



CHALMERS



Linjärt eller cirkulärt installationselement?

Livscykelänkande i praktiken

Examensarbete inom Samhällsbyggnadsteknik, högskoleingenjör

NAJIB MEHERDEL
RANI NAGGAR

**INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR MILJÖSYSTEMANALYS**

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2026
www.chalmers.se

Linjärt eller cirkulärt installationselement?

Livscykel­­tänkande i praktiken

NAJIB MEHERDEL
RANI NAGGAR

TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
Avdelning för miljösystemanalys
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2026

Linjärt eller cirkulärt installationselement?
Livscykelänkande i praktiken

NAJIB MEHERDEL
RANI NAGGAR

© NAJIB MEHERDEL, 2026
© RANI NAGGAR, 2026

Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Sverige
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Bilden visar ett modulbyggt FTX-aggregat, ett ventilationsaggregat med från- och tilluft samt värmeåtervinning. Aggregatet används för att återvinna värme från frånluften och överföra den till tilluften, vilket bidrar till bättre energieffektivitet i byggnader. Bild: FTX-aggregat.jpg av Congus, via Wikimedia Commons (<https://sv.wikipedia.org/wiki/Fil:FTX-aggregat.jpg>), licensierad under Creative Commons Erkännande-DelaLika 4.0 Internationell (CC BY-SA 4.0).

Ingen ändring har gjorts. Licens: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.sv>.

Göteborg, Sverige 2026

Linjärt eller cirkulärt installationselement?
Livscykel­ tänkande i praktiken

NAJIB MEHERDEL
RANI NAGGAR

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Klimatförändringarna är en av vår tids största globala utmaningar. För att bromsa utvecklingen och minska utsläppen av växthusgaser har Europeiska unionen (EU) tagit fram en omfattande klimat- och miljöpolitik. I centrum för omställningen står den europeiska gröna given som har som mål att EU ska bli klimatneutralt senast 2050 (EU-kommissionen, 2023). Ett viktigt verktyg är livscykel­ tänkande som är ett tankeverktyg för att utvärdera produkter och tjänsters miljöbelastning och en utgångspunkt för cirkulärekonomi. I en cirkulärekonomi förväntas produkter, material och resurser cirkulera länge i produktionssystemen genom att återanvändas, repareras och återvinnas. (Naturvårdsverket, 2023).

Byggsektorn har en särskilt stor påverkan på både klimat och resurser. Den kallas ofta för 40% branschen, skapar 40% avfall, använder 40% av energin och använder 40% av materialen. I Sverige står byggbranschen för omkring 22 procent av växthusgasutsläppen och producerar ungefär en tredjedel av allt avfall (Boverket, 2025). Här spelar tekniska installationer, som ventilation, VVS och el, en nyckelroll. Systemen byts ofta ut flera gånger under en byggnads livslängd, men är i dag sällan utformade för att kunna återbrukas eller återvinnas effektivt.

Syftet med studien är att analysera hur produkterna kan miljöanpassas, med målet att identifiera möjliga designförändringar som underlättar framtida reparationer, demontering och återanvändning. För att nå detta syfte har en kvalitativ intervjustudie genomförts med intressenter som på olika sätt är involverade i produktlivscykeln exempelvis tillverkar­ företag, teknikkonsulter och fastighetsförvaltare. Studien är avgränsad till aktörer verksamma inom byggbranschen i Göteborgsregionen, vilket ger ett lokalt perspektiv på både utmaningar och möjligheter i den cirkulära omställningen.

En viktig slutsats från studien är att många installationselement i dag är utvecklade för ett linjärt användande, där produkterna används en gång och sedan kasseras. Det gör det svårt att demontera dem utan att de skadas, samtidigt som det ofta saknas tydlig dokumentation om vilka material som ingår. För att skapa cirkulära system behöver LCT (livscykel­ tänkande) tillämpas på hela livscykeln redan i design fasen vilket kommer att påverka arbets­ sätt och samverkan i produktkedjan.

Nyckelord: Installationselement, cirkulär ekonomi, dematerialisering, livscykel­ tänkande

ABSTRACT

NAJIB MEHERDEL
RANI NAGGAR

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola

ABSTRACT

Climate change is one of the most pressing global challenges of our time. To mitigate its impact and reduce greenhouse gas emissions, the European Union has developed an extensive climate and environmental policy framework. At the core of this transition is the European Green Deal, which aims to make the EU climate-neutral by 2050. A key approach in this transition is Life Cycle Thinking, which serves as a framework for evaluating the environmental impact of products and services and forms a foundation for the circular economy. In such an economy, products, materials, and resources are kept in use for as long as possible through reuse, repair, and recycling.

The construction sector has a particularly significant impact on both climate and resource use. Often referred to as the “40% sector,” it accounts for roughly 40% of waste, energy use, and material consumption. In Sweden, the construction industry is responsible for approximately 22% of greenhouse gas emissions and generates about one-third of total waste. Technical installations such as ventilation, plumbing, and electrical systems play a crucial role. These systems are frequently replaced during a building’s lifespan but are rarely designed for efficient reuse or recycling.

The purpose of this study is to analyze how products can be environmentally adapted, with the aim of identifying design changes that facilitate future repair, disassembly, and reuse. To achieve this, a qualitative interview study was conducted with stakeholders involved in different stages of the product lifecycle, including manufacturers, engineering consultants, and property managers. The study focuses on actors within the construction sector in Gothenburg Region, providing a local perspective on both challenges and opportunities in the circular transition.

A key finding is that many installation components are currently designed for linear use, where products are used once and then discarded. This makes disassembly difficult without causing damage, and documentation of material content is often lacking. To enable circular systems, Life Cycle Thinking must be applied across the entire lifecycle already in the design phase, which in turn requires changes in working methods and greater collaboration across the product value chain.

Keywords: Installation elements, circular economy, dematerialization, life cycle thinking

Förord

Detta arbete har utförts av Najib Meherdel och Rani Naggar som examensarbete inom Samhällsbyggnadsteknik, högskoleingenjör, vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg. Arbetet har skrivits inom institutionen Teknikens ekonomi och organisation och omfattar 15 högskolepoäng.

Vi vill rikta ett varmt tack till vår handledare och examinator Anna Nyström Claesson, universitetsadjunkt vid Chalmers tekniska högskola, som med kort varsel tog sig an detta arbete och bidrog med värdefull vägledning, konstruktiv återkoppling och stöd under hela processen.

Vi vill även tacka de företag och personer som har medverkat i studien och tagit sig tid att delta i intervjuer samt dela med sig av sina erfarenheter och perspektiv. Er medverkan har varit mycket betydelsefull för arbetets genomförande.

Slutligen vill vi tacka vår opponent Nikola Jakjimoski för värdefulla synpunkter och konstruktiva kommentarer, som har bidragit till att utveckla och förbättra arbetet.

Göteborg, april 2026

Najib Meherdel, Rani Naggar

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	1
ABSTRACT	2
Förord	4
1 Inledning	7
1.1 <i>Frågeställningar</i>	7
2 Ämnesöversikt	7
2.1 <i>Livscykel tänkande perspektiv</i>	7
2.1.1 LCT i praktiken, cirkulärt eller linjärt?	8
2.1.2 Flödesscheman som hjälpmedel för att analysera och synliggöra cirkulära materialflöden	9
2.1.3 EPD:er	10
2.2 <i>CE, dematerialisering och Re-strategier</i>	11
2.2.1 Cirkulär ekonomi.....	11
2.2.2 Dematerialisering.....	11
2.2.3 Re-strategier	12
2.3 <i>Installationsbranschen</i>	14
2.3.1 Installationselement	14
2.3.2 VVS-system.....	16
2.3.3 Ventilationssystem	16
2.3.4 FTX-system	16
2.3.5 VA-system.....	17
2.3.6 Elinstallationer.....	17
2.3.7 Brand- och säkerhetssystem	17
2.3.8 Intressentanalys	17
3 Metod	19
3.1 <i>Datainsamling</i>	19
3.1.1 Skriftliga källor	19
3.1.2 Intressentanalys och intervjuer	20
3.2 <i>Databearbetning av intervjuer och EPD:er</i>	22
3.2.1 Bearbetning av intervjuer.....	22
3.2.2 Bearbetning av EPD:er.....	23
4 Resultat	24
4.1 <i>Intervjuer</i>	24
4.1.1 Aktörernas medvetenhet	24
4.1.2 Aktörernas intresse	25
4.1.3 Aktörernas strategier	25
4.1.4 Aktörernas uppfattning om hinder	26
4.1.5 Intressentperspektiv på design och lösningar.....	27
4.1.6 Förutsättningar för återbruk	28

4.2 EPD-baserade beräkningar av klimatpåverkan	29
4.2.1 Sanitetskeramikens klimatpåverkan i livscykelns olika skeden	29
4.2.2 FTX-aggregatets klimatpåverkan i livscykelns olika skeden	30
5 Analys	31
5.1 Hur långt kan man komma med dematerialisering inom installationselement?.....	31
5.1.1 Funktion	31
5.1.2 Kvalitet	31
5.1.3 Livslängd.....	32
5.2 Är installationsföretag redo för reparerade och återbrukade element?.....	32
5.2.1 Spårbarhet	33
5.2.2 Ansvar och risk.....	33
5.2.3 Samverkan	34
5.3 Vilka åtgärder är mest avgörande för att övergå från ett linjärt till ett cirkulärt livscykelperspektiv inom installationsteknik?.....	35
5.3.1 Kortsiktiga åtgärder i projektering och genomförande.....	35
5.3.2 Långsiktiga åtgärder: omställning av design, system och affärsm modeller	37
6 Diskussion	39
6.1 Styrkor och svagheter	39
6.1.1 Litteratur inom området	39
6.1.2 Metodval	39
6.1.3 Avgränsningar och antaganden	39
6.1.4 Tillförlighet till och trovärdigheten av data	40
6.1.5 Åtgärdernas allmänna giltighet.....	40
6.2 Studiens bidrag i relation till tidigare forskning	40
6.2.1 Kunskap studien bidragit med	41
6.2.2 Resultat som motsäger tidigare studier	41
7 Slutsats.....	42
7.1 Förslag på fortsatta studier.....	42
AI-deklaration	43
Referenser	44

1 Inledning

Bygg och fastighetssektorn är en av de största klimatpåverkande sektorerna i Sverige. Den står för cirka 22 procent av landets totala utsläpp av växthusgaser, där en betydande andel kommer från tillverkning och användning av byggmaterial och tekniska installationer. Trots att mycket fokus hittills har legat på energieffektivitet i byggnader, ökar behovet av att även minska klimatpåverkan kopplad till byggnaders material och komponenter inte minst installationselement som ofta byts ut snarare än återbrukas (Boverket, 2025).

En mer hållbar hantering av installationselement kräver ett skifte från linjärt till cirkulärt byggande, där material och produkter designas för längre livslängd, enklare reparation och återanvändning. Genom att tillämpa ett livscykelerspektiv kan man identifiera vilka delar av en produkts livsförlopp som har störst miljöpåverkan och därmed var det finns störst potential att förbättra exempelvis genom dematerialisering eller förändrad produktdesign (Naturvårdsverket, 2023). Syftet med studien är att undersöka hur installationselement kan bli mer cirkulära för att kunna föreslå praktiska design lösningar för återbrukssystemen som bidrar till högre resurseffektivitet.

Studien är avgränsad till Göteborgsregionen, där intervjuer och undersökningar har genomförts med lokala företag inom installationsbranschen. Fokus ligger på installationselement i byggnader med särskild inriktning på FTX-ventilationssystem och sanitetskeramik såsom tvättställ och toaletter. Dessa valdes eftersom de både har en betydande miljöpåverkan i tillverkningsfasen och ofta byts ut flera gånger under en byggnads livslängd, vilket gör dem särskilt relevanta för att analysera möjligheter till cirkulära lösningar.

Genom att koppla teoretiska perspektiv till konkreta erfarenheter från branschaktörer är målet att bidra med ny kunskap om möjligheter och utmaningar för en mer cirkulär praxis inom installationsteknik. Andra installationer såsom el, brand och VA-system behandlas endast översiktligt för att ge ett bredare sammanhang men ingår inte i studiens huvudsakliga analys.

1.1 Frågeställningar

- Hur långt kan man komma med dematerialisering inom installationselement?
- Är installationsföretag redo för reparerade och återbrukade element?
- Vilka åtgärder är mest avgörande för att övergå från ett linjärt till ett cirkulärt livscykelerspektiv inom installationsteknik?

2 Ämnesöversikt

2.1 Livscykelänkande perspektiv

Livscykelänkande, eller LCT (Life Cycle Thinking), är ett sätt att förstå och hantera en produkts eller tjänsts miljöpåverkan under hela livscykeln. Det innebär att man tar hänsyn till varje steg från råvaruutvinning, via produktion, transport och användning, till dess att produkten kasseras, återvinns eller går till avfall. Målet är att fatta mer informerade beslut för att minska den totala miljöbelastningen, snarare än att bara fokusera på en enskild fas i livscykeln (Boverket, 2024).

2.1.1 LCT i praktiken, cirkulärt eller linjärt?

Livscykel tänkande är särskilt användbart i situationer där man fattar beslut som påverkar miljön långsiktigt, såsom vid produktutveckling, miljöstrategier eller offentlig upphandling. Sammanfattningsvis innebär livscykel tänkande att man ser hela bilden från början till slut och väger in miljöpåverkan i varje steg. Det är ett viktigt verktyg i arbetet för att skapa mer hållbara produkter, tjänster och samhällen.

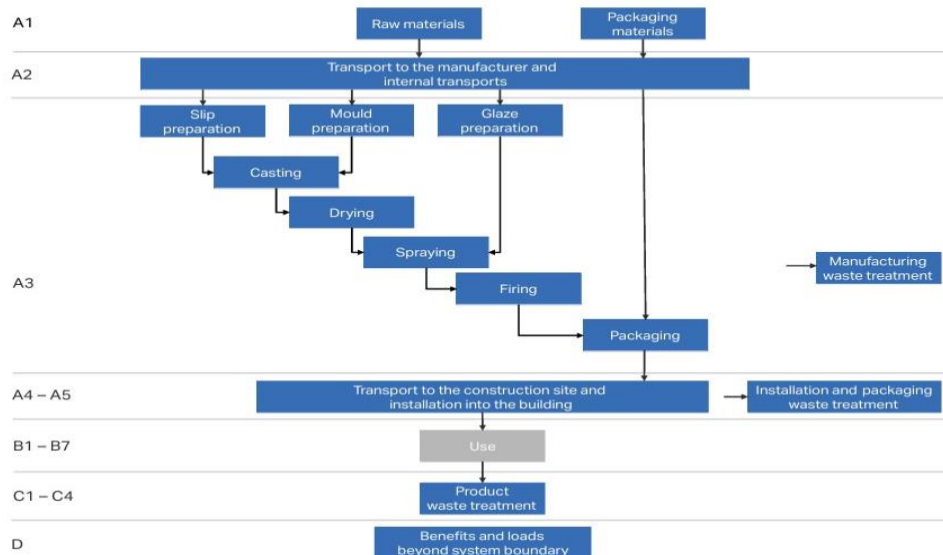
LCT är ett verktyg för miljöförbättring eftersom det visar på sambanden mellan olika delar av en produkts livscykel. En förändring i ett led kan få oväntade effekter i ett annat. Till exempel kan det verka miljövänligt att byta till ett återvunnet material, men om det ökar energiförbrukningen under produktionen kan den totala klimatpåverkan bli större. Genom att tänka livscykelbaserat får man en mer rättvisande bild av vad som faktiskt är hållbart (European Environment Agency, 2020).

Syftet med LCT är att identifiera och minimera negativ miljöpåverkan genom att flytta fokus från lokala eller tillfälliga förbättringar till systematiska och långsiktiga lösningar. Tillvägagångssättet bidrar till att undvika så kallad problemförskjutning, där en åtgärd som minskar påverkan i ett led kan orsaka större belastning i ett annat. Genom att tillämpa LCT blir det möjligt att fatta mer hållbara beslut, baserade på helhetsbedömningar snarare än isolerade insatser.

Livscykel tänkande (LCT) utgår från att en produkts miljöpåverkan bör bedömas utifrån hela dess livscykel, från råvaruutvinning och produktion till användning och slutlig hantering. Ett vanligt sätt att tillämpa detta synsätt är genom livscykelanalys (LCA), där utsläpp, energianvändning och resursförbrukning inventeras och analyseras i olika livscykelfaser (figur 1). Utifrån flödesschemat i figur 1 kan energiflöden som bidrar till miljöpåverkan identifieras. LCA kan även användas för att hitta så kallade "hotspots", det vill säga processer eller faser med särskilt stor miljöpåverkan, vilket gör det lättare att prioritera effektiva förbättringsåtgärder (Naturvårdsverket, 2021).

Ett livscykelperspektiv används ofta genom livscykelanalys (LCA), en metod där man inventerar och analyserar utsläpp, energianvändning och resursförbrukning i varje livscykelfas (figur 1). Ur flödesschemat nedan (figur 1) identifieras energiflöden som kan bidra till miljöpåverkan. LCA kan också hjälpa till att identifiera så kallade "hotspots" dvs processer med störst miljöpåverkan vilket i sin tur gör det lättare att vidta effektiva förbättringsåtgärder (Naturvårdsverket, 2021).

MANUFACTURING PROCESS



Figur 1. Visar ett flödesschema över en tillverkningsprocess, strukturerat enligt livscykelns olika faser för sanitetskeramik, A1-D. (Geberit, 2023).

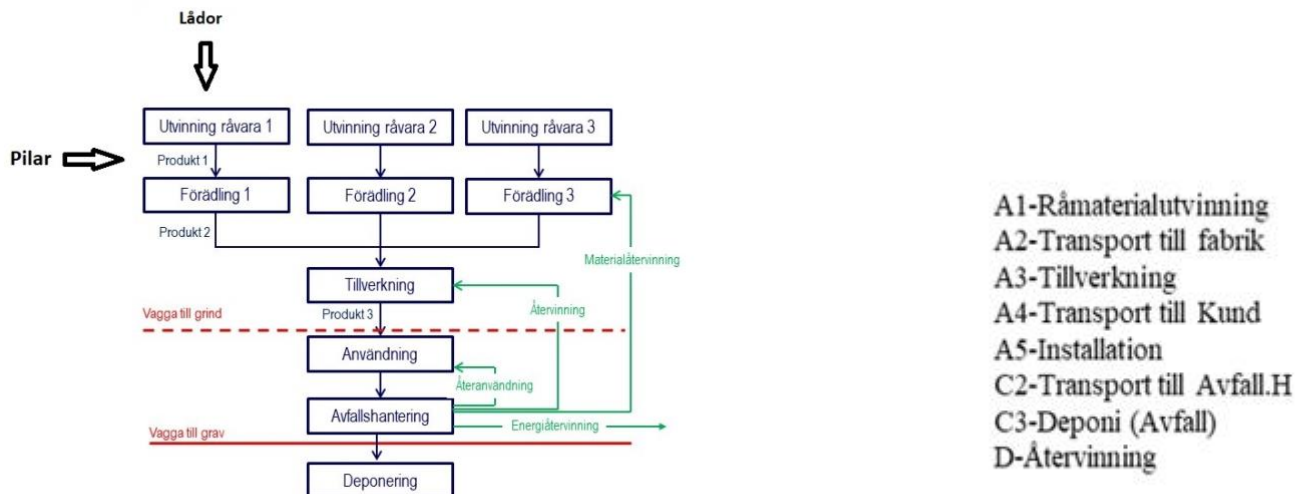
2.1.2 Flödesscheman som hjälpmedel för att analysera och synliggöra cirkulära materialflöden

Flödesscheman används för att beskriva och analysera hur material och produkter rör sig genom olika steg i en produktions eller livscykel. Genom att visualisera processer och materialflöden i diagramform blir det möjligt att skapa en tydlig överblick över annars komplexa samband, vilket gör flödesscheman till ett vanligt verktyg vid planering, dokumentation och processutveckling (Lucidchart, u.å.). I diagrammen representerar lådorna de aktiviteter där material bearbetas, medan pilar illustrerar hur materialet transporteras och omvandlas mellan olika processer fram till en färdig produkt (figur 2). Ur flödesscheman kan även energiflöden identifieras, vilket bidrar till att synliggöra faktorer som påverkar en produkts totala miljöpåverkan (figur 1).

Flödesscheman har en central funktion vid analys av cirkulära system där fokus ligger på att behålla material i användning så länge som möjligt. Processer som möjliggör slutna kretslopp, exempelvis återbruk och återvinning gör det möjligt att föra materialet tillbaka in i produktionssystemet. När material cirkulerar på detta sätt minskar behovet av ny råvara samtidigt som mängden avfall reduceras vilket leder till ett mer effektivt resursutnyttjande (Endress & Hauser, u.å.). Detta kan ställas i kontrast till ett linjärt livscykeltänkande där resurser utvinns, produceras, används och därefter kasseras utan att återföras till kretsloppet vilket leder till ökad resursförbrukning och avfallsmängder (Naturvårdsverket, 2024).

När LCA används i praktiken behöver analysen avgränsas genom tydliga systemgränser. Dessa systemgränser avgör vilka delar av produktens livscykel som inkluderas i studien. Vanliga avgränsningar är vagga till grav, vagga till grind och vagga till vagga (Zacharia, 2025). Vagga till grav omfattar hela kedjan från råvaruutvinning till hantering efter användning, medan vagga till grind begränsar analysen till produktionsfasen fram till färdigtillverkad produkt (figur 3). Ett vagga-till-vagga perspektiv inkluderar

däremot återvinning och återföring av material till nya produktionscykler, där material betraktas som en fortsatt resurs snarare än som avfall (Rockpanel, u.å.). Detta synsätt ligger till grund för cirkulär ekonomi, vars mål är att förlänga materialens och produkternas livslängd genom kontinuerlig cirkulation inom systemet.



Figur 2. Visar den generella bilden av ett flödesschema för ett livscykel tänkande.

2.1.3 EPD:er

En Environmental Product Declaration (EPD), eller miljövarudeklaration, är ett standardiserat dokument som redovisar en produkts miljöpåverkan baserat på en livscykelanalys (LCA). EPD:er definieras i grunden av internationella standarder, framför allt ISO 14025 (ISO, 2006), medan EN 15804 används som en europeisk tillämpningsstandard inom byggsektorn (SIS, 2012). Genom dessa standarder skapas ett enhetligt och strukturerat sätt att arbeta med byggmaterial, vilket möjliggör jämförbarhet mellan produkter och bidrar till transparens i miljöbedömningar.

En EPD innehåller vanligtvis en beskrivning av produkten och dess användningsområde, samt redovisning av relevanta miljöpåverkanskategorier såsom klimatpåverkan, energianvändning och vattenförbrukning. För att säkerställa tillförlitlighet och transparens måste en EPD dessutom genomgå tredjepartsgranskning enligt kraven i ISO-standarderna (ISO, 2006). EPD:er används därmed som ett verktyg för att möjliggöra miljömässiga jämförelser, hållbar upphandling och inom certifieringssystem, samtidigt som de inte innebär något värdeomdöme om produktens kvalitet utan enbart redovisar dess faktiska miljöpåverkan (Boverket, 2024).

Den livscykelanalys som ligger till grund för en EPD kan kopplas direkt till det flödesschema i figur 1. I EPD delas livscykelns in i modulerna A1 till D. I den inledande fasen (A1) utvinns råvaror, vilket i flödesschemat motsvarades av *Utvinning råvara 1, 2 och 3*. I flödesschemat i figur 1 representerar pilarna mellan aktiviteterna flöden och ett sådant flöde är egentligen transporter, t.ex. mellan utvinning av material &

förädling. I tillverkningsfasen (A3) förädlades råvarorna och omvandlades till en färdig produkt, vilket motsvarades av *Förädling 1, 2 och 3* samt *Tillverkning* i flödesschemat. Efter detta transporterades produkten till kund (A4), vilket i flödesschemat motsvarades av övergången från *Tillverkning* till *Användning*, där produkten även installerades och togs i bruk (A5). När användningsfasen avslutades transporterades produkten vidare till avfallshantering (C2), vilket motsvarades av flödet från *Användning* till *Avfallshantering*. I detta skede hanterades materialet antingen genom deponering (C3), vilket i flödesschemat representerades av *Deponering*, eller genom olika återvinningsprocesser.

Dessa återvinningsprocesser omfattade materialåtervinning, där material bearbetades och återfördes som sekundär råvara, återanvändning, där komponenter användes på nytt utan omfattande bearbetning, samt energiåtervinning, där avfall omvandlades till värme och elektricitet. Dessa processer redovisades i modul D eftersom de sker utanför produktens direkta systemgräns och bidrar till så kallade undvikna belastningar, exempelvis genom att återvunnet material ersätter ny råvaruutvinning eller att energiåtervinning ersätter annan energiproduktion. På så sätt kompletterar modul D analysen genom att synliggöra potentiella miljövinster utanför den primära livscykeln.

2.2 CE, dematerialisering och Re-strategier

2.2.1 Cirkulär ekonomi

I EUs the green deal finns circular ekonomi direktivet som innehåller att Europas industri behöver bli mer resurseffektiv och öka resurshanteringen av material i produkter (European Commission, 2020).

Utgångspunkten är ett livscykel-tänkande med den grundläggande tanken att ju mer material som kan återbrukas, repareras och återvinnas desto lägre blir koldioxidutsläppen från produktionssystemen.

Cirkulär ekonomi är en resursekonomisk modell som användas för att minimera avfall och maximera användningen av resurser genom att skapa ett kretslopp där produkter, material och resurser används så länge som möjligt. Det innebär att produkter designas för att vara hållbara, reparerbara och återvinningsbara, vilket minskar behovet av att ständigt utvinna nya råvaror och minskar miljöpåverkan. Övergång till cirkulär ekonomi är viktig och avgörande för att:

- Minska miljöpåverkan: Genom att minska avfall och behovet av nya råvaror minskar utsläppen av växthusgaser
- Bevara biologisk mångfald: Minskad resursutvinning leder till mindre påverkan på ekosystem och arter. [Naturvårdsverket, 2024]

2.2.2 Dematerialisering

Dematerialisering är ett centralt begrepp inom cirkulär ekonomi och livscykel-tänkande, och syftar till att minska mängden material som används i en produkt utan att försämra dess funktion, kvalitet eller livslängd. Genom att designa produkter mer resurseffektivt exempelvis genom att använda tunnare material, färre komponenter eller mer integrerade lösningar kan både materialförbrukning och miljöpåverkan minskas. Denna typ av optimering är särskilt viktig inom bygg och installationssektorn, där en stor mängd material används och att det är möjligt att göra effektiviseringar. (SIO Grafen, 2021). Faktor 4 handlar om att fördubbla välfärden samtidigt som resursanvändningen halveras. Faktor 10 är en mer ambitiös målsättning där industriländer behöver minska sin resursförbrukning med upp till 90 %. Rebound-effekt handlar om effektiviseringar som leder till ökad konsumtion, vilket kan minska eller helt ta bort miljövinsten. PVC (polyvinylklorid) är vanlig plast inom byggsektorn, slitstark men problematisk ur miljösynpunkt vid både

produktion och avfallshantering. PVC ett tydligt exempel på ett material som kan medföra miljöproblem, detta beror bland annat på att det ofta innehåller tillsatser som kan vara skadliga för både människor och miljö. Dessutom är materialet svårt att återvinna på grund av sin sammansättning, vilket försvårar cirkulära materialflöden. Vid förbränning kan PVC också ge upphov till giftiga ämnen, såsom dioxiner, vilket innebär ytterligare risker. Eftersom PVC tillverkas av fossila råvaror bidrar det även till ökad resursförbrukning och klimatpåverkan. (SIO Grafen, 2021).

Dematerialisering kan tillämpas i flera led under produktens livscykel, från design och tillverkning till användning och återbruk. Genom att minska material innehåll och samtidigt ersätta skadliga eller resurskrävande ämnen med mer hållbara alternativ exempelvis substitution strategi, en process som stärker möjligheterna till återanvändning, återvinning och minskad miljöpåverkan. Exempelvis kan traditionella installationsmaterial som PVC ersättas med biobaserade plaster eller återvunna metaller, vilket ytterligare bidrar till en hållbar utveckling. Cullbrand, A. H. (02 2021).

För att bedöma effektiviteten i sådana åtgärder kan man relatera till begreppen Faktor 4 och Faktor 10, som används för att uttrycka behovet av ökad resurseffektivitet. Faktor 4 innebär att vi behöver fördubbla välfärden samtidigt som vi halverar resursanvändningen, medan Faktor 10 syftar på att minska resursförbrukningen med upp till 90 % i industriländer. Dematerialisering är en av de viktigaste strategierna för att nå dessa mål, då den möjliggör mindre resursåtgång utan att tumma på produktens prestanda.

Samtidigt finns det vissa risker kopplade till dematerialisering, särskilt i form av den så kallade rebound-effekten. Den innebär att miljövinster som uppnås genom effektivare materialanvändning kan ätas upp av ökad konsumtion eller produktion. Om ett installationselement blir billigare att producera och köpa på grund av dematerialisering, kan efterfrågan öka, vilket i sin tur leder till högre total resursförbrukning. Därför behöver åtgärder som dematerialisering kombineras med långsiktiga styrmedel, exempelvis lagstiftning, upphandlingskrav och utbildningsinsatser, för att säkerställa att de leder till en verklig miljönytta (Friedrich Schmidt-Bleek, 1994). (Schmidt-Bleek, 2012).

2.2.3 Re-strategier

För att skapa ett hållbart samhälle med slutna materialkretslopp krävs att EU:s produktionssystem ställs om mot cirkulära strategier. Re-strategierna är ett verktyg som används för att förstå hur material och komponenter kan hanteras mer effektivt och hållas kvar i systemet så länge som möjligt, med målet att minska avfall och värdeförluster. Strategierna har en tydlig koppling till EU:s policyer och handlingsplaner för cirkulär ekonomi. (European Commission, 2019-2024)

Syftet med Re-strategierna är att bevara värdet i produkter, komponenter och material genom åtgärder som återanvändning, reparation, återtillverkning och återvinning. Varje strategi representerar en åtgärd med olika grad av resurseffektivitet. Ursprungligen användes den enkla 3R-modellen (Reduce, Reuse, Recycle) men i takt med ökad kunskap om cirkulära flöden har modellen utvecklats till mer detaljerade listor, såsom 6R och 9R, för att bättre visa skillnader i hur mycket värde som bevaras (Denise Reike, 2018).

Re-strategierna kan också användas för att identifiera förbättringsmöjligheter i produkt- och systemdesign. Samtidigt finns en balans att hålla, för få strategier riskerar att missa viktiga åtgärder, medan för många kan skapa otydlighet och ge liten faktisk effekt. Om strategierna främst används för att visa hållbarhetsengagemang, utan tydlig praktisk tillämpning, bidrar de i begränsad utsträckning till ökad cirkularitet (Denise Reike, 2018).

När Re-strategierna kombineras med avfallshierarkin skapas ett tydligt ramverk för cirkulär resursanvändning. Avfallshierarkin visar i vilken ordning åtgärder bör prioriteras, från förebyggande till deponi, medan Re-

strategierna konkretiserar hur dessa åtgärder kan genomföras i praktiken. Tillsammans hjälper de till att styra beslut så att material och komponenter behålls så högt upp i värdekedjan som möjligt.

Förebygga	Refuse	Undvik att skapa avfall genom att avstå från onödiga produkter och material.
	Reduce	Minska resursanvändning genom effektiv design och lägre materialåtgång utan att försämra funktion, t.ex. lättare stomme i FTX-aggregat.
	Rethink	Ompröva design och funktion för att minska resursbehov, t.ex. modulärt FTX-aggregat som är lätt att uppgradera.
Förbereda för återanvändning	Reuse	Använda hela produkter igen med minimal bearbetning, t.ex. återanvändning av befintliga FTX-aggregat i nya byggprojekt.
	Repair	Förlänga livslängd genom reparation av defekta komponenter i stället för utbyte.
	Refurbish	Uppgradera befintliga aggregat med ny teknik för bättre verkningsgrad och livslängd.
Materialåtervinning	Remanufacture	Demontera FTX-aggregat och bygga upp dem igen till ursprunglig eller bättre standard.
	Repurpose	Använda delar i nytt syfte, t.ex. gamla ventilationskanaler som kabeldragning.
Energiåtervinning	Recycle	Material återförs till produktion, t.ex. återvinning av metaller från uttjänta ventilationsaggregat.
	Recover	Ta tillvara energi, t.ex. värmeåtervinning i FTX-system från frånluft.
Deponi	Dispose	Deponera avfall som inte går att hantera på annat sätt.

Rethink & Redesign

Tabell 1. Sammanfattar RE-strategier och hur de minskar resursanvändning, förlänger produkters livslängd samt EU:s avfallshierarki med tillhörande RE-strategier på respektive nivå (Naturvårdsverket, 2024).

2.3 Installationsbranschen

Installationsbranschen är en grundläggande del av byggsektorn och ansvarar för de tekniska system som får en byggnad att fungera i praktiken. Hit hör VVS-system (värme, ventilation och sanitet), ventilationssystem som till exempel FTX-system (från- och tilluft med värmeåtervinning), VA-system, elinstallationer och brand samt säkerhetssystem. Systemen installeras, servas och utvecklas av en rad aktörer tillverkare, installatörer, konsulter och fastighetsägare. Hållbarhet, cirkularitet och livscykel tänkande får allt större betydelse, vilket gör återbruk av installationskomponenter till en växande fråga. Hur långt man kan gå i återbruk beror på systemets funktion, tekniska krav och framför allt på om dokumentation finns tillgängligt i många fall avgör om en komponent alls får återinstalleras. Nedan kommer några installationssystem i byggnader och deras återbruksmöjligheter.

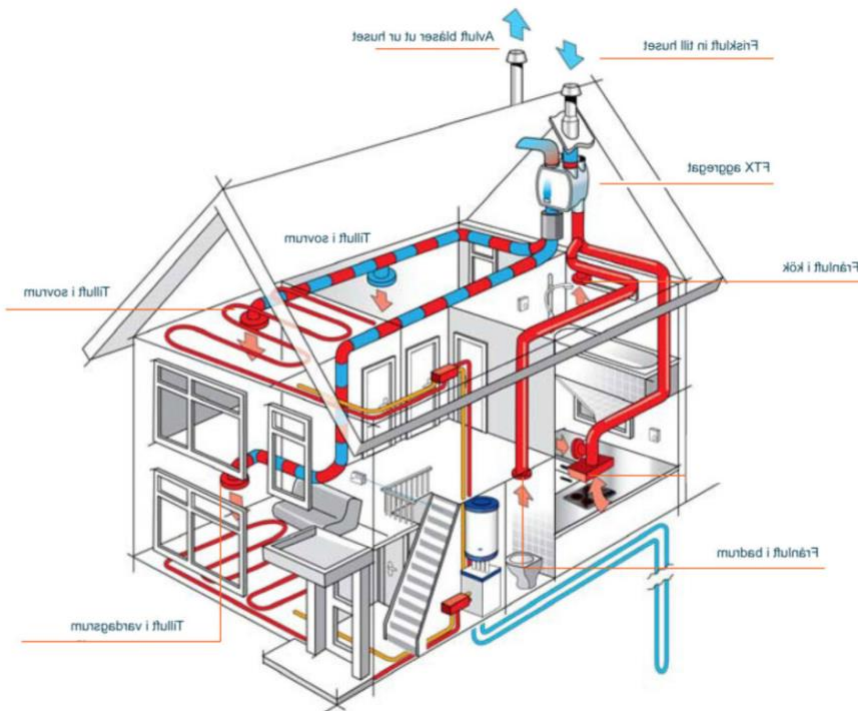
2.3.1 Installationselement

Installationssystem utgör de tekniska funktioner som gör en byggnad användbar. De skapar förutsättningar för vatten, avlopp, luft, värme, säkerhet och komfort, och består av en stor mängd komponenter som endast fungerar när de är kopplade till sitt respektive system. En toalett, ett ventilationsdon eller en fläkt har ingen faktisk funktion utan sin anslutning till ledningar, kanaler och styrutrustning. Därför behöver installationssystemen förstås som helheter snarare än enskilda delar, särskilt när målet är att undersöka möjligheter för återbruk (Miguel Anefalk , 2025).

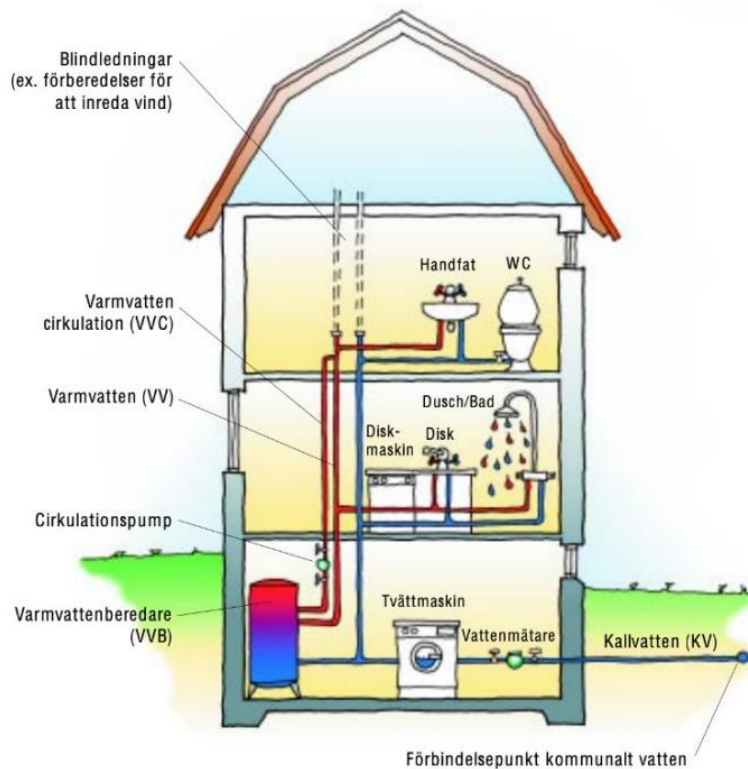
I en byggnad finns flera tekniska system som samverkar, men två av de mest centrala är vatten- och avloppssystemet (VA) och ventilationssystemet. VA-systemet ansvarar för att förse byggnaden med dricksvatten och att transportera bort spillvatten från exempelvis kök, badrum och våtutrymmen. Det består av vattenledningar i material som PEX (plast), koppar eller stål och avloppsledningar i plast eller gjutjärn, tillsammans med ventiler, kopplingar och sanitetsprodukter som toalettstolar, handfat och duschar. Dessa delar är ofta inbyggda i väggar, bjälklag och schakt, vilket gör systemet tekniskt svårt att komma åt. Placeringen innebär också att många komponenter riskerar att skadas vid demontering, särskilt limmade plastkopplingar eller äldre rör där materialet åldrats. Därutöver finns tydliga hygien- och funktionskrav som begränsar återbruksmöjligheterna; ett återbrukat avloppsrör måste exempelvis uppfylla täthetskrav och i vissa fall godkända certifieringar, vilket kan vara svårt att säkerställa i efterhand. VA-systemets starka integration i byggnadens stomme och dess krav på täthet, hygien och fuktssäkerhet gör återbruk mer komplext än i andra tekniska systembyggnad (Persson, 2022).

Ventilationssystemet har en annan funktion och en annan teknisk logik. Det är utformat för att säkerställa ett hälsosamt inomhusklimat genom att tillföra ren luft och föra bort förorenad luft. Till skillnad från VA-systemet transporterar det inte vätska utan luft, vilket innebär andra materialval och kopplingsmetoder. Ett modernt FTX-system (från- och tilluft med värmeåtervinning) består exempelvis av fläktaggregat, värmeväxlare, plåtkanaler, ljuddämpare, filter och luftdon som fördelar luft i rummen. Dessa komponenter är generellt enklare att demontera än VA-delar, eftersom de sitter ovan undertak eller i ventilationsrum snarare än inbyggda i väggar. Samtidigt innebär luftflödeskrav och dimensionering att kanaler ofta är specialanpassade till byggnadens utformning, vilket begränsar möjligheten att återanvända dem i ett annat projekt. Vissa delar, som aggregat eller don, kan återbrukas i högre grad, men även här uppstår hinder såsom nedsmutsning, slitage, behov av nya filterlösningar och krav på dokumenterad driftshistorik (Miguel Anefalk , 2025). Ur ett övergripande återbruksperspektiv innebär detta att VA-system och ventilationssystem erbjuder olika möjligheter och begränsningar. VA-systemets hygienkrav, dolda installationer och känslighet för skador gör att många komponenter är svåra att demontera utan att funktion eller säkerhet äventyras. Ventilationssystemet är i regel mer lättillgängligt och mindre känsligt för fuktrelaterade risker, vilket ökar

återbrukspotentialen, särskilt för delar som fläktaggregat, don eller vissa typer av kanaler. Samtidigt kräver även dessa produkter att luftflöden, tryckfall och energikrav kan uppfyllas i den nya byggnaden. Återbruk av installationssystem förutsätter därför både teknisk förståelse och noggrann bedömning av varje komponents skick, funktion och möjlighet att uppfylla dagens krav. Detta visar att installationssystemens struktur, placering och funktionskrav har stor betydelse för vilka delar som faktiskt kan återbrukas och vilka som riskerar att bli avfall vid ombyggnad eller rivning byggnad (Persson, 2022).



Figur 3. Visar en tydlig bild på FTX-system med ledningar och tillbehör i en byggnad (Miguel Annefalk , 2025)



Figur 4. Visar VA-system och dess ledningar i en byggnad (Persson, 2022)

2.3.2 VVS-system

VVS-systemen omfattar uppvärmning, kyla, tappvatten och avloppsvatten. Komponenterna i systemet är ofta robusta (stark, tålig och kraftig), och många av dem kan återbrukas till exempel rör i metall, ventiler, radiatorer och värmeväxlare. Deras återbrukspotential är relativt god eftersom de inte alltid utsätts för intensivt slitage, men för att kunna återanvändas måste deras funktion och säkerhet kunna verifieras. Därför spelar dokumentationen en avgörande roll. Tryckklassningar, installationsanvisningar, materialdata och driftinformation behövs för att kunna bedöma livslängden och avgöra om komponenten fortfarande uppfyller branschkraven. Utan dokumentation saknas spårbarhet, ingen kan ta ansvar för säkerheten och återbruket blir inte tillåtet.

2.3.3 Ventilationssystem

Ventilationssystem består av kanaler, fläktar, spjäll och don som tillsammans skapar ett fungerande luftflöde i byggnaden. Här är återbrukspotentialen generellt god för kanaler och andra passiva komponenter eftersom de har lång livslängd och relativt låg teknisk komplexitet. Fläktar och andra aktiva delar kan också återbrukas, men kräver mer omfattande tester. Dokumentation är här viktig för att säkerställa att luftflöden, ljudnivåer och energiprestanda fortfarande uppfyller kraven. Saknas dokumentation går det inte att bedöma om systemet fungerar enligt gällande standard, vilket gör att återbruk sällan godkänns.

2.3.4 FTX-system

FTX-system (från- och tilluft med värmeåtervinning) är en mer avancerad del av ventilationsområdet och kännetecknas av hög teknisk precision. Värmeväxlare, fläktar och styrsystem bildar en helhetslösning där energiprestanda är centralt. Vissa komponenter, framför allt värmeväxlare och fläktar av hög kvalitet, kan

återanvändas om de är i gott skick, men eftersom systemet påverkar byggnadens energiprestanda krävs mycket noggrann dokumentation. Utan dokumentation på verkningsgrad, luftflödeskapacitet och tekniska specifikationer går det inte att verifiera att ett återbrukat FTX-system uppfyller dagens energikrav, vilket begränsar återbruket kraftigt.

2.3.5 VA-system

VA-systemet, som omfattar tappvatten, spillvatten och dagvatten, är ofta en del av VVS men utgör ett eget funktionellt område. Rör i metall eller rostfritt material kan återbrukas om de är hela och fria från korrosion. Däremot är många plastbaserade system svårare att återanvända på grund av påverkan från tryck, temperatur och ålder. Dokumentationen är avgörande för att kunna avgöra materialegenskaper, belastningsklasser och ursprung. Utan korrekt dokumentation finns det risk att återinstallera rör som inte klarar dagens säkerhetskrav, vilket gör att VA-komponenter utan spårbarhet nästan aldrig återbrukas.

2.3.6 Elinstallationer

Elinstallationer omfattar kablar, el centraler, armaturer och styrsystem. Återbruk av el komponenter är möjligt, men här är säkerhetskraven mycket höga. Armaturer och el centraler kan återbrukas efter funktionskontroller, medan kablar oftast inte återanvänds eftersom deras skick och isolationsförmåga är svåra att verifiera. Dokumentationen är därför central, eftersom elsäkerhetskrav kräver tydliga bevis på kapacitet, isolationsklass och kompatibilitet med moderna system. Utan denna information kan en komponent varken testas korrekt eller godkännas för återinstallation.

2.3.7 Brand- och säkerhetssystem

Brand och säkerhetssystem består av sprinklers, detektorer, larm, kameror och passageutrustning. Dessa system lyder under de allra striktaste reglerna, vilket gör återbruk möjligt men mycket begränsat. Mekaniska sprinklerkomponenter kan i vissa fall återanvändas efter omfattande testning, medan elektroniska komponenter sällan återbrukas eftersom normer och teknik utvecklas snabbt. Dokumentation är här absolut nödvändig; utan spårbarhet, testprotokoll och certifikat är det omöjligt att uppfylla brandsäkerhetskraven, och komponenten kan därför inte återinstalleras.

Installationssystemen i en byggnad har olika tekniska funktioner och därmed olika förutsättningar för återbruk. Gemensamt för dem alla är dock att återbruk endast är möjligt när funktion, säkerhet och spårbarhet kan verifieras, vilket gör dokumentation till en helt central del av återbruksprocessen.

2.3.8 Intressentanalys

En intressentanalys handlar om att ta reda på vilka personer, grupper eller organisationer som har ett gemensamt intresse för något och som de antingen kan påverka eller blir påverkade av. I en intressentanalys ingår att identifiera intressenterna och värdera och förstå deras engagemang för sakfrågan (Projektforums, 2024, Bryson 2004). De vanliga stegen i en intressentanalys är:

- Identifiera intressenterna, de vanliga metoderna är att lista så många som man kommer på och snöbollsurval vilket innebär att en intressent tipsar om en annan intressent som kan vara intresserade av sakfrågan.
- Inventering av intressenternas intresse och engagemang i sakfrågan.
- Karaktärisering av intressenterna dvs. förstå intressenternas inbördes maktförhållanden, inflytande och möjlighet att påverka sakfrågan.
- Mötesform dvs. hur samtalen om sakfrågan skall förberedas t.ex. inventering av publicerat material, förberedande intervjuer och fokusgrupper

- Definiera en process för att diskutera sakfrågan och komma fram till konstruktiva lösningar

Intressenterna till sakfrågan kan komma från alla delar av samhället (både det offentliga och det privata) och ha olika förväntningar och syfte för sitt intresse. I en bra intressentprocess bör det också vara en jämn könsfördelning, olika åldrar, representation av minoriteter och kunskap. I urvalet av intressenter bör också ingå en kartläggning av intressenternas inbördes relationer och roller som bidrar till att identifiera både formella och informella maktrelationer, och hur olika intressenter kan stödja eller stoppa ett initiativ. Intressenter ingår ofta i olika nätverk av kontakter där de har olika roller både professionella och privata t.ex. en intressent har professionell yrkesroll och är samtidigt privat en simtränare för sina barn och barnens kompisar (Projektforum, Bryson 2004). Analysen blir viktig dels för strategiska beslut och dels för att intressentgruppen skall få legitimitet. Strategiska beslut kan ofta falla på grund av att organisationer underskattar intressenternas betydelse eller missförstår hur deras intressen hänger ihop. Intressentgrupper som saknar formell makt får legitimitet genom urvalet av deltagare: För sakfrågan innebär det att den definieras korrekt och för att undvika politiska konflikter. I intressentdialogen bör finnas både tekniska och politiska förutsättningar för att projektet ska kunna genomföras. Intressentanalysen hjälper till att förstå och skapa rimliga förväntningar hos intressenterna och var man kan förvänta sig motstånd och stöd, utan också till att formulera problemen och lösningarna på ett sätt som gör att projektet faktiskt kan bli verklig samverkan (Bryson 2004)

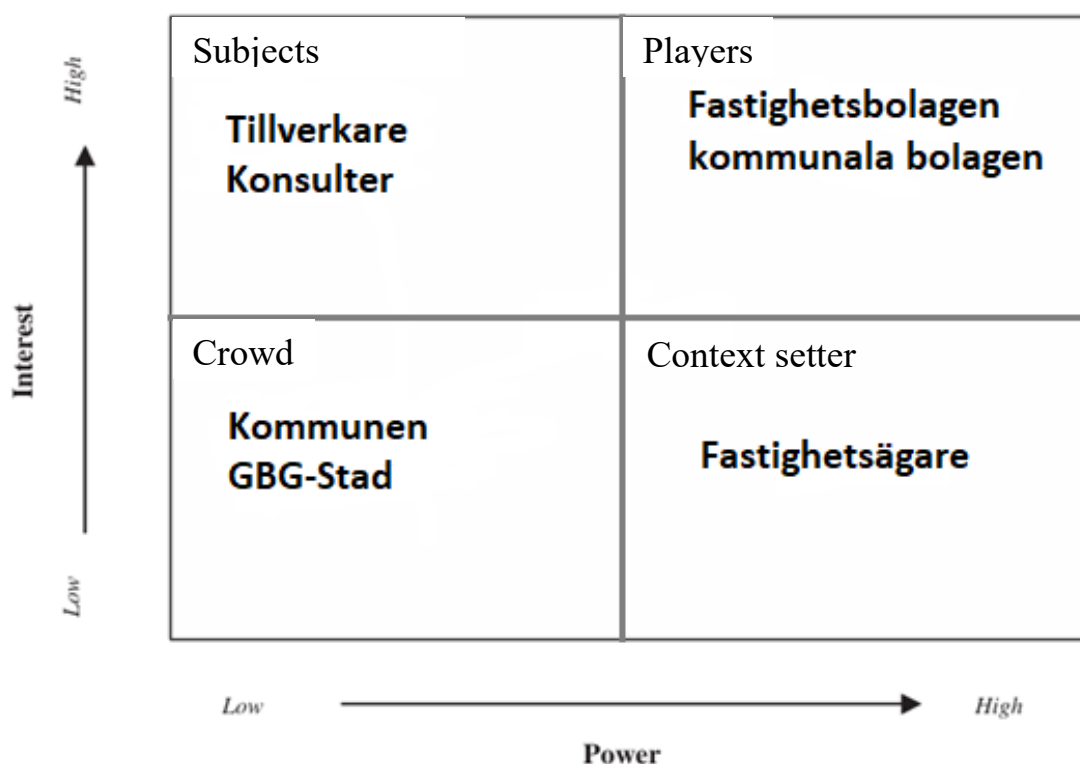


Diagram 1 visar Makt-intresse enligt Bryson (2004).

Ett vanligt sätt att inventera makt och engagemang i en sakfråga är Makt-Intresse matrisen (Bryson 2004) i diagram 1. De fyra olika fälten i matrisen beskriver olika makt och intresse. I fältet längst ner till vänster med både lågt intresse och möjlighet att påverka kallas för Allmänt intresserade (eng. "Crowd"). I fältet finns Göteborgskommun inplacerad eftersom deras engagemang för återbruk av komponenter fokuserar på att uppmuntra återbruk men har små möjligheter påverka användningen i det aktuella projektet. I det övre fältet

till vänster finns de Motiverade (eng. Subjects). De Motiverade har engagemanget, kunskapen och viljan att påverka men saknar inflytandet. I detta fall tillhör tillverkarna av installationssystem och konsulterna de motiverade. Det finns kunskap om design och tekniska egenskaper men de saknar inflytande att ta beslut om återbruk. I fältet längst ner till höger finns Kontextskaparna (eng Context seetters”) som har inflytande men saknar intresset för att påverka. I figuren tillhör fastighetsägarna Kontextsättarna eftersom de skulle kunna besluta om återbruk av installationskomponenter men saknar kunskapen om komponenterna eller anledningar till sådana beslut. I fältet längst upp till höger finns Utövarna. Intressenterna i Utövarfältet har intresset, kunskapen och inflytande att skapa förutsättningar för återbruk av installations system och komponenter.

3 Metod

Denna studie har genomförts med syftet för att få en djupare förståelse för hur installationselement kan miljöanpassas för att underlätta reparationer och återbruk. För att förstå och fånga upp åsikter, idéer och olika erfarenheter från olika aktörer med praktisk kunskap inom området.

3.1 Datainsamling

Datainsamlingen har gjorts med hjälp av tillverkare, fastighetsförvaltare och konsulternas företagshemsidor. Datainsamlingen bestod också av semi-strukturerade intervjuer med olika företag om installationselements livscykel. Utöver detta har två EPD beräkningar hämtats från företagets officiella webbplatser. Swegon EPD som avser FTX-aggregat och dess livscykel och Geberit Internationals EPD som omfattar VVS-produkters livscykel såsom tvättställ och toaletter.

3.1.1 Skriftliga källor

Arbetet baserats på olika typer utav skriftliga källor, till exempel hemsidor, företagsrapportar, vetenskapliga källor och myndighetsrapporter. Dessa källor har delats in i fyra huvudkategorier för att tydliggöra deras ursprung inom arbetet. För att hitta relevant information användes riktade internetsökningar främst via Google och Google Scholar, där specifika nyckelord anpassades efter studiens behov och frågeställningar.

1. Hemsidor/webbplatser

Under arbetsgång studerades ett flertal hemsidor och webbplatser för att samla in aktuell information. Nyckelord som ” cirkulär ekonomi byggsektor”, ” EPD byggmaterial”, miljövarudeklaration ventilation”, ”hållbarhetsarbete fastighetsbolag” och ”projekt cirkulär byggnation” användes vid sökningarna. Exempel på använda webbplatser är:

- Boverket för definitioner och riktlinjer kring cirkulär ekonomi
- SIS (Svenska Institutet för Standarder) för information om EPD:er
- Swegon för tillverkning inom ventilation och EPD:er
- Poseidon, Akademiska Hus, Familjebostäder för förvaltning av fastigheter
- Anders & Hultmark, GICON, VCON för teknikkonsult med fokus på hållbara lösningar.
- Naturvårdverket för beskrivning av livscykel tänkande, linjärt eller cirkulärt och cirkulär ekonomi

2. Företagsrapporter

För att förstå och lära sig mer om företagens arbete med hållbarhet och cirkulära principer studerades olika typer av företagsdokument. Nyckelord som användes vid sökningarna var ”Hållbarhetsrapport [Swegon,]”, ”Årsrapport om cirkulära omställning [Akademiska Hus]” och ” Projektbeskrivning [Anders & Hultmark]”. Exempel på källor

- Hållbarhetsrapporter från Swegon, fastighetsförvaltare som Familjebostäder
- Projektbeskrivningar från konsulter som Anders & Hultmark
- Företagens egna ” Om oss” sidor och tjänstebeskrivningar

3. Vetenskapliga källor

För att ge analysen en tydligare teoretisk grund användes dokument som bygger på forskning och standarder som förklarar viktiga begrepp som EPD:er, SIS-standarder. Nyckelord inkluderade som vetenskapliga definition för EPD, installationselement, dematerialisering.

4. Myndighetsrapporter

Rapporter och regler från myndigheter var viktiga för att se till att arbetet följde de lagar och riktlinjer som gällde. Här användes nyckelord som ”Boverket cirkulär ekonomi”, ”myndighetsrapport bygg hållbarhet”. Exempel: Vägledningar, rapporter och artiklar från Boverkets webbplats.

Ämnesområde: Livscykelanalys (LCA) och miljöpåverkan inom VVS produkter och FTX-system. En fördjupad litteratursökning har genomförts via den vetenskapliga databasen Google Scholar med fokus på miljömässiga aspekter av tekniska system inom bgg och installationssektorn. Sökningen har baserats på nyckelord såsom ”FTX” (från- och tilluftsventilation med värmeåtervinning), ”VVS” (värme, ventilation och sanitet) produkter, ”LCA” (Life Cycle Assessment) samt ”miljöpåverkan”. Syftet har varit att identifiera vetenskapliga studier som belyser hur FTX-system och VVS produkter påverkar miljön ur ett helhetsperspektiv under hela sin livscykel från produktion till avfallshatring. Särskild uppmärksamhet har riktats mot systemens övergripande miljöpåverkan i relation till deras funktion, tekniska livslängd och återvinningsmöjligheter.

3.1.2 Intressentanalys och intervjuer

Datainsamlingen av intervjuerna bestod av två delar: den ena var en intressentanalys och den andra intervjuer.

Intressentanalys

Intressentanalysen genomfördes i syfte att kartlägga och identifiera de aktörer som var involverade eller påverkades av projektarbetet, samt för att förstå deras roller, intressen och grad av inflytande. Analysen låg till grund för utformningen av relevanta intervjufrågor och för planeringen av kommunikationen under arbetets gång.

Intressenter	Roll i projektet	Intresse av projektet	Påverkan (makt)	Betydelse	Kriterier
Tillverkare (Swegon)	Leverantör av ventilations- och klimatprodukter	Vill få in sina produkter i projektet, långsiktig lönsamhet	⚡⚡⚡ Medium → Hög	★★★★ Hög	Har stort inflytande genom tekniska lösningar och innovationskraft
Förvaltare (Poseidon, Familjebostäder och Akademiska Hus)	Driftar och äger fastigheten efter byggnation	Kräver långsiktigt hållbara, energieffektiva och lättskötta system	⚡⚡⚡⚡ Hög	★★★★ Hög	Har stort inflytande på val av system eftersom de ska förvalta det
Konsulter (GICON, VCON och Andersson & Hultmark)	Projekterar lösningar, föreslår produkter	Vill rekommendera bra lösningar men är inte alltid beslutsfattare	⚡⚡ Medium	★★ Låg/Medium	Rådgivande roll, påverkar genom specifikationer men styr inte beslut

Tabell 2 Tabellen nedan visar intressenter med deras roll i projekt, intresse av projektet, påverkan (makt), betydelse och kriterier.

Intervjuer

Intervjuer genomfördes med sju aktörer i bygg- och fastighetssektorn. Syftet var att få en bättre förståelse för hur cirkulär ekonomi uppfattades och tillämpades i praktiken, särskilt med fokus på installationselement.

Vi pratade med representant från Swegon som tillverkade ventilations och inomhusklimatsystem samt med personer från Poseidon, Familjebostäder och Akademiska Hus som ansvarade för förvaltning och utveckling av fastigheter. Dessutom intervjuade vi konsulter från GICON, VCON och Anders & Hultmark som arbetar med teknisk rådgivning och projektering inom byggbranschen.

Vi förberedde en frågemall tillsammans för att få en tydlig riktning i samtalen. Bland annat frågade vi:

- Hur tänker ni kring cirkularitet inom ert arbete?
- Hur tror ni att framtiden ser ut när det gäller cirkulär ekonomi kopplat till installationselement?
- Hur cirkulära uppfattar ni er själva på en skala?
- Är era installationselement utformade för att enkelt kunna demonteras, repareras eller uppgraderas?
- Vilka utmaningar ser ni med att implementera cirkulära lösningar för installationselement?

Vi följde upp med olika följdfrågor beroende på vad som kom fram under samtalet och anpassade oss efter varje persons yrkesroll och erfarenhet. Exempelvis handlade frågorna mer om tekniska detaljer med konsulterna medan med fastighetsförvaltarna fokuserade vi mer på underhåll, drift och kostnadseffektivitet över tid.

Under intervjuerna turades vi om att ställa frågor och föra anteckningar, vilket gjorde att båda kunde vara delaktiga under samtalet.

Företagen kontaktades via mejl eller telefon beroende på vad som kändes mest lämpligt för företaget. Syftet var att presentera uppgiften och höra om det fanns möjlighet till ett kortare möte eller intervju. Efter bekräftelse bokades mötet in – antingen digitalt via Zoom/Teams eller på plats hos företaget.

Företag	Kontakt	Zoom/Teams eller på plats	Längd på intervju	Roller
Swegon, tillverkare	Anastasia Andersson & Caroline Jacobsson	Teams	45 min	Teknisk marknadsförare KAM (Key Account Manager)
GICON, konsultföretag	Kristina Nilsson	Teams	30 min	Hållbarhetsansvarig
VCON, konsultföretag	Carl Johan Björklund	Zoom	35 min	Certifierad energiexpert
Anderson & Hultmark, konsultföretag	Adam Emretsson	Plats	45 min	VVS-projektör
Poseidon, fastighetsförvaltare	Björn Larsen	Plats	40 min	Projektchef
Akademiska hus, fastighetsförvaltare	Olle Nyström	Teams	30 min	VVS-ingenjör Energi med Teknik Syd
Familjebostäder, fastighetsförvaltare	Mikael Lunneblad	Teams	45 min	KMA-samordnare (kvalitet, miljö och arbetsmiljö)

Tabell 3 Tabellen nedan visar företagets namn, kontaktuppgifter, typ av mötet, längd på intervjun och deras roll på företaget.

3.2 Databearbetning av intervjuer och EPD:er

I det här arbetet användes två olika typer av data det ena var intervjuer med olika företag såsom tillverkare, förvaltare och konsulterföretag och den andra bestod av miljövarudeklarationer (EPD:er) som bearbetades på två olika sätt.

3.2.1 Bearbetning av intervjuer

Intervjuerna genomfördes både på plats och via Teams/Zoom. Alla intervjuer spelades in med deltagarnas godkännande. De intervjuer som hölls via Teams transkriberades noggrant med hjälp av Teams inbyggda transkriberingsfunktion, medan de intervjuer som genomfördes via Zoom och på plats transkriberades med

hjälp av ett AI-baserat verktyg (TurboScribe). Därefter genomfördes en tematisk analys av det samlade materialet. Analysen resulterade i tre återkommande teman såsom, hur de intervjuade aktörerna förstår och arbetar med cirkulär ekonomi i sin verksamhet, hur cirkularitet kopplas till installationselement i praktiken, samt vilka konkreta utmaningar som identifieras vid implementeringen av cirkulära arbetssätt. Dessa teman gav insikter om att aktörerna betonar olika aspekter av cirkularitet beroende på yrkesroll, att synen på installationselementens cirkularitet varierar mellan aktörer och att det fortfarande finns betydande organisatoriska och praktiska hinder i branschen som påverkar möjligheten att arbeta cirkulärt.

3.2.2 Bearbetning av EPD:er

EPD-data (miljövarudeklarationer) samlades in från två olika produkter. Det ena var FTX-ventilationsprodukt och den andra var Sanitetskeramik produkter såsom tvättställ och toaletter, som representerar två olika installationselement. Dessa dokument innehöll information om produkternas miljöpåverkan under hela livscykeln.

Bearbetningen av EPD-data började med att den information som var relevant för studien plockades ut från respektive dokument, mer fokus låg på uppgifter om koldioxidutsläpp (CO₂) i olika delar av produkternas livscykel: A1-A3 (råvaruutvinning-tillverkning), A4 (transport till kund), A5 (installation), C2 (transport till avfallshantering), C3 (deponi/avfall), och D (återvinning). Datan sammanställdes i diagrammen nedan för att underlätta jämförelsen mellan produkterna. I jämförelsen framgick tydligt att den fas som genererade mest koldioxidutsläpp för både produkttyperna var produktions/tillverkningsfasen (A1-A3).

4 Resultat

Detta kapitel redovisar resultaten från studiens intervjuer och bearbetning av EPD-data. Först presenteras de teman som framkom i intervjuerna med tillverkare, konsulter och förvaltare. Därefter redovisas resultaten från de EPD-baserade beräkningarna, med fokus på klimatpåverkan i olika skeden av produkternas livscykel.

4.1 Intervjuer

Resultaten från intervjuerna med tillverkare, konsulter och förvaltare presenterades utifrån ett antal återkommande teman. Det transkriberade materialet strukturerades kring sex centrala områden: strategier, medvetenhet, intresse, hinder, design och tekniska lösningar samt förutsättningar för återbruk. I varje del redovisades vad de olika aktörerna sa, med fokus på likheter och skillnader.

4.1.1 Aktörernas medvetenhet

Det fanns en tydlig medvetenhet bland samtliga aktörer om att bygg och installationssektorn stod inför stora klimatutmaningar och att cirkulär ekonomi var en viktig del av lösningen. Alla som intervjuades visade förståelse för varför återanvändning var nödvändig, både för att minska klimatpåverkan och för att hushålla med resurser. Tillverkarna beskrev medvetenhet i sitt materialval och sitt utvecklingsarbete. Flera lyfte behovet av att skapa produkter som kunde uppgraderas i stället för att bytas ut. Eftersom del av produktens klimatpåverkan uppstod vid tillverkningen, vilket gjorde materialval och utformning avgörande. Swegon arbetade till exempel med fossilfritt och återvunnet stål och hade tagit fram ett testaggregat med träkapsling, som enligt dem minskade klimatpåverkan med ungefär 40 procent jämfört med ett vanligt aggregat.

Det fanns också en medvetenhet om att kommande krav på klimatdeklarationer för installationer skulle skärpa fokus på inbyggt klimatavtryck. Vissa aktörer, bland annat VCON, hänvisade till att återbruk av installationselement kunde minska klimatpåverkan i klimatdeklarationer i ungefär samma omfattning som andelen återbruk i systemet. Denna typ av resonemang visade att flera aktörer inte bara kände till klimatfrågan generellt, utan kopplade den direkt till sina egna installationer och system.

Hos förvaltarna tog medvetenheten sig olika uttryck. Poseidon hänvisade till kommunens hållbarhetsmål och krav på minskad klimatpåverkan, men beskrev att beslut om återbruk ofta togs från fall till fall och byggde på enskilda personers bedömning och engagemang. Det innebar att återbruk framför allt förekom i enskilda projekt snarare än som en del av en etablerad rutin. Med detta menade de bland annat att det inte fanns tydliga rutiner för hur återbruk skulle föras in i tekniska beskrivningar, dimensionering och val av produkter. Familjebostäder hänvisade också till tydliga klimatmål, både för Göteborgs stad och för det egna bolaget, och menade att dessa mål gjorde det uppenbart att cirkulära arbetsätt var nödvändiga. De hade därför börjat bygga upp interna lager med installationsprodukter som radiatorer, sanitetsporsslin och andra komponenter som togs tillvara vid ombyggnation. Samtidigt beskrev de att de saknade nationella stödstrukturer och incitament för att skala upp arbetet.

Konsulterna beskrev att de var väl medvetna om behovet av resurseffektivitet och cirkulär projektering. De betonade samtidigt att medvetenheten inte alltid motsvarades av formella interna riktlinjer. I stället grundade sig arbetet ofta på enskilda konsulters tekniska kompetens och vilja att prova nya lösningar. De efterfrågade tydligare ansvarsfördelning i projekten och tillgång till digitala register där återbrukbara komponenter kunde listas. Flera menade dessutom att tillverkare behövde ta ett större ansvar för funktion och garanti vid återbruk, för att öka tryggheten för både konsulter, entreprenörer och beställare.

4.1.2 Aktörernas intresse

Intresset för cirkulära lösningar varierade mellan aktörerna, men hade ökat påtagligt under de senaste åren. Aktörer från alla grupper sade att frågan diskuterades allt mer, även om cirkulära arbetssätt fortfarande inte var norm i praktiken. Variationerna i intresse berodde på flera faktorer. För vissa aktörer grundade sig intresset i långsiktiga klimatmål, medan det för andra hade en tydligare koppling till ekonomi, exempelvis minskade livscykelkostnader eller kommande krav på klimatdeklarationer. Vissa beskrev också en mer pragmatisk hållning, där intresset begränsades av hinder som brist på lagringsmöjligheter, avsaknad av rutiner eller tekniska svårigheter i befintliga byggnader, särskilt där installationer var inbyggda i väggar eller gjutna i golv.

Förvaltare visade ett överlag starkt och växande intresse. Familjebostäder beskrev cirkularitet som en framtida nödvändighet snarare än en tillfällig satsning. De menade att branschen på sikt inte skulle ha något val, bland annat på grund av de skärpta klimatmålen. De såg detta både som ett sätt att minska klimatpåverkan och som en möjlighet att hålla nere kostnader vid underhåll och ombyggnation. Akademiska Hus beskrev att intresset för återbruk hade stärkts genom flera konkreta projekt, men att det fortfarande saknades praktiska verktyg och gemensamma arbetssätt för att göra cirkularitet till ett naturligt inslag i hela organisationens verksamhet. Poseidon knöt sitt intresse till kommunens klimatmål och kraven på minskade utsläpp, men betonade att intresset i praktiken begränsades av tekniska hinder i äldre byggnader, exempelvis gjutna stammar och inbyggda installationer som var svåra eller omöjliga att demontera.

Tillverkarna visade ett aktivt intresse som ofta hade en affärsmässig dimension. Swegon beskrev hur de såg möjligheter att utveckla nya erbjudanden genom att återta, uppgradera och sälja vidare tidigare produkter, till exempel ventilationsaggregat, don och ljuddämpare. Genom att lämna garanti även på renoverade produkter ville de sänka tröskeln för entreprenörer och beställare att välja återbruk, samtidigt som de såg en chans att stärka sin konkurrenskraft på en mer klimatmedveten marknad. Andra tillverkare som nämndes i intervjuerna, till exempel aktörer inom kanal och aggregatproduktion, diskuterades i liknande termer, även om detaljerna i deras arbete inte framgick lika tydligt.

Konsulter beskrev att de hade ett tydligt professionellt intresse av cirkulära lösningar. De följde utvecklingen, deltog i pilotprojekt och försökte ta hänsyn till återbruk när förutsättningarna fanns. I projektet Hoppet arbetade en konsult aktivt med att ersätta planerade nya komponenter med återbrukade, efter att ha analyserat vilka komponenter som var tekniskt möjliga att byta ut. Samtidigt betonade flera konsulter att deras möjlighet att driva cirkulära lösningar styrdes starkt av beställarens ambitionsnivå, krav i upphandlingsunderlag och inställning till risk.

4.1.3 Aktörernas strategier

Tillverkare, konsulter och förvaltare hade olika strategier för att arbeta med cirkulära lösningar. Tillverkarna framstod som mest systematiska i sitt arbetssätt, medan förvaltare i högre grad arbetade projektvis och konsulter ofta anpassade sig till uppdragsgivares krav i stället för att driva egna cirkulära strategier.

Swegon hade utvecklat tre koncept med målet att minska klimatpåverkan och främja återbruk. Konceptet reviews innebar att de vid utveckling av nya produkter analyserade materialval och konstruktion för att minska klimatavtrycket, bland annat genom alternativa material och minskad materialåtgång. Revitalize byggde på att befintliga installationer uppgraderades på plats för att förlänga livslängden, till exempel genom att byta fläktar i äldre aggregat till mer energieffektiva modeller. Reuse innebar att produkter togs tillbaka till fabrik, renoverades och såldes vidare till nya projekt. Produkter som ventilationsaggregat, don, anslutningslådor och ljuddämpare ingick i dessa flöden. De var ofta konstruerade med skruvförband, vilket

gjorde det möjligt att demontera och återmontera utan att förstöra komponenterna. Swegon beskrev också hur de internt uppskattade att den cirkulära delen av deras försäljning ännu utgjorde en liten andel, men att de räknade med att öka denna andel under de kommande åren i takt med att efterfrågan växte.

Förvaltarnas strategier var mindre formaliserade, men flera hade ändå påbörjat ett mer strukturerat arbete. Familjebostäder hade etablerat interna lager där demonterade installationselement registrerades och sparades för framtida bruk. Radiatorer, sanitetsporcelain och andra robusta produkter togs tillvara vid ombyggnation och försöktes matchas mot nya behov i andra lägenheter eller projekt. I vissa fall beskrev de att estetiska krav, som önskemål om enhetligt utseende, försvårade återbruket, exempelvis när gamla radiatorer hade olika form eller kulör. Poseidon saknade en formellt beslutad strategi, men arbetade enligt kommunens riktlinjer för varsam renovering, vilket innebar att de i första hand försökte bevara befintliga byggnadsdelar. I ett ombyggnadsprojekt där en tidigare klinik gjordes om till bostäder, lyckades de återbruka en stor andel av materialen, bland annat ventilationsrör, men andra delar som elkablar och brandspjäll behövde bytas ut.

Konsulternas strategier kunde i regel beskrivas som reaktiva. Flera konsulter hade inte egna system eller rutiner för återbruk, utan anpassade sig till de förutsättningar som fanns i varje projekt. Ett vanligt arbetssätt var därför att projektera systemen som om nya produkter skulle användas och först i ett senare skede byta till återbrukade komponenter när likvärdigt material identifierades och det visade sig vara möjligt. I Hoppet projekterade man exempelvis först med nya don och spjäll, för att sedan ersätta dessa med återbrukade produkter under utförandeskedet när likvärdigt material identifierades. Konsulter betonade att deras strategier i praktiken formades av beställarens krav, projektets tidsramar, tillgången till material och ansvarsfördelningen i projektorganisationen. De menade också att ansvaret för att produkter skulle vara utformade för demontering och återbruk låg hos tillverkarna, medan konsulter kunde bidra genom att projektera system så att delar var åtkomliga och kunde demonteras utan onödiga hinder.

4.1.4 Aktörernas uppfattning om hinder

Aktörerna beskrev flera hinder som gjorde det svårt att återbruka installationselement, och många av dessa hinder hängde ihop. Flera intervjupersoner kopplade svårigheterna till avsaknad av tydliga strategier, system och rutiner som gjorde det möjligt att omsätta medvetenheten i handling, särskilt i projekteringsfasen. Ett återkommande tema var också osäker ansvarsfördelning och brist på garantier för återbrukade produkter, vilket påverkade både entreprenörers vilja att använda begagnat material och beställares benägenhet att acceptera lösningar där funktionen inte var helt säkerställd genom fabriksgaranti. Samtidigt beskrev flera att det saknades standardiserade rutiner för kvalitetskontroll och dokumentation av återbrukade installationer, vilket gjorde det svårt att planera för återbruk redan i projekteringskedet. De menade att tydligare riktlinjer, ekonomiska incitament och krav i projekteringsfasen hade varit avgörande för att intresset skulle få större genomslag i praktiken.

Ansvarsfrågan framstod som särskilt problematisk. Konsulter och entreprenörer beskrev att det ofta var oklart vem som bar ansvaret om ett återbrukat don, rör eller annat element skulle börja läcka eller sluta fungera efter några år. Eftersom återbrukade produkter normalt inte omfattades av samma garanti som nya, ville många entreprenörer inte ta risken att stå för eventuella följdskador. Detta gällde särskilt komponenter med rörliga delar eller elektronik, där risken för fel bedömdes som större. Ett exempel som togs upp var oro för vattenläckor från återbrukade rör eller funktionsfel i äldre styrdon. Tillverkare som Swegon hade därför börjat ta tillbaka egna produkter för renovering och sälja dem vidare med garanti, men sådana modeller var ännu relativt ovanliga och omfattade bara en begränsad del av marknaden.

Regelverk och certifieringskrav beskrevs som ytterligare hinder, framför allt för installationer med koppling till säkerhet. Förvaltare som Poseidon och Akademiska Hus menade att det var svårt att återanvända brandspjäll, elinstallationer och andra säkerhetskritiska delar, eftersom certifieringar och godkännanden inte kunde överföras mellan projekt. Äldre stammar i gjutjärn ansågs också olämpliga för återbruk, då de ofta var kraftigt korroderade på insidan och närmade sig slutet av sin tekniska livslängd.

Tillgången till information om vilka produkter som kunde återbrukas var också begränsad. Konsulter beskrev att de sällan hade tillgång till samlade register eller databaser över återbrukbart material, vare sig inom en förvaltares bestånd eller mellan olika aktörer. I praktiken innebar detta att de projekterade med nya produkter, och först senare undersökte om återbrukade komponenter kunde ersätta vissa delar. I Hoppet ritade konsulten in nya komponenter, men bytte till återbrukat material där det visade sig möjligt under byggskedet. Denna ordning gjorde det svårt att fullt ut utnyttja potentialen för återbruk, eftersom mycket redan var låst genom projekteringen.

Flera aktörer lyfte också fram ekonomiska och estetiska hinder. Återbruk bedömdes ofta som mer tidskrävande och därmed dyrare, eftersom material behövde demonteras varsamt, transporteras, rengöras, kontrolleras och ibland renoveras. Björklund på VCON beskrev ett fall där det slutliga beslutet blev att köpa en ny ventilationskanal eftersom det var billigare än att demontera, rengöra och återinstallera den gamla. Estetiska krav utgjorde ett annat hinder, särskilt i miljöer där beställare önskade ett enhetligt utseende. Äldre radiatorer eller synliga kanaler kunde fungera tekniskt, men valdes bort när deras utseende inte passade in i den nya gestaltningen.

4.1.5 Intressentperspektiv på design och lösningar

Hur installationselement var utformade från början hade stor betydelse för möjligheten till återbruk. Flera aktörer återkom till tre centrala faktorer: demonterbarhet, materialval och tillgänglighet i konstruktionen. Produkter som radiatorer, fasta ventilationskanaler och sanitetsporslin beskrevs som särskilt lämpliga för återanvändning. De saknade ofta rörliga delar, hade lång livslängd och var tillverkade i robusta material som stål och porslin. De var dessutom relativt enkla att rengöra och besikta. Ett återkommande exempel var hur Familjebostäder sparade och återanvände äldre radiatorer i nya projekt, även om det ibland var en utmaning att uppnå ett enhetligt utseende i rummen.

Tillverkare som Swegon arbetade med att förbättra demonterbarheten i sina produkter. De beskrev hur de utvecklade aggregat och andra ventilationsprodukter där skruvförband ersatte nitning eller permanent sammanfogning. Detta gjorde det möjligt att ta isär produkterna utan att skada komponenterna, vilket underlättade både reparationer, uppgraderingar och återbruk. Swegon hade också tagit fram ett träbaserat aggregat där trä användes i kapslingen för att minska klimatpåverkan och samtidigt sänka vikten, vilket kunde underlätta hantering och transport.

Materialvalet framstod som avgörande för både livslängd och återbrukbarhet. Aktörer nämnde att lättbearbetade och hållbara material som plåt och trä förenklade demontering och återmontering. Samtidigt betonades att det fanns en balans mellan materialets klimatavtryck och dess livslängd. Elektroniska produkter, styrsystem och komponenter med rörliga delar, till exempel kylbafflar och moderna styrdon, sågs som mer problematiska att återbruka. Svårigheter att funktionstesta dessa komponenter, osäkerhet kring återstående livslängd och avsaknad av garanti gjorde att de sällan bedömdes som lämpliga för återbruk.

Tillgängligheten i byggnaden spelade också stor roll. Konsulter beskrev hur installationer i äldre byggnader ofta var ingjutna i väggar eller bjälklag, vilket gjorde demontering svårt eller omöjligt utan omfattande

ingrepp. Detta gällde särskilt stammar, tappvattenledningar och vissa kanalsystem från tidigare decennier. Flera aktörer menade därför att nyproduktion borde planeras med större hänsyn till framtida demontering, till exempel genom att samla installationer i schakt eller undertak där de var lätta att nå. Ett sådant arbetssätt bedömdes inte bara underlätta reparationer och ombyggnation, utan även skapa bättre förutsättningar för återbruk av både enskilda komponenter och hela system.

4.1.6 Förutsättningar för återbruk

En återkommande slutsats i intervjuerna var att återbruk inte bara handlade om vilja, utan om vilka praktiska förutsättningar som fanns. För att återbruk skulle bli en naturlig del av byggprocessen behövdes fungerande systemstöd, samordning mellan aktörer samt fysiska och digitala strukturer för hantering av material.

Förvaltarna beskrev att mycket av det återbruksarbete som pågick var lokalt och beroende av enskilda initiativ. Familjebostäder hade till exempel börjat bygga upp interna lager för demonterade installationselement, där produkter registrerades och sparades för att kunna användas i andra projekt. Detta krävde både lagringsutrymmen, rutiner för dokumentation och personal som kunde bedöma produkternas skick. Samtidigt beskrev de att det ibland var svårt att hitta mottagare till material de själva inte längre hade användning för, eftersom det saknades en fungerande marknad där tillgång och efterfrågan på installationsprodukter möttes. Poseidon menade att arbetet skulle underlättas av kommunala återbrukscentraler där material från olika projekt kunde samlas, renoveras och göras tillgängligt för andra aktörer inom kommunen.

Tillverkarna hade andra möjligheter att bidra till strukturer för återbruk. Swegon hade börjat ta tillbaka egna produkter till fabrik för att uppgradera dem och sälja dem vidare med garanti. På så sätt kunde de ta över en del av ansvaret för funktion och kvalitet, vilket i sin tur minskade osäkerheten för entreprenörer och beställare. Andra aktörer beskrev hur liknande modeller växte fram, där tillverkare tog ett större ansvar för både kvalitetssäkring och logistik kring återbrukade produkter. I intervjuerna betonades att sådana lösningar var en viktig förutsättning för att installationselement skulle kunna återanvändas i större skala.

Konsulter pekade på behovet av digitala verktyg och register över återbrukbara komponenter. I dagsläget byggde mycket på informella kontakter, enskilda projektinitiativ och tillfälliga möjligheter. Detta gjorde att återbruk ofta hamnade sent i processen och blev en form av efterhandslösning. Flera menade att digitala plattformar där produkter kunde spåras, klassas och kvalitetssäkras skulle ge helt andra möjligheter att planera för återbruk redan i projekteringsskedet.

Slutligen betonade flera aktörer att samarbete var avgörande. Återbruk av installationselement krävde att fastighetsägare, entreprenörer, konsulter och tillverkare arbetade mot gemensamma mål. För att detta skulle fungera behövdes tydlig ansvarsfördelning, gemensamma plattformar för materialflöden och ekonomiska incitament som gjorde återbruk till ett rimligt val även inom snäva budgetar och tidsramar. Utan sådana samordnade förutsättningar riskerade återbruk att förbli beroende av enskilda eldsjälar och enstaka projekt, i stället för att bli en etablerad del av den ordinarie byggprocessen.

4.2 EPD-baserade beräkningar av klimatpåverkan

4.2.1 Sanitetskeramikens klimatpåverkan i livscykelns olika skeden

Följande diagram visar klimatpåverkan (GWP) för sanitetskeramik fördelat över olika livscykelmoduler per kg produkt. Resultaten baserades på EPD-data, där miljöpåverkan analyserades från råvaruutvinning och tillverkning till transport, installation och sluthantering. Fördelningen mellan livscykelfaserna tydliggjorde vilka steg i produktens livscykel som bidrog mest till den totala klimatpåverkan.

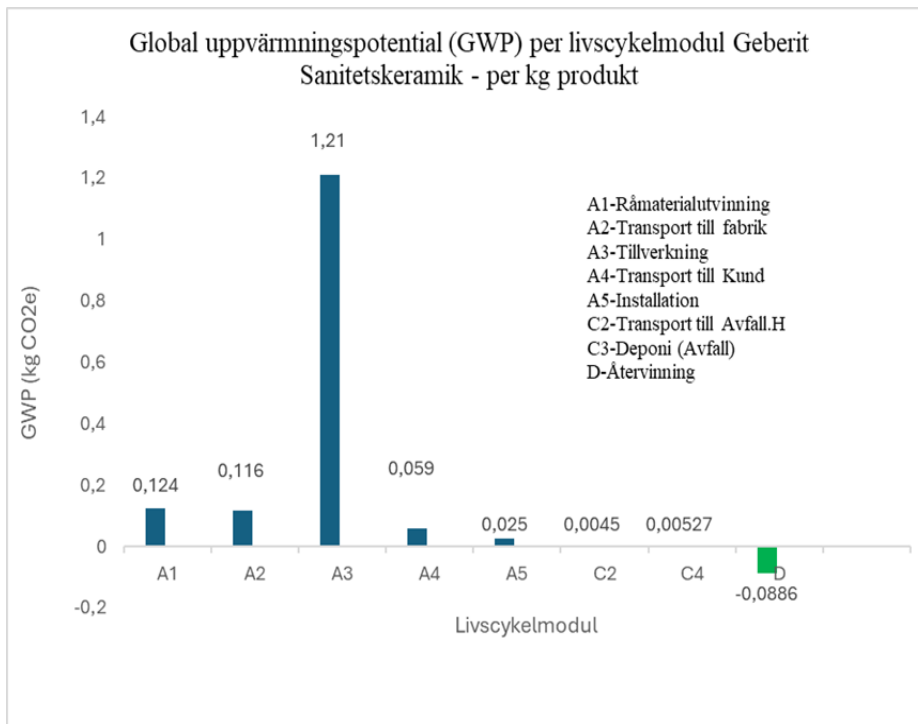


Diagram 2. Diagrammen visar GWP per livscykelmodul för Sanitetskeramik/kg produkt

4.2.2 FTX-aggregatets klimatpåverkan i livscykelns olika skeden

Diagrammet nedan visar koldioxidutsläpp (CO₂) för en FTX-ventilationsprodukt i olika faser av produktens livscykel, uttryckt i kg. Resultaten baserades på EPD-data och omfattade faser från råvaruutvinning, transport till fabrik och tillverkning till transport till kunder, installation samt sluthantering och återvinning det vill säga transport till avfallshantering, avfallsdeponi och återvinning. Fördelningen mellan livscykelfaserna gav en översikt över hur utsläppen uppstod genom hela produktens livscykel.

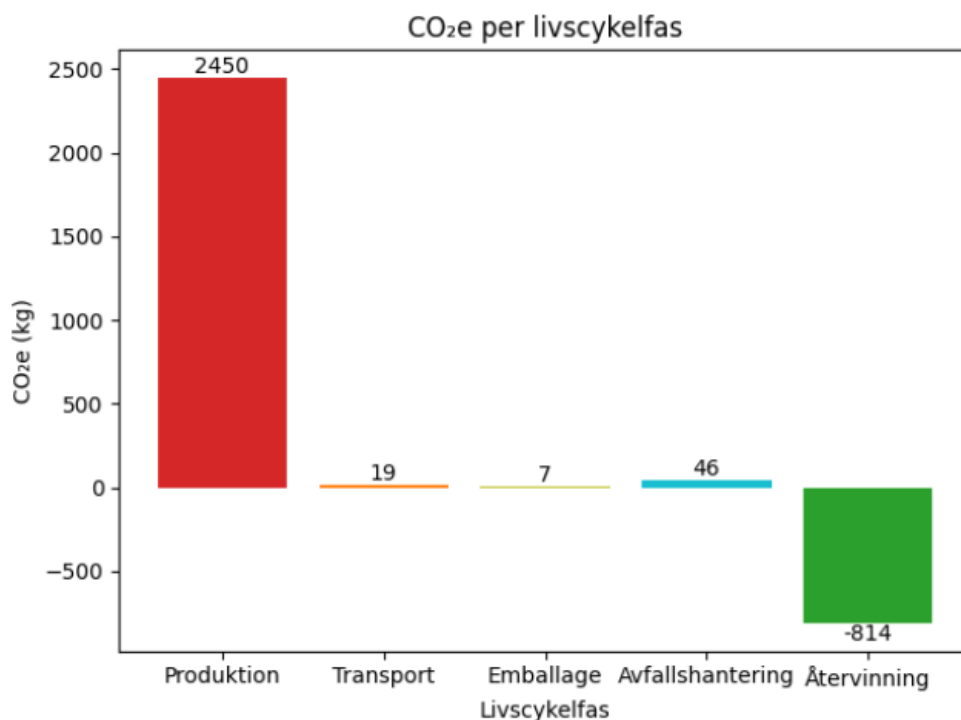


Diagram 3. Diagrammen visar CO₂ utsläpp av FTX-ventilationsprodukt i olika faser av en produktlivscykel (i kg)

5 Analys

5.1 Hur långt kan man komma med dematerialisering inom installationselement?

Dematerialisering beskrevs som en strategi som minskade materialmängden i en produkt utan att försämra funktion, kvalitet eller livslängd (SIO Grafen, 2021). Installationselement kunde samtidigt sällan bedömas isolerat, eftersom de ingick i tekniska system där krav på funktion, säkerhet och spårbarhet behövde kunna verifieras. För att tydliggöra var gränserna gick analyserades dematerialisering därför utifrån tre aspekter: funktion, kvalitet och livslängd.

5.1.1 Funktion

Dematerialisering kunde genomföras i den utsträckning installationselement fortfarande uppfyllde sin tekniska uppgift i systemet. Det handlade därmed inte enbart om att göra en produkt lättare eller tunnare, utan om att materialminskningen behövde kombineras med bibehållen prestanda, exempelvis vid dimensionering, val av komponenter och systemets samlade funktion (SIO Grafen, 2021). Detta blev särskilt tydligt i system som ventilation och FTX, där luftflöden, ljudnivåer och energiprestanda behövde stämma med projekterade krav. Resultaten visade att tillverkare kunde komma långt i dematerialisering genom att förändra konstruktion och materialval i nyproduktion utan att funktionen ändrades. Swegon beskrev till exempel hur de arbetade med konstruktioner som minskade materialåtgången och samtidigt testade alternativa material, bland annat ett aggregat med träinkapsling. Resultaten visade också att dematerialisering på funktionsnivå kunde uppnås genom att behålla delar av en produkt och enbart byta de komponenter som behövde uppgraderas, exempelvis fläktar eller styrutrustning. På så sätt kunde samma funktion uppnås med mindre behov av nytillverkning av komponenter.

Cirkulära strategier beskrevs också kunna innebära att en komponent återanvändes med ett nytt syfte och därmed fick en ny funktion, exempelvis när ventilationskanaler användes för kabeldragning. På så sätt kunde den ursprungliga materialresursen behålla sitt värde även om den tekniska funktionen ändrades (Naturvårdsverket, 2024). Sammantaget innebar detta på att dematerialisering kunde drivas relativt långt när funktionen kunde säkerställas i systemet. I fall där systemkraven var svåra att verifiera, exempelvis i FTX system där luftflöden, ljudnivåer och energiprestanda behövde stämma med projekterade krav, eller i elinstallationer och brand och säkerhetssystem där dokumentation och spårbarhet var avgörande, minskade däremot möjligheterna. Möjligheterna blev också mer begränsade när komponenten behövde fungera i ett nytt sammanhang utan känd prestanda.

5.1.2 Kvalitet

Kvalitet var i praktiken nära kopplad till möjligheten att kontrollera skick, säkerhet och spårbarhet. För enkla och robusta komponenter kunde kvaliteten i större utsträckning bedömas genom kontroll av skador, korrosion och materialets skick, medan mer tekniska komponenter krävde mer omfattande verifiering. I flera installationsområden var återbruk möjligt först när funktion och säkerhet kunde verifieras, vilket gjorde dokumentation och provning centrala i processen (Persson, 2022). Inom VA-system kunde metallrör återbrukas om de var hela och fria från korrosion, men utan uppgifter om materialegenskaper och ursprung fanns risk att återinstallera komponenter som inte uppfyllde dagens krav (Persson, 2022). Liknande

utmaningar fanns för elinstallationer och brand- och säkerhetssystem, där kraven på spårbarhet, testprotokoll och certifikat ofta var så höga att återbruk utan dokumentation i praktiken var omöjligt, särskilt för elektroniska komponenter (Persson, 2022).

Resultaten visade att kvalitetsfrågan blev särskilt kritisk för komponenter med elektronik, styrsystem eller rörliga delar, eftersom dessa var svårare att funktionstesta och bedöma. Därmed bedömdes de också som mindre lämpliga för återbruk. Kylbafflar lyftes som ett exempel på komponenter där kvalitetsrisker kunde uppstå, bland annat kopplat till korrosion och svårigheter att kvalitetssäkra vid återbruk. Sammantaget innebär detta att dematerialisering kunde drivas längre för robusta och enkla komponenter där kvaliteten var lätt att kontrollera, medan möjligheterna begränsades när verifierbarhet och säkerhetskrav var styrande.

5.1.3 Livslängd

Dematerialisering kopplades också till hur material användes över tid, där längre livslängd och resurseffektiv användning minskade behovet av nyproduktion (SIO Grafen, 2021). Detta innebär att dematerialisering inte enbart handlade om att minska material i varje enskild produkt, utan också om att förlänga livslängden genom reparation, uppgradering och återtillverkning. På så sätt kunde produkter och material behålla sitt värde längre innan de behövde ersättas eller bli avfall (Naturvårdsverket, 2024). Resultaten visade exempel på detta genom tillverkarens arbetssätt, där äldre installationer uppgraderades, exempelvis genom byte av fläktar i befintliga aggregat, och där produkter togs tillbaka till fabrik och renoverades för att kunna säljas vidare. Resultaten visade också att sådana flöden förutsatte att produkter gick att ta isär utan att skadas, exempelvis genom skruvförband, vilket gav bättre förutsättningar för både reparation och återbruk över tid. Dematerialisering beskrevs också som något som ofta behövde kombineras med substitution, där mer problematiska material kunde ersättas med mer hållbara alternativ, exempelvis genom att ersätta PVC med andra materialval (SIO Grafen, 2021). Samtidigt lyftes en risk i form av reboundeffekten, där effektiviseringar kunde leda till ökad konsumtion och därmed minska den faktiska miljövinsten. Detta innebär att dematerialisering inte enbart kunde bygga på tekniska förbättringar, utan också behövde stödjas av styrmedel för att ge långsiktig effekt (Schmidt Bleek, 1994) (Schmidt Bleek, 2012).

5.2 Är installationsföretag redo för reparerade och återbrukade element?

Återbruk och reparation förutsatte att information om produkter fanns tillgänglig och kunde följas över tid (Naturvårdsverket, 2024). Det behövde till exempel gå att kontrollera hur en produkt fungerade, vilket skick den var i och om den uppfyllde aktuella säkerhetskrav. Samtidigt framgick i intervjuerna att installationselement sällan kunde betraktas som helt fristående produkter, eftersom de oftast ingick i större tekniska system där flera komponenter behövde fungera tillsammans. Flera respondenter ansåg att återbruk kunde vara möjligt i de fall komponenter var standardiserade, modulära eller hade tydlig och tillgänglig dokumentation. Mot denna bakgrund kunde beredskap förstås som hur redo branschen var att genomföra återbruk i praktiken. Om information om funktion, kvalitet eller ansvar saknades blev det svårt att återanvända produkter, även om de tekniskt sett fortfarande kunde fungera.

5.2.1 Spårbarhet

Spårbarhet utgjorde en central del i cirkulära flöden, eftersom den möjliggjorde kontroll av materialinnehåll, tekniska egenskaper och tidigare användning (Naturvårdsverket, 2024). För installationselement innebar detta att information om tillverkningsår, modell, tekniska specifikationer och eventuella uppgraderingar behövde vara tillgänglig även efter lång tids drift. För att säkerställa detta krävdes ett systematiskt arbetsätt där varje komponent kunde identifieras och kopplas till relevant dokumentation, exempelvis genom unika ID-märkningar i kombination med digitala databaser. Bristande dokumentation försvårade återbruk, vilket blev särskilt tydligt i tekniskt komplexa system som FTX. Dokumentation över luftflöden, energiprestanda och ljudnivåer saknades ofta eller var otillräcklig, trots att dessa parametrar behövde överensstämma med projekterade krav (BBR, 2024). När servicehistorik eller uppgifter om komponentbyten saknades uppstod osäkerhet kring systemets faktiska prestanda, vilket försvårade eller omöjliggjorde godkännande för återbruk. Konsekvensen blev att fullt fungerande installationer i praktiken kasserades på grund av bristande verifierbarhet.

För att möjliggöra återbruk krävdes därför inte enbart förbättrad dokumentation, utan också att denna var strukturerad, standardiserad och långsiktigt tillgänglig. Detta kunde uppnås genom digitala system där information lagrades i ett enhetligt format och kontinuerligt uppdaterades vid service, ändringar eller komponentbyten. Genom att koppla fysisk märkning, exempelvis QR-koder, till sådana databaser kunde relevant information göras direkt åtkomlig för aktörer som projektörer, förvaltare och besiktningsmän vid exempelvis ombyggnation eller demontering. Verifierbar funktion och tillförlitlig dokumentation var särskilt avgörande i installationer där säkerhetskrav var styrande, vilket ytterligare underströk vikten av spårbarhet (Persson, 2022). Tillgänglig och kvalitetssäkrad information blev därmed en förutsättning för att installationers funktion skulle kunna bedömas och godkännas i nya sammanhang, särskilt inom säkerhetskritiska system.

Liknande mönster identifierades för sanitetskeramik, som sällan återbrukades trots att produkterna var robusta och ofta hade lång livslängd. Vid demontering saknades i många fall uppgifter om tillverkningsår, tillverkare, modellbeteckning, material och tekniska specifikationer. Även information om tidigare användning, drift och underhållshistorik samt genomförda reparationer eller certifieringar var ofta otillgänglig. Avsaknaden av denna information försvårade bedömningen av funktion, kompatibilitet och säkerhet vid återinstallation, vilket begränsade möjligheten till återbruk. I vissa fall kunde en inledande bedömning baseras på visuell kontroll av komponentens skick, men denna var otillräcklig för att verifiera tekniska egenskaper och uppfyllelse av krav. Konsekvensen blev att även fullt fungerande komponenter sorterades bort på grund av bristande spårbarhet. Resultaten visade därmed att även relativt enkla komponenter var beroende av grundläggande och verifierbar produktinformation för att kunna integreras i nya projekt. Beredskapen för återbruk ökade när sådan information fanns tillgänglig och minskade när dokumentation saknades.

5.2.2 Ansvar och risk

Tydliga roller och ansvarsfördelning var centrala för att cirkulära strategier skulle fungera i praktiken (Naturvårdsverket, 2024). För installationselement innebar detta att det behövde vara klargjort vem som ansvarade för funktionstest, verifiering och hantering av eventuella brister efter återinstallation. Från resultaten framkom att ansvarsfördelningen i många fall var otydlig, vilket innebar att risk i praktiken överfördes till den aktör som genomförde installationen. Detta skapade en osäkerhet som försvårade beslut om återbruk, även i de fall där komponenter tekniskt sett kunde återanvändas.

Detta blev särskilt tydligt för FTX-system, där flera komponenter samverkade och där funktion därför inte kunde bedömas isolerat. Vid återbruk av ett ventilationsaggregat behövde först information om produkten samlas in, exempelvis genom befintlig dokumentation eller märkning. Därefter krävdes en teknisk bedömning för att avgöra om aggregatet kunde återanvändas, följt av funktionstest eller verifiering i samband med installation (Persson, 2022). Från intervjuerna framkom att det i dessa steg ofta saknades en tydlig ansvarsfördelning. Det var exempelvis oklart om det var konsulten som skulle godkänna funktionen, entreprenören som installerade systemet eller fastighetsägaren som bar det slutliga ansvaret. Detta innebar att osäkerheten kvarstod genom hela processen, vilket bidrog till att återbruk i många fall inte genomfördes. För att åtgärda detta krävdes en tydligare struktur för ansvarsfördelning, där roller definierades redan i projekteringsskedet. En möjlig åtgärd var att särskilja ansvar för olika moment i processen, exempelvis att konsulten ansvarade för teknisk bedömning och kravställning, entreprenören för installation och funktionstest, och beställaren för slutligt godkännande och riskacceptans. Genom att formalisera dessa roller i avtal och riktlinjer kunde osäkerheten minska och förutsättningarna för återbruk förbättras.

För sanitetskeramik framkom en liknande process, men i en mer avgränsad form. Vid återbruk av exempelvis en toalettstol eller ett handfat skedde först en demontering, följt av en visuell kontroll av produktens skick. Därefter behövde produkten bedömas inför återinstallation, exempelvis avseende skador eller slitage. I nästa steg installerades produkten i ett nytt projekt. Resultatet visade att det även här saknades tydlighet kring vem som ansvarade för att kontrollera funktion och säkerhet. Det kunde exempelvis vara oklart om ansvaret låg hos den som demonterade produkten, den som installerade den eller beställaren. Detta skapade en osäkerhet kring funktion och långsiktig användning. För att möjliggöra återbruk behövde därför ansvarsfördelningen tydliggöras och integreras i processen. En möjlig struktur innebar att ansvar fördelades stegvis. I ett första steg ansvarade fastighetsägaren eller beställaren för att säkerställa att information om produkten dokumenterades vid demontering. I ett andra steg ansvarade konsulten för att bedöma om komponenten uppfyllde krav för återinstallation. I ett tredje steg ansvarade entreprenören för att installationen genomfördes korrekt. Slutligen kunde en gemensam kontroll genomföras där funktion verifierades innan systemet togs i drift. En sådan gemensam kontroll kunde innebära att flera aktörer deltog i verifieringen, där konsulten ansvarade för att bedöma funktion mot krav, entreprenören för utförandet och beställaren för godkännande. Från resultatet framkom att denna typ av samordnad kontroll i dagsläget sällan är etablerad, vilket bidrar till osäkerhet i återbruksprocesser. Sammantaget visade analysen att återbruk inte enbart var beroende av teknisk möjlighet, utan av att ansvar och kontroll integrerades i en tydlig process. Utan en sådan struktur kvarstod osäkerheten kring funktion och risk, vilket begränsade möjligheten att genomföra återbruk i praktiken.

5.2.3 Samverkan

Beredskapen var beroende av i vilken grad spårbarhet, ansvar och samverkan var systematiskt integrerade i processen. I likhet med hur dematerialisering enligt SIO Grafen (2021) behöver kombineras med genomtänkt konstruktion och design för att få effekt, framstod återbruk som beroende av att organisatoriska strukturer etablerades över tid. Cirkulära flöden förutsatte samverkan mellan aktörer såsom fastighetsägare, konsulter, entreprenörer och leverantörer (Naturvårdsverket, 2024). För installationselement innebar detta att krav på dokumentation och verifiering behövde samordnas redan i projekteringsskedet.

För FTX-system gjordes bedömningar om återbruk från fall till fall, beroende på tillgång till information och vilka aktörer som var involverade. Analysen visar att beredskapen för återbruk i dessa system var direkt kopplad till hur väl dessa processer var etablerade och systematiserade, vilket är centralt för att cirkulära flöden ska fungera i praktiken. För sanitetskeramik visade resultaten att återinstallation sällan var en integrerad del av projekteringsprocessen, utan snarare ett undantag när särskilda förutsättningar förelåg. Detta tydliggjorde att beredskap inte bara handlar om teknisk möjlighet utan också om hur organisatoriska strukturer

och samverkan möjliggör eller begränsar återbruk, vilket är avgörande för att cirkulära principer ska kunna omsättas i byggprocessen.

5.3 Vilka åtgärder är mest avgörande för att övergå från ett linjärt till ett cirkulärt livscykelperspektiv inom installationsteknik?

Livscykeltänkande beskrevs som ett sätt att fatta beslut utifrån hela produktens eller systemets miljöpåverkan, i stället för att bedöma enskilda moment isolerat (Boverket, 2024). Ett cirkulärt system förutsatte att material hölls kvar i användning så länge som möjligt, eftersom slutna kretslopp minskade behovet av ny råvara och begränsade mängden avfall (Endress & Hauser, u.å.). Re strategierna visade också att åtgärder som återanvändning, reparation och återtillverkning var mer resurseffektiva än åtgärder längre ned i kedjan, eftersom de i större utsträckning bevarade värdet i produkter och komponenter (Reike, 2018). Avfallshierarkin pekade i samma riktning genom att prioritera förebyggande, återanvändning och annan återvinning före bortskaffande (Naturvårdsverket, 2024).

5.3.1 Kortsiktiga åtgärder i projektering och genomförande

Omställningen kunde därmed inte förstås som en fråga om att alltid välja mer återbruk, utan som en fråga om vilka åtgärder som var mest lämpliga utifrån hur de påverkade hela installationssystemets funktion, vilken nytta de gav över livscykeln, hur väl de bevarade värdet i produkter och material och hur möjliga de var att genomföra inom ett pågående projekt. Projekt påverkades dessutom av flera aktörer med olika intressen, ansvar och möjlighet att påverka utfallet, vilket innebar att åtgärderna behövde fungera både tekniskt och organisatoriskt (Bryson, 2004; Projektforums, 2024). Resultaten visade på motsvarande sätt att avgörande åtgärder behövde förbättra beslutsunderlaget i projekten och samtidigt göra cirkularitet praktiskt möjlig mellan beställare, konsulter, entreprenörer, förvaltare och tillverkare. På kort sikt handlade detta främst om tidig kartläggning, tydliga verifieringsrutiner, en genomtänkt prioriteringsordning, tidig samordning mellan aktörer och beslutsgrunder som tog hänsyn till hela livscykeln.

En första avgörande åtgärd på kort sikt var att kartlägga material och komponentflöden tidigt i projektet. Flödesscheman beskrevs som ett hjälpmedel för att synliggöra hur material rörde sig genom olika steg (Lucidchart, u.å.). Det har i litteraturen beskrivits hur material kunde hållas kvar i systemet genom återbruk och återföring (Endress & Hauser, u.å.). Översatt till installationsteknik innebar detta att befintliga installationselement behövde identifieras innan projekteringen låstes och innan rivning påbörjades. En sådan kartläggning kunde till exempel bestå av att ventilationskanaler, don, radiatorer eller andra komponenter inventerades och dokumenterades utifrån typ, placering, skick och möjlig framtida användning. Resultaten visade att återbruk ofta kom in för sent, vilket gjorde att projekten i praktiken utgick från nya produkter och att befintliga komponenter först i efterhand bedömdes som möjliga eller omöjliga att använda igen. En kortsiktig men genomförbar åtgärd var därför att införa tidig inventering av installationselement innan beslut om utbyte eller rivning fattades.

En andra åtgärd var att skapa tydliga verifieringsrutiner för återbrukade komponenter. Återbruk inom installationsteknik var möjligt först när funktion, säkerhet och spårbarhet kunde verifieras, vilket gjorde dokumentation central i processen (Persson, 2022). Detta såg olika ut beroende på komponenttyp. För enkla och robusta delar, till exempel ventilationskanaler, radiatorer och sanitetsporslin, kunde verifiering ofta utgå från visuell kontroll, måttkontroll, rengöring och bedömning av skador. För mer tekniska eller säkerhetskritiska komponenter, till exempel elkomponenter, brandrelaterade delar eller produkter med

elektronik, krävdes högre nivåer av provtagning, dokumentation och ibland tillverkarbedömning för att minska osäkerheten hos konsulter och entreprenörer. Ett etablerat sätt att avgöra om en återbrukad produkt kunde accepteras inom dagens projektlogik var avgörande. Åtgärden var därför inte att införa en enda rutin för allt, utan att skapa en enkel men tydlig verifieringsordning där kravnivån anpassades efter komponenttyp, funktion och säkerhetsnivå.

En tredje åtgärd var att skapa en tydlig prioriteringsordning för projektbeslut. Re strategierna användes för att visa att mer värdebevarande åtgärder borde prövas före åtgärder som innebar att komponenter ersattes eller lämnade systemet (Reike, 2018). Detta stämde också överens med avfallshierarkin, där mer värdebevarande åtgärder prioriterades före lägre nivåer i kedjan (Naturvårdsverket, 2024). I projektsammanhang innebar detta att nyköp inte borde vara utgångsläget, utan att projekt först borde pröva om en komponent kunde behållas, repareras, uppgraderas eller återbrukas. Resultaten visade att detta var särskilt relevant för komponenter som radiatorer, ventilationskanaler, don och sanitetsporslin, där sådana åtgärder ofta framstod som både tekniskt möjliga och mer resurseffektiva än att ersätta dem med nytt. Samtidigt visade resultaten att denna ordning inte kunde användas generellt utan urskiljning, eftersom exempelvis brandspjäll, vissa elinstallationer och komponenter med avancerad elektronik krävde andra bedömningar. Den avgörande åtgärden var därför att skapa en beslutsordning där mer värdebevarande alternativ alltid prövades först, men där komponenttyp och systemkrav avgjorde vad som var rimligt.

En fjärde åtgärd var tidig samordning mellan intressenter. Intressentanalysen visade att projekt inte enbart formades av tekniska val, utan också av vilka aktörer som påverkade besluten, vilka mål de hade och hur deras intressen förhöll sig till varandra (Bryson, 2004). Detta innebar samtidigt att omställningen behövde fungera organisatoriskt och inte enbart tekniskt (Projektforums, 2024). Resultaten visade att återbruk ofta föll mellan aktörerna när ansvar och förväntningar var otydliga. Beställaren avgjorde ambitionsnivån, konsulten bedömde systemets funktion, entreprenören bedömde utförbarheten och tillverkaren kunde i vissa fall bidra med garanti eller kvalitetssäkring. När dessa perspektiv inte samordnades tidigt ledde det till att återbruk stoppades sent i processen eller reducerades till en tilläggsfråga. En genomförbar kortsiktig åtgärd var därför att samla centrala aktörer tidigt i projekteringen för att tydliggöra mål, begränsningar och ansvar innan systemlösningar fastställdes.

En femte åtgärd var att låta beslut vila på ett livscykel tänkande och på tillgänglig miljöinformation. LCT beskrevs som ett sätt att fatta beslut utifrån påverkan över hela livscykeln (Boverket, 2024). Perspektivet användes också för att undvika problemförskjutning mellan olika faser eller delar av systemet (European Environment Agency, 2020). EPD:er presenterades samtidigt som ett verktyg för att tillhandahålla jämförbara och verifierade miljödata för produkter (Boverket, 2024). I ett livscykel tänkande innebar detta inte att varje projekt behövde genomföra fullständiga livscykelanalyser för samtliga komponenter, men det innebar att beslut om återbruk, utbyte eller nyköp borde stödjas av bättre information än enbart investeringskostnad och tidplan. Resultaten visade att nya produkter ofta valdes för att de uppfattades som snabbare och enklare i stunden, trots att återbruk i vissa fall hade kunnat ge lägre klimatpåverkan och bättre resursutnyttjande. På kort sikt framstod därför beslut som tog hänsyn till livscykelnytta och miljöinformation som ett sätt att göra återbruk mer legitimt i projektering och upphandling.

5.3.2 Långsiktiga åtgärder: omställning av design, system och affärsmodeller

De mest avgörande långsiktiga förändringarna kunde sammanfattas i fem områden: design, spårbar data, livscykel livscykelbaserad styrning, affärsmodeller och sammodeller och samverkan. Design gjorde återbruk tekniskt möjligt genom att installationselement kunde demonteras, uppgraderas och användas i fler cykler. Spårbar data gjorde det möjligt att följa komponenters egenskaper och användning över tid. Livscykelbaserad styrning gjorde återbruk till ett prioriterat val i projektering och upphandling. Affärsmodeller och incitament gjorde cirkulära lösningar ekonomiskt och organisatoriskt hållbara. Samverkan gjorde dem genomförbara mellan aktörer. De långsiktiga åtgärderna handlade därför om hur installationselement behövde utformas, dokumenteras, styras och värderas för att ett cirkulärt livscykelperspektiv skulle kunna etableras över tid.

Cirkulär ekonomi beskrevs som en modell där produkter, material och resurser hölls kvar i användning så länge som möjligt (European Commission, 2019-2024). Re strategierna visade också att mer värdebevarande åtgärder, såsom återanvändning, reparation, uppgradering och återtillverkning, behövde prioriteras före åtgärder längre ned i kedjan (Denise Reike, 2018). Resultaten tydde på samma sak. Återbruk av installationselement kunde inte bli norm så länge systemen fortsatte att utformas, dokumenteras och upphandlas utan krav på demontering, spårbarhet och värdebevarande.

En första långsiktig åtgärd var att utforma installationselement och installationssystem för demontering, uppgradering och flera användningscykler. Installationselement beskrevs som delar av större tekniska system, där funktionen uppstod först när komponenten samverkade med kanaler, ledningar, styrning och anslutningar (Miguel Annefalk, 2025). Det innebar att design för cirkularitet inte bara handlade om den enskilda produkten, utan om hur hela systemet byggdes upp. Re strategierna visade samtidigt att reuse, repair, refurbish och remanufacture bevarade mer värde än att ersätta eller återvinna material direkt (Denise Reike, 2018). Avfallshierarkin pekade i samma riktning genom att prioritera mer värdebevarande alternativ före lägre nivåer i kedjan (Naturvårdsverket, 2024). I praktiken innebar detta att installationselement behövde utformas så att de gick att ta isär utan att skadas, att enskilda delar kunde bytas ut utan att hela produkten kasserades och att systemen byggdes så att komponenter var åtkomliga för service och uppgradering. Resultaten visade att skruvförband, modulär uppbyggnad och standardiserade anslutningar gav bättre förutsättningar för detta, medan ingjutna rör och svårtillgängliga kanaler i äldre byggnader gjorde återbruk mycket svårt.

En andra långsiktig åtgärd var att bygga upp system för spårbarhet och verifierbar dokumentation över flera livscyklar. Återbruk inom installationsområdet förutsatte att funktion, säkerhet och spårbarhet kunde verifieras, särskilt inom VA system, elinstallationer och brand och säkerhetssystem (Persson, 2022). EPD:er beskrevs som standardiserade dokument som tillhandahöll jämförbara och verifierade miljödata (Boverket, 2024). ISO 14025 och EN 15804 gav samtidigt en ram för hur sådan information kunde struktureras och granskas (ISO 14025:2006, 2006; SIS, 2012). På längre sikt innebar detta att installationselement inte bara behövde dokumenteras vid inköp och installation, utan att information om materialtyp, dimensioner, installationsår, underhåll, testresultat och eventuella garantier behövde följa komponenten genom hela brukstiden. Resultaten visade att brist på sådan information gjorde återbruk personberoende och osäkert, särskilt när konsulter eller entreprenörer saknade överblick över tillgängliga komponenter eller inte kunde bedöma om de fortfarande uppfyllde kraven. En långsiktig omställning krävde därför system där spårbara data byggdes upp och hölls levande över tid, i stället för att börja om i varje nytt projekt.

En tredje långsiktig åtgärd var att styra projekt och upphandling utifrån livscykelperspektiv och tydliga systemgränser. Flödesscheman beskrevs som verktyg för att synliggöra hur material rörde sig genom olika steg (Lucidchart, u.å.). Det beskrevs också hur material kunde hållas kvar i systemet genom återbruk och återföring (Endress & Hauser, u.å.). LCT presenterades som ett sätt att fatta beslut utifrån hela livscykeln

(Boverket, 2024) och undvika problemförskjutning mellan olika led (European Environment Agency, 2020). Detta innebar att långsiktig styrning inte kunde utgå från en snäv projektgräns där det billigaste och snabbaste alternativet premierades i stunden. I stället behövde upphandling, klimatkrav och beslutsmodeller utformas så att flera alternativ än nyköp faktiskt prövades, och så att värdet av reparerbarhet, återbrukbarhet och längre brukstid vägdes in. Resultaten visade att många återbruksmöjligheter försvann därför att beslut togs inom en kort projekttid och inom ekonomiska ramar som inte belönade livscykelnytta. En långsiktig omställning krävde därför att styrningen flyttade fokus från linjär projektoptimering till systemgränser där installationselement sågs som resurser över tid och mellan projekt.

En fjärde långsiktig åtgärd var att utveckla affärsmodeller och incitament som gjorde cirkulära lösningar ekonomiskt och organisatoriskt hållbara. Cirkulär ekonomi beskrevs som beroende av att produkter designades för hållbarhet, reparation och återvinning (European Commission, 2019-2024). Re strategierna visade också att högre värde kunde bevaras när produkter hölls kvar i användning och uppgraderades i stället för att ersättas (Denise Reike, 2018). För installationsområdet innebar detta att någon aktör behövde ha ett tydligt incitament att ta tillbaka, reparera, uppgradera och återföra produkter till användning. Resultaten visade att tillverkare som tog tillbaka egna aggregat, renoverade dem och lämnade garanti minskade osäkerheten för övriga aktörer och skapade ett mer trovärdigt cirkulärt flöde. Det pekade mot affärsmodeller där tillverkaren eller andra mellanaktörer tog ett längre ansvar för produktens funktion och värde, i stället för att enbart sälja nytt material. En sådan förändring innebar inte bara teknisk utveckling, utan också att ansvar, risk och ekonomisk nytta fördelades annorlunda än i ett linjärt system.

En femte långsiktig åtgärd var att bygga branschgemensam samordning och legitimitet kring cirkulära arbetssätt. Intressentanalysen visade att ett projekt påverkades av flera aktörer med olika intressen, makt och kriterier för vad som räknades som ett lyckat resultat (Bryson, 2004). Den visade också att hållbara förändringar krävde både tekniska och politiska förutsättningar för att kunna genomföras (Projektforums, 2024). Detta betydde att cirkulära lösningar inte kunde etableras genom en enda aktörs initiativ. Resultaten visade också att återbruk fungerade bäst när beställare, konsulter, entreprenörer, förvaltare och tillverkare drog åt samma håll, medan otydligt ansvar ledde till att återbruk stoppades eller sköts åt sidan. På längre sikt behövde därför branschen utveckla gemensamma normer, arbetssätt och förväntningar som gjorde återbruk legitimt som ett professionellt, tekniskt och avtalsmässigt rimligt alternativ. Annars riskerade cirkulära lösningar att fortsätta vara beroende av enskilda projekt eller engagerade individer, snarare än att bli en stabil del av branschens normala praxis.

6 Diskussion

6.1 Styrkor och svagheter

Detta avsnitt diskuterar studiens viktigaste styrkor och begränsningar i relation till litteratur, metodval och genomförande. Syftet är att tydliggöra hur dessa faktorer kan ha påverkat resultaten och i vilken utsträckning slutsatserna kan tolkas och användas.

6.1.1 Litteratur inom området

Litteraturen kring cirkulär ekonomi i bygg- och fastighetssektorn var omfattande, men behandlade i huvudsak stommar, fasader och traditionella byggmaterial. Tekniska installationer och specifikt installationselement som ventilationsdon, kanaler och VVS-komponenter förekom däremot i begränsad utsträckning. En styrka med studien var därför att den riktade fokus mot ett område där forskningen hittills varit relativt tunn, vilket gav möjlighet att synliggöra frågeställningar som sällan adresserades i tidigare arbeten.

Samtidigt innebar bristen på etablerad teori kring cirkularitet i installationstekniska system att den teoretiska ramen behövde sättas samman av litteratur från flera delområden, såsom allmän cirkulär ekonomi, återbruk i byggsektorn och livscykelperspektiv på tekniska system. Detta gjorde referensramen mindre sammanhållen än om det funnits ett tydligt etablerat forskningsfält. Begrepp som återbruk, återanvändning, renovering och dematerialisering användes inte alltid konsekvent i litteraturen, vilket medförde tolkningsarbete vid analysen. Att studien genomfördes i en svensk kontext, medan en del av litteraturen hade internationellt fokus, innebar också att vissa slutsatser behövde anpassas till nationella regelverk och praxis.

6.1.2 Metodval

Valet av en kvalitativ ansats med semistrukturerade intervjuer gjorde det möjligt att fånga aktörernas resonemang, prioriteringar och upplevda hinder på ett sätt som inte hade varit möjligt med en enbart kvantitativ metod. Att intervjua både tillverkare, konsulter och förvaltare gav en kedjebild av hur installationselement hanterades från projektering till drift, vilket stärkte studiens relevans för frågor om ansvarsfördelning och samverkan. Intervjustrukturen gav utrymme för följdfrågor, förtydliganden och exempel, vilket ökade djupet i materialet.

Metodvalet hade samtidigt begränsningar. Intervjuerna byggde på respondenternas egna beskrivningar av arbetssätt och erfarenheter, vilket innebar att uppgifterna inte alltid kunde verifieras mot faktisk praktik, exempelvis projekteringshandlingar eller entreprenadkontrakt. En annan svaghet var att intervjun med tillverkaren genomfördes tidigt i processen. När senare intervjuer med konsulter och förvaltare hade genomförts framstod nya frågor som det hade varit värdefullt att återkoppla till tillverkaren med. Av tids- och resurskäl genomfördes ingen uppföljande intervju, vilket begränsade möjligheten att fördjupa vissa resonemang, särskilt kopplat till garantier och framtida affärsmodeller.

6.1.3 Avgränsningar och antaganden

Studien avgränsades geografiskt till aktörer med verksamhet främst i Göteborgsområdet och tematiskt till installationselement inom ventilation och VVS. Denna avgränsning gjorde det möjligt att genomföra en mer detaljerad analys inom ramen för ett begränsat examensarbete, men innebar samtidigt att viktiga aktörsgrupper inte inkluderades, såsom mindre privata fastighetsägare eller entreprenörer utan längre erfarenhet av återbruk. Ett centralt antagande var att de intervjuade personerna i huvudsak representerade sina organisationers synsätt och arbetssätt. I praktiken kan det finnas variationer mellan olika enheter, projekt eller individer inom samma

organisation, vilket inte fångades fullt ut. Vidare antogs att begrepp som återbruk, renovering och dematerialisering förstoddes på ett liknande sätt av samtliga respondenter, trots att deras bakgrund och tekniska kompetens skilde sig åt. Studien tog inte heller ett fullständigt systemperspektiv på byggprocessen, utan fokuserade på vissa skeden och aktörer. Detta kan ha gjort att andra relevanta beroenden, exempelvis kopplat till arkitekter eller upphandlingsjuridik, behandlades mer översiktligt.

6.1.4 Tillförlighet till och trovärdigheten av data

Samtliga intervjuer spelades in och transkriberades, vilket ökade tillförlitligheten genom att detaljer i utsagorna kunde återges korrekt och kontrolleras i efterhand. Båda författarna tog del av transkriberingarna och deltog i kodning och tematisering, vilket minskade risken för att en enskild tolkning skulle styra analysen. Att intervjuerna genomfördes med olika aktörsgrupper möjliggjorde viss triangulering, där uppgifter från en aktör kunde jämföras med hur andra beskrev samma fenomen.

Samtidigt fanns flera källor till osäkerhet. Vissa respondenter hade en lång erfarenhet av cirkulärt arbete, medan andra endast i begränsad utsträckning hade reflekterat över frågan tidigare. Detta påverkade både detaljnivå och säkerhet i svaren. Det fanns också en risk för att intervjupersonerna betonade pågående eller planerade initiativ mer än vardaglig praktik, särskilt när de representerade sina organisationer i en professionell roll. Begrepp som "återbruk" och "cirkularitet" kunde dessutom användas strategiskt, exempelvis i marknadsföringssyfte, vilket krävde försiktighet i tolkningen. Den kvalitativa karaktären innebär därför att resultaten bör läsas som tolkningar av upplevda förhållanden, snarare än exakta beskrivningar av alla projekt där installationselement hanterades.

6.1.5 Åtgärdernas allmänna giltighet

De åtgärder som identifierades i analysen, såsom behovet av tydligare ansvarsfördelning, utvecklade garantimodeller och bättre informationsflöden kring tillgängliga återbrukskomponenter, framstod som relativt generella för den studerade delen av branschen. Liknande hinder och möjligheter har beskrivits i andra studier av återbruk inom byggsektorn, vilket talar för att resultaten kan ha överförbarhet även utanför de specifika organisationer som ingick i denna studie.

Samtidigt präglades flera slutsatser av den kontext där studien genomfördes. De intervjuade förvaltarna var stora aktörer med omfattande fastighetsbestånd, vilket gav andra förutsättningar för interna återbrukslager än vad mindre fastighetsägare skulle ha. Kommunala klimatmål och pågående projekt med höga hållbarhetsambitioner påverkade också hur långt vissa organisationer hade kommit i sitt arbete. De föreslagna åtgärderna behöver därför tolkas som principer snarare än färdiga modeller. I andra geografiska områden, med andra regelverk eller med andra typer av fastighetsägare, kan både hinder och drivkrafter se annorlunda ut. Giltigheten ligger därmed främst i att studien pekar ut centrala frågor som behöver hanteras för att återbruk av installationselement ska bli möjligt i större skala, snarare än i exakta procentsatser eller organisationsspecifika lösningar.

6.2 Studiens bidrag i relation till tidigare forskning

Studien bidrog till forskningsläget om cirkulär ekonomi genom att belysa installationselement, ett område som hittills behandlats relativt sparsamt. Genom intervjuer med tillverkare, konsulter och förvaltare lyftes både möjlighet för återbruk och de organisatoriska och ekonomiska hinder som begränsar den, vilket knöt samman tidigare teoretiska resonemang med praktiska erfarenheter från branschen.

6.2.1 Kunskap studien bidragit med

Studien visade att installationselement, trots sin tekniska och klimatmässiga potential, sällan återanvändes på ett systematiskt sätt. Tidigare forskning om cirkulär ekonomi i byggsektorn har i hög grad fokuserat på stommar, fasader och ytskikt, medan tekniska installationer ofta behandlats mer översiktligt. Ett centralt bidrag från denna studie är därför att den riktade uppmärksamheten specifikt mot installationselement och visade hur dessa påverkades av cirkulära respektive linjära arbetssätt.

Genom att inkludera både tillverkare, konsulter och förvaltare gav studien en samlad bild av hur samma frågor uppfattades längs hela kedjan, från produktutveckling till förvaltning. Resultaten tydliggjorde att flera komponenter, såsom ventilationskanaler, don, radiatorer och sanitetsporlin, i många fall var tekniskt möjliga att återbruka. Samtidigt framkom att dessa möjligheter ofta föll bort på grund av projektlogik, tidsramar och upphandlingsformer, snarare än på grund av tekniska begränsningar.

Studien konkretiserade också ett antal hinder som tidigare endast beskrivits på en övergripande nivå. Det gällde exempelvis svårigheter kopplade till ansvar och garanti när återbrukade komponenter byggdes in i nya projekt, liksom entreprenörernas upplevda ekonomiska risker när arbetskostnader för demontering, rengöring och kontroll översteg kostnaden för nya produkter. Dessutom visade studien hur bristen på struktur för lagerhållning och dokumentation av demonterade produkter gjorde att potentiellt användbara installationselement inte kom till nytta, trots att de tekniskt sett var funktionsdugliga.

Tillsammans innebar detta att studien bidrog med en mer detaljrik och praktisknära förståelse av varför installationselement inte återbrukades i större omfattning. Den visade att återbruk i hög grad avgjordes av organisatoriska, ekonomiska och juridiska faktorer, och att dessa ofta vägde tyngre än de tekniska förutsättningarna.

6.2.2 Resultat som motsäger tidigare studier

Tidigare studier har ofta framhävt tekniska begränsningar som det främsta hindret för återbruk av installationer, till exempel osäkerhet kring funktion, livslängd och kompatibilitet med nya system. Denna studie nyanserade den bilden. Resultaten indikerade att många installationselement i praktiken var tekniskt återbrukbara, särskilt sådana utan rörliga delar, medan de största hindren återfanns i regelverk, affärsmodeller och ansvarsfördelning.

Studien visade också att de intervjuade aktörerna i högre grad än vad som beskrivits i tidigare litteratur betonade projektekonomi och tidspress som avgörande skäl till att återbruk valdes bort. Det var inte främst brist på teknisk lösning som stoppade återbruk, utan att befintliga ersättningsmodeller och upphandlingsformer premierade snabb nyproduktion. På så sätt motsade resultaten delvis bilden av teknik som huvudproblem och pekade i stället på att omgivande strukturer i stor utsträckning avgjorde vad som faktiskt återanvändes.

Genom att lyfta fram denna skillnad mellan teknisk möjlighet och faktisk praktik bidrog studien med ett viktigt komplement till tidigare forskning. Den underströk att framtida utveckling inte enbart behöver handla om nya tekniska lösningar, utan lika mycket om förändrade processer, styrmedel och ansvarsförhållanden kring befintlig teknik.

7 Slutsats

Hanteringen av installationselement i byggnader präglades fortfarande av linjära flöden, trots att både teknik och kunskap fanns för att möjliggöra mer cirkulära lösningar. Studien visade att återbruk och dematerialisering i första hand hindrades av organisatoriska och ekonomiska förutsättningar snarare än av tekniska begränsningar.

Sammanfattningsvis visar studien att en övergång till mer hållbara och cirkulära installationselement i första hand är en fråga om planering, ansvar och affärslogik. För att designförändringar och tekniska möjligheter ska få genomslag behöver arbetssätt, krav och incitament ändras. Studien pekar särskilt på följande slutsatser:

- Dematerialisering har tydlig potential. Materialeffektiv produktutveckling och livstidsförlängning av befintliga installationer, till exempel genom uppgradering av aggregat och återbruk av don, kan minska både materialåtgång och klimatpåverkan.
- Design och systemlösningar är avgörande. Installationer som är åtkomliga, demonterbara och modulärt uppbyggda ger helt andra möjligheter till reparation och återbruk än dagens ingjutna eller inbyggda system.
- Ekonomi och ansvar utgör centrala hinder. Återbruk uppfattades ofta som dyrare än nyproduktion, främst på grund av arbetskostnader och otydlig ansvarsfördelning kring funktion och garanti. Detta gjorde entreprenörer försiktiga även när återbruk var tekniskt möjligt.
- Strukturer för lagerhållning och information saknas. Interna återbrukslager och digitala register över tillgängliga komponenter förekom endast i begränsad omfattning, vilket gjorde att konsulter sällan kunde planera med återbruk från början.
- Beställarkrav och upphandling har en nyckelroll. Utan tydliga krav på klimatprestanda och återbruk prioriterades nya produkter. Klimatdeklarationer och cirkulära kriterier i upphandling kan därför få stor betydelse för framtida praxis.
- Tillverkarnas roll behöver stärkas. När tillverkare tar tillbaka, renoverar och åter-levererar produkter med garanti minskar osäkerheten för övriga aktörer och möjliggör cirkulära flöden i större skala.

Sammantaget visar studien att installationselement kan göras betydligt mer hållbara än i dag, men att detta kräver både tekniska anpassningar och förändrade arbetssätt. Först när återbruk och reparerbarhet integreras i projektering, affärsmodeller och ansvarsfördelning kan installationer behandlas som resurser i ett kretslopp snarare än engångsprodukter.

7.1 Förslag på fortsatta studier

Något punktat, exempel kan vara:

- Användning av BIM och andra digitala verktyg.
- Jämföra kostnader mellan nytt mot återbrukat.
- Utredda vilka typer av installationselement som har störst praktisk potential för återbruk.
- Undersöka hur utbildning och annan kompetensutveckling för konsulter, entreprenörer och beställare kan utformas för att öka kunskap för att kunna sprida kunskapen om återbruk av installationselement.

AI-deklaration

AI användes som stöd i arbetsprocessen. Vid intervjuerna användes det AI-baserade verktyget TurboScribe för transkribering av inspelat material. ChatGPT användes för språkgranskning, meningsuppbyggnad, textstruktur samt för att identifiera upprepningar och föreslå språkliga omformuleringar i syfte att öka tydlighet och läsbarhet. AI användes inte för att självständigt generera rapporten eller för att utan författarnas granskning genomföra analys, bedömningar eller dra slutsatser. Författarna ansvarar för samtliga bedömningar, ställningstaganden och den slutliga texten.

Referenser

- BBR. (den 07 08 2024). *Ventilation*. Hämtat från Boverket.se: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/ventilation/?utm_source=chatgpt.com
- Boverket. (Juni 2020). Hämtat från Utveckling av regler om klimatdeklaration av byggnader - förslag på färdplan och gränsvärden: <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2020/utveckling-av-regler-om-klimatdeklaration-av-byggnader.pdf>
- Boverket. (den 03 07 2024). *Introduktion till livscykelanalys (LCA)*. Hämtat från Boverket.se: https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/introduktion-till-livscykelanalys-lca/?utm_source
- Boverket. (den 03 07 2024). *Mer om miljövarudeklaration för byggprodukter (EPD)*. Hämtat från Boverket.se: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/miljodata-och-lca-verktyg/miljovarudeklaration-for-byggprodukter-epd/>
- Boverket. (den 30 01 2025). *Byggsektorns miljöpåverkan minskar*. Hämtat från Boverket.se: <https://www.boverket.se/sv/om-boverket/nyheter-aktuellt/nyheter/miljoindikatorer>
- Commission, E. (den 09 10 2023). *Delivering the European Green Deal*. Hämtat från www.commission.europa.eu: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en
- Cullbrand, A. H. (02 2021). *Grafen i den cirkulära ekonomin*. Hämtat från siografen.se: <https://siografen.se/app/uploads/2021/02/Grafen-och-cirkular-ekonomi.pdf>
- Denise Reike, W. J. (09 2018). *The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options*. Hämtat från ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917302756>
- EEA. (den 23 04 2025). *The European environment — state and outlook 2020: knowledge for transition to a sustainable Europe*. Hämtat från European Environment Agency: <https://www.eea.europa.eu/soer/2020>
- Endress + Hausser. (u.d.). Hämtat från www.se.endress.com: <https://www.se.endress.com/sv/hallbarhetslosningar-industriella-marknader/omfamna-hallbara-metoder-cirkular-ekonomi>
- European Commission. (2019-2024). Hämtat från European Union: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- Geberit. (den 10 08 2023). *geberit.se*. Hämtat från https://www.geberit.com/_assets/local-media/files/sustainability/product-declarations/en/2023-08-10-epd-geberit-sanitary-ceramic.pdf
- ISO 14025:2006. (2006). <https://www.iso.org/standard/38131.html>.
- Lantz, H. N. (2023). *Återbruk ur ett entreprenörsperspektiv*. Göteborg.
- Lucidchart. (u.d.). Hämtat från www.lucidchart.com: <https://www.lucidchart.com/pages/sv/vad-ar-ett-flodesschema-handledning>
- Miguel Annekalk. (den 19 02 2025). *Vad är ett FTX aggregat*. Hämtat från storstadensventilation.se: <https://storstadensventilation.se/vad-ar-ett-ftx-aggregat/>
- Naturvårdsverket. (2024). *Ett cirkulärt Sverige tänker efter – före!* Sverige: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (den 24 11 2024). *Vad är en cirkulär ekonomi*. Hämtat från [naturvardsverket.se](https://www.naturvardsverket.se): https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/cirkular-ekonomi/vad-ar-en-cirkular-ekonomi/?utm_source

- Oosting, O. (Mars 2021). *REHVA*. Hämtat från <https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/a-circular-economy-from-an-hvac-perspective?utm>
- Persson, B. J. (den 30 08 2022). *Vatten-och avloppsinstallationer*. Hämtat från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1692760/FULLTEXT01.pdf>
- Rockpanel. (u.d.). Hämtat från www.rockpanel.com:
<https://www.rockpanel.com/se/produktfordelar/hallbarhet/hallbarhetsordlista-forklaring-av-vanliga-begrepp-och-uttryck/>
- Schmidt-Bleek, F. (2012). *Hur mycket miljö behöver mänskligheten? : MIPS - måttet på ekologisk förvaltning*. Hämtat från wuppertal Institut :
<https://epub.wupperinst.org/frontdoor/index/index/year/2012/docId/4211>
- SIS. (den 23 08 2021). *Hållbarhet hos byggnadsverk - Miljödeklarationer - Produktspecifika regler*. Hämtat från Svenska Institutet för Standarder: <https://www.sis.se/produkter/byggnadsmaterial-och-byggnader/byggnadsindustrin/ovriga-aspekter/ss-en-158042012a22019ac2021/>
- Svenskt Projektforum. (den 29 05 2024). *Intressentanalys*. Hämtat från projektforum.se:
<https://projektforum.se/intressentanalys/>
- Zacharia, M. (den 17 07 2025). *Snabb guide till miljövarudeklarationer (EPD)*. Hämtat från [oneclicklca](http://oneclicklca.com):
<https://oneclicklca.com/sv/resources/articles/guide-to-epds>

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR MILJÖSYSTEMANALYS
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2026
www.chalmers.se



CHALMERS