna finns det 10 befintliga dörrar i avdelning Ekorren med jämförelse mellan figur 16 - 17 ska totalt 5 utav de befintliga dörrarna bytas ut. Där en är en klimatavskiljande dörr och en är en skjutdörr samt två WC dörrar. Placeringen skiljer sig något, då vissa utrymmen kommer att byggas om till andra användningsområden medan andra ska bytas ut och även befintliga innerdörrar som ska bevaras och målas om.

Kök & städ

I avdelningen ämnad för kök och städ ska totalt 8 utav de 10 befintliga dörrarna bytas ut. Där alla 8 är befintliga innerdörrar med en befintlig WC dörr. Här är det även 2 utrymmen med 1 dörr vardera där de befintliga dörrarna ska bevaras och målas om.

Personal

Totalt 7 utav de 8 befintliga dörrarna ska bytas ut enligt ritningarna från Norconsults förstudie. Där 2 är klimatavskiljande dörrar, ena entrédörr och andra från det befintliga soprummet. 2 utav de befintliga dörrar som ska bytas ut är WC/ duschdörrar och resterande är innerdörrar. En befintlig dörr ska bevaras och målas om.

Avdelning Fjärilen

I avdelningen Fjärilen ska totalt 4 utav de 10 befintliga dörrarna bytas ut enligt ritningarna som Norconsult tagit fram i sin förstudie. Där 2 är skjutdörrar, en innerdörr samt en klimatavskiljande dörr och en WC dörr. Resterande av de 6 befintliga dörrarna ska bevaras och målas om.

Avdelningen Nyckelpigan

I avdelning Nyckelpigan skall 9 utav de 15 befintliga dörrarna bytas. En utav de dörrar som ska byta ut är en klimatavskiljande dörr samt en är WC/duschkörr och 2 skjutdörrar. Resterande av de 6 befintliga dörrarna ska bevaras och målas om.

Övrig

Totalt är det 39 utav 64 befintliga dörrar som ska bytas ut i hela fastigheten enligt förstudien som Norconsult tagit fram 2020-03-24. Fördelningen ser ut på följande vis i tabell nedan.

Totalt antal befintliga dörrar som ska inventeras plan 2	33
Totalt antal befintliga dörrar plan 2	53
Totalt antal befintliga dörrar som ska inventeras plan 1	6
Totalt antal befintliga dörrar plan 1	11
Totalt antal befintliga dörrar som ska inventeras	39
Totalt antal befintliga dörrar	64
Totalt antal Klimatavskiljande dörrar som ska inventeras	6
Totalt antal skjutdörrar som ska inventeras	7
Totalt antal innerdörrar som ska inventeras	26

4.1.2.3 Information som ska samlas in under inventering

Underlaget för den information som ska samlas in under och efter inventeringen kommer ifrån de kriterier som CCBUILD inventeringsapplikation har för inventering. Dessa kriterier är kopplade till Gerhardsson, Loh Lindholm och Ahlms rekommendationer för återbruksinventering på *kapitel 2.2*. Den information som ska samlas in under inventeringen är följande:

- Fotografi
- Produktnamn: nummer på dörr och placering
- Produkttyp: klimatavskiljande dörr, innerdörr, skjutdörr osv
- Estetiskt skick
- Funktionellt skick
- Produktbeskrivning: kort beskrivning utav produkten
- Tillverkare
- Tillverkningsår
- Plats: Rum och plan
- Antal: om flera liknande i samma rum
- Material: trä, stål etc.
- Färg/ Finish: målad, icke målad, behandlad
- Diverse mått som innehåller: Bredd, höjd, djup, tjocklek och vikt
- BSAB nummer
- BK04 nummer
- Hängning: högerhängd, vänsterhängd

- Modulmått
- Typ: formpressad, kompakt, gammal standard
- Brandklass: A120, E1120, A60, E160 osv
- Karndjup

5 Resultat och diskussion

Under följande kapitel redovisas och diskuteras de olika moment som rapporten behandlat med tillhörande resultat för att besvara på frågeställningarna. De funderingar som uppkommit under arbetets gång tas även upp för vidare diskussion.

5.1 Nödvändig information att samla in vid återbruksinventering

Den information som är nödvändig att ta fram i inventering för återbruk av specifikt dörrar kan ses nedan i *tabell 1*. Detta resultat har samlats ifrån den analys som gjorts i de tre faserna. Däremot finns det en chans att all denna information inte är möjlig att samla in beroende på vad man vet om produkten under inventeringen samt vilket media som används för att samla in data.

Den första kolumnen i *tabell 1* nedan visar på information som behandlar objektet i sig och dess innehåll. Denna information samlas in för att ge underlag till återbrukspotentialen och de potentiella besparingarna såsom materialinnehåll, vilket är nödvändigt för att kunna räkna ut potentiell klimatbesparing. Den andra kolumnen visar på den information som behandlar objektets potential och värde. Denna information är väsentlig för att visa det potentiella värdet som kan finnas i de objekt som inventeras och agera som underlag gällande om återbruk utav dessa objekt ska genomföras eller ej. Den tredje kolumnen visar på information som behandlar objektets utmaningar och underlag för hantering utav objektet efter inventeringen. Likt den andra kolumnen är denna information också väsentlig för avgörandet om återbruk är genomförbart på dessa objekt då möjligheten att nedmontera med bibehållen kvalitet och efterarbete är en åtgärd som behöver dokumenteras och presenteras för att genomföra ett lyckat återbruk utav objekten.

Tabell 1 Tabellen visar sammanställning på nödvändig information som ska samlas in under en inventering utav dörrar och har strukturerats på detta vis med åtanke i resultat på vad som är nödvändigt att samla in i inventering för återbruk

Resultat på vilken information man nödvändigtvis ska samla in under en inventering utav dörrar		
Beskrivning utav produkt och tillgänglig dokumentation	Utvärdering av befintligt skick/rekonditioneringsbehov och återbrukspotential	Utvärdering av återbrukshinder eller utmaningar
Typ	Funktionellt skick	Risk för farligt innehåll
Antal	Estetiskt skick	Demonteringsunderlag för bibehållen kvalitet
Leverantörsinformation	Rekonditioneringsbehov	Underlag för transport
Ålder	Potentiell klimatbesparing	Underlag för mellanlagring
Modulmått	Potentiell kostnadsbesparing	
Fotografier	Potentiell minskad resursförbrukning	
Karmdjup	Minskad avfallsmängd	
Brandklass	Akustiska kvaliteter	
Färg		
Mått		
Hängning		
Ritningar		
Plats i byggnad		
Produktblad		
Glasinformation		
Livslängd		
Volym		
QR-kod eller annan koppling mellan verkliga objektet och det digitala objektet		
Individuell objektnummer/namn		
Material innehåll		
Kemiskt innehåll		

Kolumn 1 "*Beskrivning utav produkt och tillgänglig dokumentation*" i *tabell 1* ovan visar på den informationssamling som nödvändigtvis ska ske under inventeringen. Det är den data som samlas på plats i byggnaden eller i den 3D-skannade byggnaden som ska agera underlag för kolumn 2 och kolumn 3 och innehåller väsentlig information för beslutsunderlag om återbruk skall genomföras eller ej. Den data som är samlad under kolumn 1 i *tabell 1* är framtagen för specifikt dörrar då detta objekt undersöktes i fallstudien och även anknyter till underlaget som Deweerdt & Mertens (2020) tagit fram i *kapitel 2.2*. Det kan alltså innebära att exempelvis hängning som specifikt är intressant för dörrar inte är intressant eller nödvändig för inventering av innerväggar eller toaletter. Framställningen av data under kolumn 1 grundar sig i vad som litteraturstudien gav i form utav utvärdering av krav på information som inventeringen ska innehålla samt vad för information som verktygen i *kapitel 3* samlar in och vad som kunde samlas in i fallstudien med användning utav CCBuilds inventeringsapplikation.

Denna studie om återbruksinventering som begrundar sig i de tre faserna visar att det inte bara handlar om informationssamlingen under inventeringen för att lyckas med en inventering för återbruk i byggsektorn. En del data som är nödvändig för att göra återbruk ett alternativ i byggsektorn, behöver nödvändigtvis inte eller kan inte samlas in under en inventering. Därför placeras denna data i en annan kolumn, vilket visas i *tabell 1* som kolumn 2 "*Utvärdering av befintligt skick/ rekonditioneringsbehov och återbrukspotential*". Placeringen utav denna data begrundar sig i vad Gerhardsson, Loh Lindholm & Ahlm samt Deweerdt & Mertens tagit fram i *kapitel 2.2* och vad verktygen samlar utifrån *kapitel 3* samt vad fallstudien i arbete med CCBuilds inventeringsapplikation gav.

Utifrån litteraturstudien kan data gällande återbrukspotential samlas in efter inventeringen och är inte begränsad till att samlas in på plats. Vilket medför att Lokalförvaltningens bedömningsmatris då kan användas för att bestyrka valet för återbruk och ge en indikation om produktens återbrukspotential efter inventeringen. En slutsats är då att detta verktyg inte är något som används för själva inventeringen på plats, men pekar på att data som samlas under kolumn 2 i *tabell 1* nödvändigtvis samlas in efter inventeringen.

Från de applikationsbaserade verktygen såsom CCBuild, Palats och Dacke kan information om total klimatbesparing, minskad avfallsmängd, estetiskt- och funktionellt skick direkt tas fram under inventeringen. Exempelvis kan man med CCBuild inventeringsapplikation identifiera produktens skick med en skala från 1 till 5. Sedan beräknas klimatbesparingen och minskade avfallsmängden automatisk utifrån ingående data som material innehåll, vikt och storlek. Medan Palats gör denna beräkning med hjälp av data från Boverket och finska miljöinstitutet. En osäkerhet med detta är att om felaktig information samlas in på plats, exempelvis felaktigt mått, materialinnehåll samt vikt kan det medföra att beräkningarna som egentligen ska bestyrka valet till återbruk inte ger en korrekt uppfattning av återbrukspotentialen i produkten. Bristen på att kunna mäta återbruk på ett korrekt sätt med exakta mått bidrar till att det blir svårt att precisera varför återbruk är en angelägen fråga. Framför allt när det handlar om den ekonomiska lönsamheten av återbruk och den positiva klimatpåverkan som återbruk har är betydelsefull. Slutsatsen för placeringen av "*Utvärdering av befintligt skick/ rekonditioneringsbehov och återbrukspotential*" i *tabell 1* begrundar sig att kunna kvalitetssäkra informationen.

Kolumn 3 i *tabell 1 "Utvärdering av återbrukshinder eller utmaningar"* är som kolumn 2 även placerad separat då denna data likt återbrukspotentialen är nödvändig för att göra återbruk ett val i byggsektorn och är en aspekt som måste tas hänsyn till under inventeringen för att skapa underlag till utvärdering av återbrukshinder. Vid detta steg är även fler aktörer involverade och därför är det viktigt att kunna kvalitetssäkra mängder och upphandlingar med demonteringsfirmor och andra väsentliga aktörer för att kunna planera för lagerhållning, demontering och transport.

5.2 Hur inventering sker i praktik jämfört med hur det teoretiskt ska fungera.

Från litteraturstudien har den teoretiska synen på inventering analyserats och visar på att teorin med inventering för återbruk är formulerad så att informationen som samlas in är generell och inte specificerad på vilken typ utav produkt eller objekt som inventeras. Resultaten från fallstudien i *kapitel 5.3* anses säga motsatsen, beroende på objekttyp eller produkttyp som inventeras kan en del utav den information som samlas in se olika ut. Se *figur 18 & 19 samt 20 & 21* för skillnader på information som samlas under inventeringen för två olika objekt i verktyget CCBuild som använts i fallstudien.

Ny produkt

- Generell information*
- Plats / Status / Antal*
- Egenskaper
- Form
- Hantering för marknadsplats

Spara
Avbryt

Steg 1 av 5

Generell information

Projekt*

Produktkategori #1*

Produktkategori #2*

Produktkategori #3*

Produktnamn*

Om du inte anger något här skapas ett produktnamn när du sparar. Du kan ändra namnet senare

Estetiskt skick*

Funktionellt skick*

📁 Dra och släpp bilder här eller bläddra

Eget ID-nummer

Produktbeskrivning

Ursprunglig tillverkare

Artikelnummer

Tillverkningsår

GTIN

RSK

E-NR

BSAB

BK04

Filer

	Filnamn	Typ
<input type="checkbox"/>		

LADDA UPP NY FIL
Radera
Ändra

Nästa

Figur 18 skärmbild tagen från CCBuild Produktbanken som visar på generell information som samlas in under inventering av dörrar.

Ny produkt

- ⊗ Generell information*
- ✓ Plats / Status / Antal*
- ✓ Egenskaper
- ⊗ Form
- ⊗ Hantering för marknadsplats

Spara

Avbryt

Steg 1 av 5

Generell information

Projekt*

Examensarbete Olivia & Malak

Produktkategori #1*

Stomme

Produktkategori #2*

Vägg

Produktkategori #3*

Betongvägg

Produktnamn *

Betongvägg

Om du inte anger något här skapas ett produktnamn när du sparar. Du kan ändra namnet senare

Estetiskt skick*

☆☆☆☆ Estetisk skick

Funktionellt skick*

☆☆☆☆ Funktionellt skick

📁 Dra och släpp bilder här eller bläddra

Eget ID-nummer

Eget ID-nummer

Produktbeskrivning

Produktbeskrivning

Ursprunglig tillverkare

Ursprunglig tillverkare

Artikelnummer

Artikelnummer

Tillverkningsår

Uppskattat tillverkningsår

GTIN

GTIN

RSK

RSK

E-NR

ENumber

BSAB

BSAB

BK04

BK04

Filer

Filnamn

Typ

LADDA UPP NY FIL

Radera

Ändra

- Generell information
- Plats / Status / Antal
- Egenskaper
- Form
- Hantering för marknadsplats

Egenskaper

Glastyp
 Ej angivet Lamellglas Härdglas Härd-/lamellglas Klar-/planglas

Glastjocklek (mm)
 Ej angivet 3 4 5 6 - 6,76 8 - 8,76 10 - 10,76 12,76

Glasmödel
 Ej angivet 2-glas 3-glas 2-glas isolerglas 3-glas isolerglas Spegelglas

Hängning
 Ej angivet VH HH UVH UHH IVH IHH

Modulmått
 Ej angivet 6×21 7×21 8×21 9×21 10×21 11×21 12×21 13×21 14×21 15×21 16×21
 17×21 18×21 19×21 20×21

Ljudreduktion (dB)
 Ej angivet 25 30 35 40 45 50

Brandklass
 Ej angivet A120 EI120 A60 EI60 EI45 B30 EI30 A90 EI240

Brandgästighet Sa/S200
 Ej vald Ja Nej

Karmdjup (mm)

Färg

Figur 20 Skärmbild tagen från CCBUILD Produktbanken som visar skillnad på information som hanterar egenskapen hos det inventerade objektet dörrar.

Ny produkt

- Generell information*
- Plats / Status / Antal*
- Egenskaper
- Form
- Hantering för marknadsplats

Steg 3 av 5

Egenskaper

Inga egenskaper för vald produkttyp

Figur 21 Skärmbild tagen från CCBUILD Produktbanken som visar skillnad på information som hanterar egenskapen hos det inventerade objektet betongväggar.

För att lyckas med en återbruksinventering i ett stort projekt lägger litteraturstudien stor vikt på att kommunikationen mellan de inblandande aktörerna som fastighetsägaren, arkitekter, återbrukskonsulter och demonteringsfirmor. Där en tydlig målbild gällande de inventerade produkterna ökar chansen för att ett lyckat projekt. I praktiken är detta viktigt då allt grundar sig i att fastighetsägaren ger behörighet till inventeringen och där arkitektens ritningar skapar underlag på vad som ska inventeras. Även efter inventeringen är aktörer inblandade för att diskutera resultaten från inventeringen och ta fram en handlingsplan. Att därför ha återbruk i åtanke redan vid planeringen och projekteringen av en byggnadsutformning underlättas arbetet med inventeringen för återbruk vid ett senare skede.

Den teoretiska synen på inventering för återbruk i litteraturstudien är mestadels riktad mot manuell inventering och väldigt lite är utforskat kring inventering för återbruk med laserskanning och punktmoln likt White ReCapture inventeringsmetodik. Men där användandet av BIM som ett hjälpmedel för att effektivisera återbruk blivit större. Genom att kunna inkludera egenskaper gällande återbruk för varje byggmaterial i en

BIM-modell blir det lättare att hitta information som kan vara nödvändig för framtida återbruk. Arbetet vid en inventering av en befintlig byggnad kan även underlättas om en kombination av laserskanning och BIM-modellering görs med den manuella inventeringen på plats.

En stor del av den manuella inventeringen handlar om att mäta och ta fram de underlag som behövs vid projekteringen på plats. Där den mänskliga faktorn är avgörande för att få med sig korrekt information. Inte sällan händer det att man mäter fel eller räknar antalet fel, vilket kan göra att komplikationer utifrån geometrin uppstår vid projekteringen. Men det handlar även om att det tar för mycket tid att gå fram och tillbaka och inventera för att fel uppstått under den tidigare inventeringen. Att därför vid den fysiska inventeringen på plats kombinera 3D-skanning och BIM-modellering i den digitala inventeringen kan värden adderas, vilket bidrar till att man enklare kan kvantifiera och kvalitetssäkra besluten under projektering och till beställaren. Det möjliggör även att en inventering kan genomföras vid olika stadier, beroende på vilka objekt som ska inventera. Inredning inventeras ofta vid ett tidigt stadie medan stommar och väggar inventeras vid ett senare skede parallellt med demonteringen. Detta gör processen mer effektiv och på sikt kan kostnaderna minska. Inventering för återbruk är ingen genombrytande ny innovation, utan är en idé som har blivit mer eftertraktat genom byggnadssektorns försök till att klimatkompensera, där huvudfokus till stor del handlar om hur man på sikt kan effektivisera processen med digitala verktyg.

5.3 Vilken information som tas fram genom CCBuild och resultat från fallstudien

Inventeringen på förskolan gjordes på dörrarna av typen innerdörrar, ytterdörrar, skjutdörrar och WC-dörrar, där skicket på dörrarna varierade men där variationen utav dörrarna var få, med 6 typer utav dörrar som var indelade i 2–3 olika typer utav modulmått. Somliga innerdörrar kunde identifieras var äldre än andra genom dörrarnas modell och skick. Ett fåtal dörrar hade även dörrtillbehör som trycke och klämskydd. Några dörrar som enligt ritningarna skulle finnas var borttagna eller igensatta.

Ytterdörrarna varierade i färg och var av tyngre och kraftigare material med dörrtillbehör såsom klämskydd, karmventil, sparkplåt, trippellåshus och dörrstängare. Ett fåtal ytterdörrar hade även en dörrhållare med fjäder. Precis som innerdörrarna varierade skjutdörrarna i skikt, från skavningar i färg till hål i det yttre skiktet. Skjutdörrarnas skena var täckt med en trälist. Det saknades även markering på de flesta dörrar. Men ett ställe där markering hittades var uppe på övre kanten på ett dörrblad med ett antal siffror och bokstäver som inte kunde tydjas. Denna markering kan ses på bilder i *Bilaga 1*.

Sammanlagt tog det 3 timmar att inventera dörrarna. Utav de 3 timmarna tog det ca 2,5 timmar att inventera 15 dörrar utav olika dörrtyp och modulmått med CCBuilds inventeringsverktyg. Därefter tog det 30 minuter att inventera resterande dörrar och strukturera upp dem under sin respektive dörrtyp. Under inventeringen samlades inte all information som står formulerat under kapitel 4.1.2.3. Då tillgången på den informationen inte fanns. Det som inte kunde samlas in var:

- Tillverkningsår, då dörrarna var målade ett flertal gånger under dess tid i byggnaden hittades inte någon markering som visade ålder samt ingen information från ritningar eller diverse handlingar.

- BSAB, detta var något som inte togs in under inventeringen då det bara inventerades dörrar som har samma BSAB kod, men om inventering gjorts på flera olika typer utav produkter/material hade detta tagits i åsyn. Detsamma gällde även för BK04.
- Brandklass, markeringar saknades på de dörrar som inventerades. På de dörrar som var placerade på brandavskiljande väggar fanns dock denna information, men ingen utav de samtliga dörrarna skulle rivas.
- För dörrar med glaspartier skulle även glastyp, glastjocklek och glasmodell samlas in. Informationen om detta saknades dock på de dörrar som inventerades.

Utmaningar med verktyget CCBUILD som uppstod under inventering var följande:

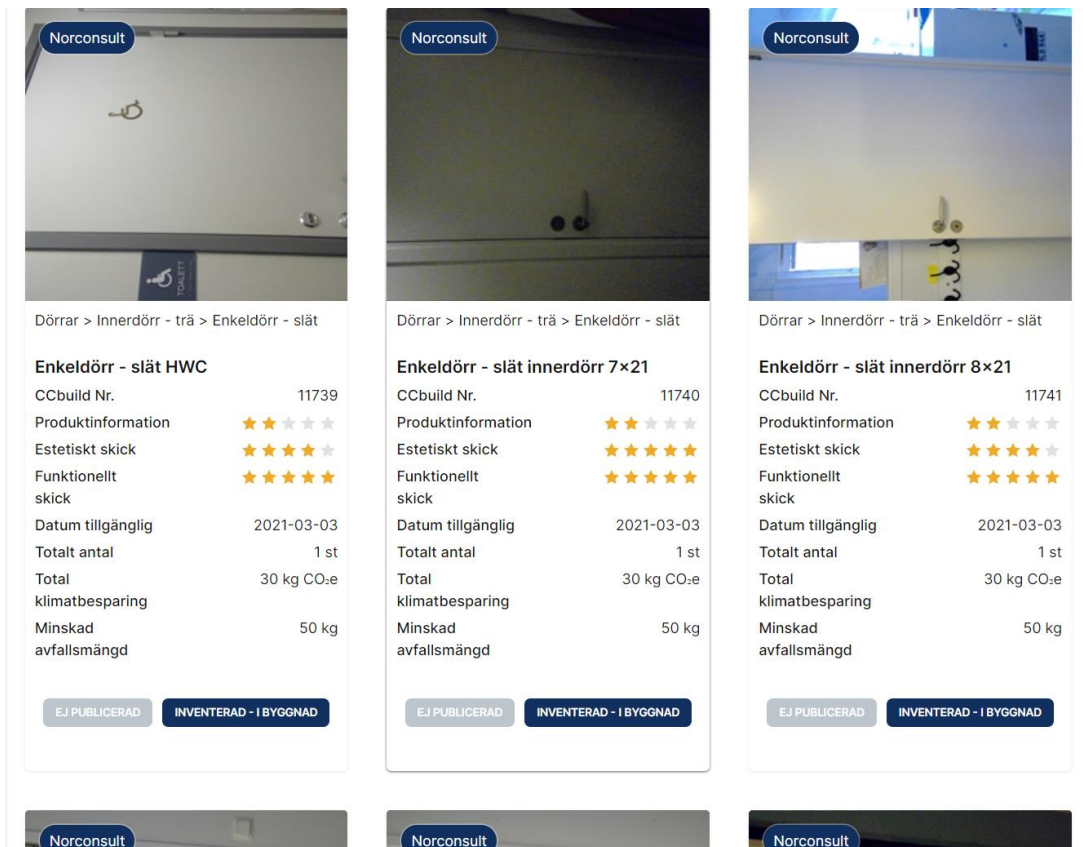
- Var tvungen att fylla i en viss typ utav information innan man kunde fortsätta i formuläret. Den informationen kunde försvinna ibland, vilket gjorde att man fick gå tillbaka och lägga in den informationen igen. Detta skapade fördröjning i arbetet under inventeringen.
- I verktyget fanns en funktion att duplicera inventerade produkter i syfte till att påskynda processen. Men det uppstod problem med att duplicera informationen då den sparade informationen som lades in i originalet förlorades från duplikationen, vilket medförde att det tog längre tid att duplicera än att lägga till en helt ny dörr självständigt.
- Om man ville lägga till samma dörrtyp i flera rum kunde innehållet av information såsom, funktionellt skick, estetiskt skick och produktbeskrivning inte ändras.

5.3.1 Sammanställningen utav resultatet från inventeringen

Sammanställningen utav resultatet från inventeringen gjordes på två sätt. Ena var i CCBUILD Produktbanken, enligt 5.2.1.1. Sedan gjordes ytterligare en sammanställning via Produktbankens inventeringsrapport som CCBUILD framställt i Excelformat som tydliggörs i 5.2.1.2. Båda dessa sätt att sammanställa den informationen som samlades under inventeringen har sina styrkor och svagheter, men de kan även vara ämnade för olika aktörer beroende på hur informationen som samlas in behandlas. Dessa styrkor och svagheter diskuteras vidare under respektive stycke nedan.

5.3.1.1 Sammanställning i CCBUILD produktbanken

Under inventeringen kunde sammanställningen av de inventerade dörrarna ske löpande genom CCBUILDs digitala tjänst i Produktbanken som är synkroniserad med CCBUILD inventeringsapplikation. Vid inventering av en specifik produkt som är kopplat till Produktbanken får produkten en egen flik som innehåller nödvändig information enligt kapitel 4.1.2.3. Dessa flikar är även strukturerade efter vilket objekt som inventerades först och inte i alfabetisk ordning eller efter dörrtyp och/eller modulmått.



Figur 22 Upplägget i CCBUILD produktbanken taget som en skrämbild på den digitala plattformen där flikarna som innehåller varje dörr visas.

Man kan sedan välja att gå in mer detaljerat på en flik och se den information som kunde samlas in under inventeringen som är indelad i kategorier generell information, plats/status/antal, egenskaper, form och hantering för marknadsplatsen, se figur 22 för struktur på den digitala plattformen.

Efter att ett objekt hamnat på Produktbanken finns alternativet att publicera objektet i Marknadsplatsen för försäljning. Där visas vilka produkter som inventerats, vilket skick och annan information som tex färg och bild på produkten. CCBUILD har skapat en plats för insamling utav de inventerade objekten och en marknadsplats där köpare och säljare kan mötas. Själva produktbanken är kopplade till enskilda företag eller organisationer som har kopplat upp sig på CCBUILD, vilket gör att den information som visas på figur 22 & 23 endast är tillgänglig inom den organisationen eller företaget som äger kontot som projektet är kopplat till.

The screenshot shows the CCBUILD Produktbanken interface. At the top, there is a navigation bar with 'ÖVERSIKT', 'PROJEKT', 'PRODUKTER', 'ORGANISATIONSADMIN', 'VÄRDEANALYS', and 'HJÄLP'. A search bar is also present. The main content area displays the product 'Enkeldörr - slät innerdörr 8x21' with a small image and buttons for 'DUPLICERA', 'FLYTTA', and 'RADERA'. Below this is a 'Generell information' section with a form containing fields for 'Produktnamn', 'Projekt', 'Produktkategori #1', 'Produktkategori #2', 'Produktkategori #3', 'Estetiskt skick', and 'Funktionellt skick'. The form is partially filled with data.

Figur 23 Struktur på en enskild dörr i CCBUILD Produktbanken tagen som en skärmbild.

Sammanställningen utav resultat ifrån fallstudien gav både fördelar och nackdelar beroende på vilken aktör resultaten är ämnade för. Sammanställningen genom Produktbanken ansågs vara ämnad för hantering utav parter som jobbar i samma företag då informationen samlades på ett konto som är kopplat till ett företag eller organisation. Att därför sammanställa informationen på detta sätt kan vara svårt om behovet att dela informationen till externa aktörer är större.

5.3.1.2 Inventeringsrapport i form utav Excel

Efter inventeringen sammanställdes informationen som samlades under inventeringen med CCBUILDS verktyg till en inventeringsrapport i form utav ett Excel ark genom CCBUILD Produktbanken, *figur 24*, utformning utav ett blad. Detta Excel ark är strukturerat så att varje blad är indelat i dörrtyp som exempelvis skjuddörrar, ytterdörrar, halvglasdörrar osv. Informationen som skrevs in i verktyget strukturerades upp i kolumner, där varje dörr har sin rad med sin respektive information. Det som däremot inte kom med vid exporteringen till Excel var informationen som manuellt själv skrev in i produktbeskrivning under inventeringen. Även bilder som togs under inventering kom inte med. Detta medförde att man manuellt fick lägga till en kolumn med namn "kommentarer" och skapa ett eget separat blad med bilder på dörrar strukturerat i respektive rum samt övriga detaljer på dörrtillbehör. Bilder lades till i Excelarket för att underlätta användningen och tillgängligheten av den information som togs fram under inventeringen för framtida aktörer. Då man eventuellt inte får tillgång till bilderna och informationen i CCBUILD verktyget. Excel arket struktur och innehåll kan ses under *Bilaga 1*.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	ÅTERBRUKSINVENTERING				ENKELDÖRR - SLÄT										
2															
3		PLACERINGAR			GRUNDLÄGGANDE PRODUKTEGENSKAPER										
4															
5	ÄLVSBERG 270:5				Antal	Status	Estetiskt sk	Funktion	Enhet (måt	Bredd	Höjd	Djup	Diameter	Tjocklek	Enhet (vikt)
6		216			1	Inventerad - i byggnad	4	5	920	2040					kg
7		241			1	Inventerad - i byggnad	5	5	620	2040					kg
8		238			1	Inventerad - i byggnad	4	5	720	2040					kg
9		240			1	Inventerad - i byggnad	4	5	720	2040					kg
10		244			1	Inventerad - i byggnad	4	5	820	2040					kg
11		230			1	Inventerad - i byggnad	3	5	620	2040					kg
12		204			1	Inventerad - i byggnad	3	5	620	2040					kg
13		205			1	Inventerad - i byggnad	3	5	620	2040					kg
14		219			1	Inventerad - i byggnad	4	5	800	2100					kg
15		220			1	Inventerad - i byggnad	4	5	820	2040					kg
16		224			1	Inventerad - i byggnad	4	5	910	2100					kg
17		225			1	Inventerad - i byggnad	5	5	710	2100					kg
18		226			1	Inventerad - i byggnad	5	5	710	2100					kg
19		108			1	Inventerad - i byggnad	3	5	710	2100					kg
20		107			1	Inventerad - i byggnad	4	5	620	2040					kg
21															
22															
23															
24															

Figur 24 visar inventeringsrapport i Excelformat som togs ner från produktbanken på CCBuils digitala plattform från fallstudien som visar den generella strukturen på ett blad. Vidare kan Excelfilens totala struktur läsas i Bilaga 1.

Sammanställningen i Excel-format hade även sina fördelar och nackdelar. Den stora nackdelen var att en del information som samlades in under inventeringen saknades och att strukturen på Excel-arket var i behov av efterjusteringar för att uppnå en välstrukturerad fil. En tydlig fördel med att sammanställa genom Excel är att formatet är känt för de flesta aktörer och anses användas flitigt i branschen. Detta gör delningen utav information enkel, men kan kräva efterarbete beroende på vad aktörerna vill få ut utav inventeringen. Något som ansåg saknas var bilder och annan visuell dokumentation som kan vara viktig för beslut utav återbruk.

Svårigheterna med inventering och att identifiera existerande material för återbruk är att kunna identifiera var dessa material finns och i vilken kvantitet. Att därför kunna sammanställa information via Produktbanken anses ändå vara till en fördel som utvecklat ett väletablerat system gällande en digital marknadsplats, där det sökta materialet enkelt kan hittas. Detta bidrar även till att marknaden för att köpa återbruk öppnas där aktörer inom byggbranschen enkelt kan hitta produkter, med ett bra pris och en klimatbesparing i koldioxidekvivalenter som tydligt visar vinsten med att använda återbruk jämfört nyinköpt. Dock kan det anses vara tidskrävande att få in korrekt och exakt information med kvalitetssäkra mått, där det finns förbättringspotential gällande hur Marknadsplatsen är uppbyggd. Marknadsplatsen kan uppfattas vara ämnad till privatpersoner då kvantiteten av antalet produkt produkter är låg, vilket gör det svårt för större företag att användas sig av de produkter som finns samt att väsentlig information som behöver finnas med i projekteringen kan saknas. Detta på sikt gör det svårt för större företag att dra nytta av de produkter som finns på marknadsplatsen.

5.4 Diskussion av metod

Valet av att utföra en kvalitativ undersökning i form av en fallstudie och litteraturstudie gav en analysenhet samt en djupgående och detaljerad kunskap kring ämnet där frågeställningarna kunde besvaras. Något som dock kunde ha varit bra för att få en större inblick i hur byggsektorn arbetar med inventering för återbruk samt vilka idéer och tankar olika aktörer har kring detta ämne är om urvalet av intervjuer hade varit större. Vilket möjligtvis hade resulterat i att svaren på frågeställningen "Hur går

inventering till i praktiken jämfört med hur det teoretiskt sätt ska fungera?" utvecklats mer. Enligt A. Bryman (2016) utgör en undersökning som grundar sig på intervjuer ett attraktivt alternativ, när det handlar om insamling av kvalitativa data. Därför anses att användandet utav intervjuer bidragit till en mer evaluerad studie.

Att finna litteratur som berörde ämnet inventering av befintliga byggnader för syftet återbruk med de använda sökord var komplicerat. För att mestadels av litteraturen som påträffades handlade främst om återvinning av byggnadsmaterialen och inte om återbruk som är det högre steget i avfallshierarkin. Utöver detta påträffades även en större del utav litteratur behandla design för återbruk i byggsektorn, med detta menas hur en byggnad ska designas med strukturella möteskopplingar, materialval, m.fl. för att lättare kunna utvinna och återbruka materialen i byggnaden. Den litteratur som behandlade detta ämne ansågs därför inte vara relevant i stora mängder då fokuset i vår studie ligger på återbruk i redan existerande byggnader.

Litteraturstudien gav en djupare förståelse och kunskap till ämnet som bidrog till att slutsatser och resultat kunde dras, där den kunskapen som samlades låg till grund för resultaten på frågeställningen *"Vilken information är nödvändig att ta fram i en inventering för återbruk?"*. Det är rimligt att resultaten som är grundade i litteraturstudien hade sätt annorlunda ut om andra sökord hade använts. Men då ämnet som studerades är relativt smalt anses det finnas brist på andra relevanta sökord och således ge andra resultat. Även om den litteratur som hittats och analyserats har visat sig vara ung och modern med artiklar från 2018 och 2020 har de dessvärre inte fått med den nya utvecklingen för inventering av återbruk i byggsektorn.

En analys av verktyg för inventering av återbruk i en byggnad genomfördes som komplement till litteraturstudien och bidrog till en förståelse om vilka verktyg som existerar på marknaden och hur dessa verktyg arbetar, samt vilka olika verkställande sätt det finns att inventera en byggnad på. Analysen av verktyg gav en förståelse på var problematiken ligger med inventering idag och låg som grund för resultaten på frågeställningen *"Hur går inventering till i praktiken jämfört med hur det teoretiskt sätt ska fungera?"* tillsammans med litteraturstudien. En utmaning som noterades under arbetets gång var lokaliseringen av verktyg för återbruksinventering och beroende på vilka verktyg som analyseras kan resultaten ändras. Då ämnet som behandlas i rapporten är relativt nytt och verktygen för inventering av återbruk i en byggnad var många under utvecklingsstadiet, ansågs de valda verktygen vara de som är relevanta för den svenska marknaden under den tidpunkt som arbetet genomfördes. Dessa verktyg kan alltså komma att ändras eller utvecklas i framtiden samt nya verktyg med andra arbetssätt eller metodiker kan anträffas. Tillvägagångssättet att samla in information om de olika verktygen skildes sig från verktyg till verktyg och detta kan möjligt ha påverkat resultaten i studien. Vilket även gjort det svårt att skapa en tydlig uppfattning om hur applikationerna och verktygen verkligen fungerar.

Fallstudien gav oss en förståelse för de olika moment som innefattas vid en inventering av en befintlig byggnad samt hur ett verktyg för inventering fungerar i praktik och vilka förbättringsåtgärder som finns. Inventeringen valdes att endast genomföras på dörrar vilket möjligtvis påverkar resultatet på frågeställningen *"Vilken information kan tas fram genom CCBuilds inventeringsapplikation?"*. Valet att endast inventera dörrar kan ha bidragit att resultaten i fallstudien är specificerad på dörrar som endast är en byggprodukt utav många i en byggnad. Därför anses en fallstudie med flera

byggprodukter kunna lägga grund för ett mer övergripande resultat och diskussion som möjligtvis hade gett en större inblick och perspektiv kring ämnet. En annan aspekt som hade kunnat ändra utkomsten från fallstudien är valet på verktyg som användes. CCBuilds inventeringsapplikation valdes i denna studie då detta verktyg diskuterades i tidiga stadier och ansågs vara det verktyg som var tillgängligt och tillräckligt utvecklat under den tidsomfång fallstudien genomfördes. Det hade varit intressant om flera inventeringsverktyg testades i samma fallstudie för att kunna kvalitetssäkra jämförelsen mellan dem och resultatet ut från fallstudien men detta var ej möjligt att genomföra under arbetets gång.

Arbetet har fördelats jämnt, där moment som krävt diskussion eller närvaro har dessa gjorts tillsammans, resterande har arbetet delats upp där båda parterna har arbetat enskilt för att sedan kontrolleras utav den andra. Detta tillvägagångsätt anses ha fungerat då båda parter arbetar och strukturerar upp sitt arbete på olika sätt och i olika hastighet samt även ibland olika tidpunkter. Men den konstanta återkopplingen har bidragit till att båda parter medverkat i denna studie och dess utformning. Avgränsningarna som har tagits i åtanke har grundat sig i vad som var rimligt under arbetets tidsomfång och vad som ansågs vara rimligt för studien och dess mängd.

6 Avslutning

Huvudfrågeställning *“Hur återbruksinventeras en befintlig byggnad?”* togs fram under tidigt stadie och formulerades sedan ner till tre mindre frågeställningar. Dessa tre frågeställningar besvarades och diskuterades i rapporten och utifrån de resultaten och den kunskap som arbetet gett visar på två aspekter på hur en befintlig byggnad ska återbruksinventeras. Den första indikerar på att för att lyckas med inventering för återbruk i byggsektorn sätts underlag för beslutshandlingen på informationen som samlas, därför krävs det att informationen är tillräckligt tydlig och genomgående. Samt att informationen tydliggörs för alla inblandade aktörer för att en kvalitetssäkrad besluthandling ska kunna tas. Den andra indikerar på att för att minska tidsomfånget och den mänskliga faktorn som existerar vid dagens inventering, behöver en digitalisering i form av verktyg för inventering och/ eller digitala metodiker för inventering tas i kraft. Som då kan effektivisera och kvalitetssäkra inventeringen och göra återbruk ett tydligare och enklare val vid ombyggnad eller rivningsprojekt.

Byggsektorn är komplex som under många år arbetat med att fram universella krav och standarder för att effektivisera och kvalitetssäkra byggnadsverk och andra byggnationer. Men trots sina mängder standarder och byggnadskrav så anses det saknas ett krav eller standard för återbruksinventering. Nyligen har man formulerat att kontrollplanen som innehåller farlig avfallshantering även ska inkludera vad som är återbruksbart. Men trots detta finns bara ett fåtal standarder som visar på hur denna information ska tas fram och arbetas med för att faktiskt återbruka materialen och använda dessa i andra projekt.

Som nämnts i rapporten, är inventering för återbruk ingen ny innovation, men eftersom väldigt få krav eller standarder sätts på inventering gör det att inventering för återbruk uppfattas som rörigt och komplicerat där företag sätter sina egna standarder med sina egna krav på information. Detta anses skapa en förvirring i branschen som kan orsaka till att återbruk av befintliga byggnader ej görs i den mängd som är möjlig. Därför bör det finnas en eller ett flertal standard för inventering, så att det blir enkelt och lättillgängligt att återbruka då det annars finns risk att det tar den lättare vägen och deponeras.

Under arbetets gång har ett antal ämnen och fortsatta studier påkommit som är intressanta att studera vidare. Som nämnts ovan existerar ingen standard för återbruksinventering, en vidare undersökning kring detta hade varit att bygga upp en standard. Genom underlag från olika aktörers arbetsgångar. Autoigenkännande verktyg är ett sätt att digitalisera inventeringen i framtiden, där ett program automatisk känner igen objektet och lägger automatiskt in parametrar för objektet, som minskar tidsomfånget för inventeringen och på så sätt kan sänka kostnaderna. Detta arbetssätt är relativt nytt inom byggsektorn, men det anses finnas potential inom inventering för återbruk och hade varit ett intressant ämne att studera vidare på. En vidare undersökning för att utveckla och förstå ämnet mer hade varit om en jämförelse mellan en mer svår demonterbar struktur och en lättare demonterbar struktur gjorts. Denna jämförelse hade kunnat ge svar på dagens problematik med att inventera strukturella objekt som väggar och balkar. Även skillnaden på en enklare och en svårare återbruksbar produkt samt om det är ekonomiskt försvarbart och/ eller klimatfördelaktigt att använda sig återbruksbara produkter.

7 Referenser

- Allwood, J. M., Ashby, M. F., Gutowski, T. G., & Worrell, E. (2011). *Material efficiency: A white paper, Resources, Conservation and Recycling, Volume 55, Issue 3*. Science Direct.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.11.002>.
- Andersson, J., Gerhardsson, H., Stenmarck, Å., & Holm, J. (2018). *Potential och lösningar för återbruk på svenska kontor*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.
- Boverket. (den 30 december 2020). *Kontrollplan*. Hämtat från Boverket:
<https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/lov--byggande/byggprocessen/kontrollplan/>
- Boverket. (den 17 februari 2021). *Bygg- och fastighetssektorns uppkomna mängder av avfall*. Hämtat från
<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/avfall/>
- Bryman, A. (2016). *Samhällsvetenskapliga metoder*. Malmö: Liber AB.
- Byggföretagen. (2019). *Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning*. Sverige: Byggföretagen. Hämtat från
<https://byggforetagen.se/app/uploads/2020/01/190520-Resurs-och-avfallshantering-vid-byggande-och-rivning.pdf>
- Byggföretagen. (u.d.). *Bilagor till Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning 2019*. Hämtat från Bilaga 1 - Lista över farligt avfall - FA-lista:
<https://byggforetagen.se/bilagor-till-resurs-och-avfallsriktlinjer-vid-byggande-och-rivning-2019/>
- CCBuild, Centrum för Cirkulärt Byggande. (u.d.). *inventeringsapp*. Hämtat från
<https://www.ccbuild.se/digitala-tjanster/inventeringsapp/>
- CCBuild, Centrum för Cirkulärt Byggande. (u.d.). *Marknadsplats*. Hämtat från
<https://www.ccbuild.se/sv/digitala-tjanster/marknadsplats/>
- CCBuild, Centrum för Cirkulärt Byggande. (u.d.). *Metod för värdeanalys av återbruk*. Hämtat från Hjälpsida:
<https://ccbuild.se/sv/marknadsplats/hjalp>
- CCBuild, Centrum för Cirkulärt Byggande. (u.d.). *Organisation*. Hämtat från
<https://ccbuild.se/om-oss/organisation/>
- CCBuild, Centrum för Cirkulärt Byggande. (u.d.). *Produktbank*. Hämtat från
<https://www.ccbuild.se/digitala-tjanster/produktbank/>
- Dacke, Inventeringsappen. (u.d.). *Inventeringsapp Dacke*. Hämtat från
<https://dackeapp.se/>
- Deweerd, M., & Mertens, M. (2020). *A guide for identifying the reuse potential of construction products*. Brussel: Interreg, North-West Europe, FCRBE.
- Ejlertsson, A., Loh Lindholm, C., Green, J., & Ahlm, M. (2018). *Cirkulär ekonomi i byggbranschen*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet AB. Hämtat från
<https://www.ivl.se/download/18.14bae12b164a305ba11aa53/1535448825219/C338.pdf>
- EPA, United States Environmental Protection Agency. (den 12 november 2020). *Sustainable Management of Construction and Demolition Materials*. Hämtat från
<https://www.epa.gov/smm/sustainable-management-construction-and-demolition-materials#salvaging>

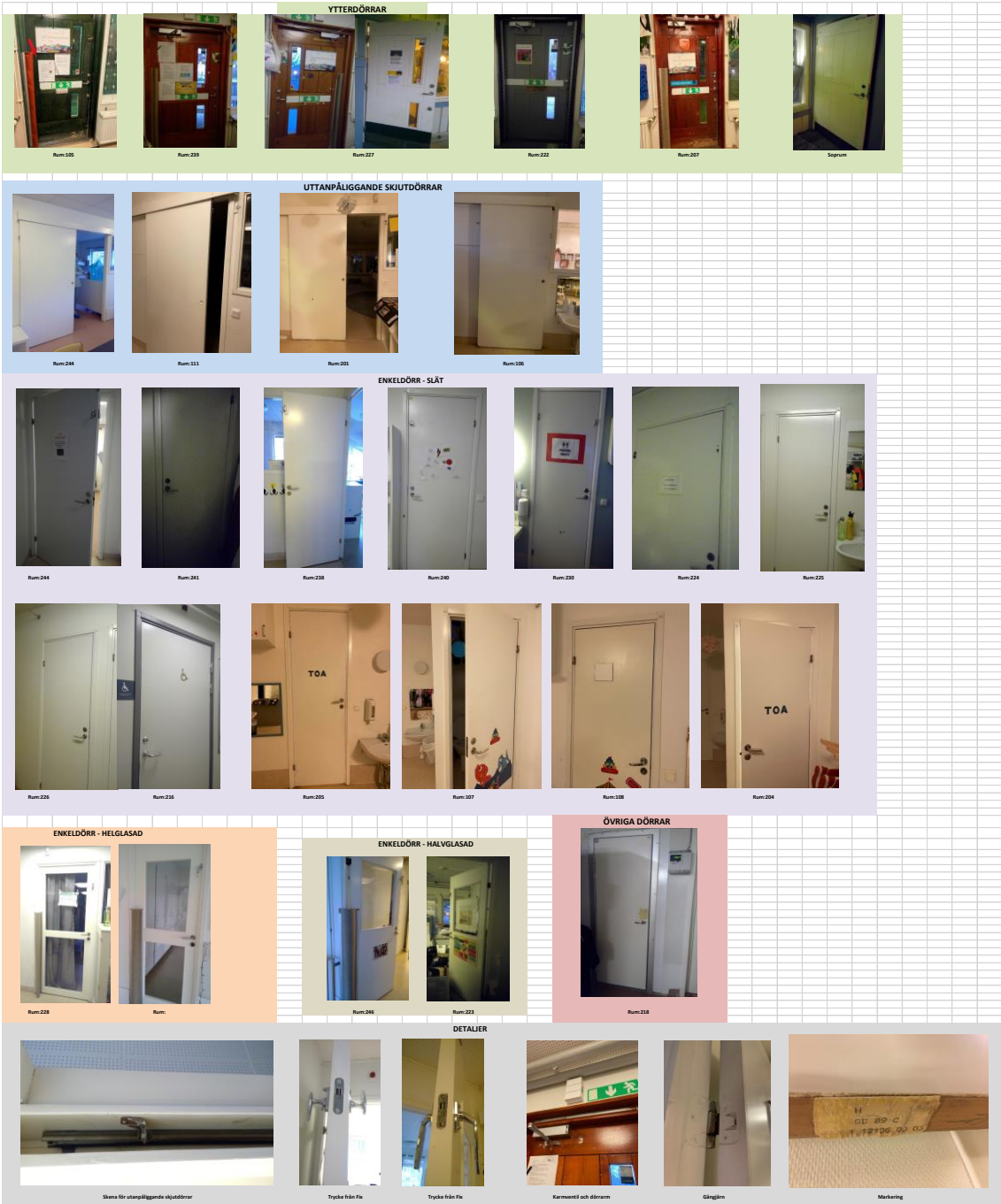
- Gerhardsson, H., Loh Lindholm, C., & Ahlm, M. (2019). *Arbetssätt för ökat återbruk i lokalanpassningar; b*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet AB. Hämtat från <https://www.ivl.se/download/18.20b707b7169f355daa7829c/1562231130220/B2351.pdf>
- Gerhardsson, H., Ryding, S.-O., & Loh Lindholm, C. (2019). *Framtidsscenario 2030: cirkulär upphandling i bygg- och rivningsprojekt, c*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet AB. Hämtat från <https://www.ivl.se/download/18.750c4ff616ee993d83ca8b/1576744270492/C465.pdf>
- Gorgolewski, M., & Morettin, L. (2009). *Process of Designing with Reused Building Components*. Ryerson University, Toronto, Canada, Department of Architectural Science. Rotterdam: In-house publishing. Hämtat från <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB14291.pdf>
- Göteborgs Stad. (2020). *Dags att bygga och riva cirkulärt!* Göteborg: Göteborgs Stad. Hämtat från <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/d0600675-8e9c-4522-9984-4783c65d9a07/Slutrapport+Upphandlingskrav+f%C3%B6r+cirkul%C3%A4ra+fl%C3%B6den+i+bygg-+och+rivningsprocessen.pdf?MOD=AJPERES>
- Higate. (u.d.). *Palats*. Hämtat från <https://www.higate.se/>
- Hradil, P., Talja, A., Wahlström, M., Huuhka, S., Lahdensivu, J., & Pikkuvirta, J. (2014). *Re-use of structural elements; Environmentally efficient recovery of building components*. Finland: VTT Technical Research Centre of Finland . Hämtat från <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2014/T200.pdf>
- Johansson, B. (2018). *Arkitektens Återbruksmetodik*. White Research Lab 201719. Sverige: Centrum för cirkulärt byggande. Hämtat från https://ccbuild.se/media/k0jmhhee/wrl_arkitektens_%C3%A5terbruksmetodik_2018.pdf
- Kompanjonen. (u.d.). *Återbruksinventering*. Hämtat från Våra tjänster: <https://www.kompanjonen.se/vara-tjanster/>
- Miliute-Plepiene, J., Almasi, A. M., & Hwargård, L. (2020). *Återanvändning av bygg och rivningsmaterial och produkter i kommuner*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet AB. Hämtat från <https://www.ivl.se/download/18.34244ba71728fcb3f3f936/1591705295479/B2370.pdf>
- Prop. 2019/20:156. (u.d.). *Genomförande av EU-direktiv på avfallsområdet*. Hämtat från <https://data.riksdagen.se/fil/9994F94A-C060-4A07-9DD5-53AED522F019>
- Roper, W. E. (2006). *Strategies for building material reuse and recycle*. Fairfax: Int. J of Enviromental Technology and Management. doi:<http://dx.doi.org/10.1504/IJETM.2006.009000>
- Thormark, C. (2008). *Projektera för DEMONTERING & ÅTERVINNING*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.
- Tucker, R., & Park, J. (2016). *Overcoming barriers to the reuse of construction waste material in Australia: a review of the literature*. International Journal of Construction Management. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/15623599.2016.1192248>

White Arkitekter . (u.d.). *White ReCapture*. Hämtat från
<https://whitearkitekter.com/se/white-recapture/>
World Green Building Council. (u.d.). *New report: the building and construction
sector can reach net zero carbon emissions by 2050*. Hämtat från
[https://www.worldgbc.org/news-media/WorldGBC-embodied-carbon-
report-published#_ftn1](https://www.worldgbc.org/news-media/WorldGBC-embodied-carbon-report-published#_ftn1)

8 Bilaga 1

ENKELDÖRR - HALVGLASAD																								
GRUNDLÄGGANDE PRODUKTTEGNSKAPER																								
Antal	Status	Estetskt/släck	Funktion	Enhet (mått)	Bredd	Höjd	Djup	Diameter	Tjocklek	Enhet (vikt)	Vikt	Foto	Glasstyp	Glasstjocklek	Glasmodell	Hängning	Modulmått	Juddreduktion	Brandklass	Brandgastätthet (S1/S20)	Kärmdjup	Färg	Tillverkare	ÖVRIGT
1	Inventerad - Byggnad	5	5		820	2030	2030			kg		Ja			Spiegelglas	IHI	9x21				70	vit		Klämskydd, Fikabrukens trycke, Dörrblad, 820x2030, Rum 246
1	Inventerad - Byggnad	3	5		820	2030	2030			kg					Spiegelglas	IHI	9x21				70	vit		Klämskydd, Fikabrukens trycke, Dörrblad, 820x2030
1	Inventerad - Byggnad	3	5		820	2030	2030			kg		Ja			Spiegelglas	IHI	9x21				70	vit		Klämskydd, Fikabrukens trycke, Dörrblad, 820x2030, Slem i skicket
1	Inventerad - Byggnad	5	5		820	2030	2030			kg		Ja			Spiegelglas	IHI	9x21				70	vit		Klämskydd, Fikabrukens trycke, Dörrblad, 820x2030

ÅTERBRUKSVÄRDERING		UTANFÄLIGGANDE SKAUTDÖRR		GRUNDFÄRGANDE PRODUKTGRUPPAR		ÖVRIGT																		
PÅCENNINGAR	ANAL	Status	Estetiskt skick	Funktion	Enhet (m)	Bredd	Höjd	Djup	Diameter	Tjocklek	Enhet (stk)	Vikt	Färb	Material	Glastyp	Glasmodell	Hängning	Ljudreduktion	Breddklass	Kamddjup	Färg	Omgivning/Klimat	Tillverkare	Kommentar
ALVSBORG 2705	2/4	1. I tvärsnitt - i byggnad	4	4	4	910	2100				kg	0	0	Trä/MDF					70	70	Vit	Inomhus		Skjutdörr med utsläppsläggande skena, avskåvad i färg. Överbladet 20x20x06. Rum 244
	2/1	1. I tvärsnitt - i byggnad	3	4	4	910	2100				kg	0	0	Trä/MDF					70	70	Vit	Inomhus		Skjutdörr med utsläppsläggande skena, avskåvad i färg. Överbladet 20x20x09. Rum 244
	2/9	1. I tvärsnitt - i byggnad	4	4	4	910	2100				kg	0	0	Trä/MDF					70	70	Vit	Inomhus		Skjutdörr med utsläppsläggande skena, avskåvad i färg. Överbladet 20x20x06. Rum 244
	1/1	1. I tvärsnitt - i byggnad	4	4	4	910	2100				kg	0	0	Trä/MDF					70	70	Vit	Inomhus		Skjutdörr med utsläppsläggande skena
	1/06	1. I tvärsnitt - i byggnad	4	4	4	910	2100				kg	0	0	Trä/MDF					70	70	Vit	Inomhus		Skjutdörr med utsläppsläggande skena
	2/3	2. I tvärsnitt - i byggnad	4	4	4	910	2100				kg	0	0	Trä/MDF					70	70	Vit	Inomhus		Skjutdörr med utsläppsläggande skena



INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH
SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se



CHALMERS