



CHALMERS

Klimatpåverkananalys vid renovering av invändigt kök och badrum

En jämförelse mellan nytt- och återbrukat
material

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik

Erik Hellman
Anna Hoang

INSTITUTIONEN FÖR ARKTITEKTUR OCH SAMMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2023
www.chalmers.se

EXAMENSARBETE ACEX20

Klimatpåverkananalys vid renovering av invändigt kök och badrum

En jämförelse mellan nytt och återbrukat material

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

ERIK HELLMAN

ANNA HOANG

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för byggnadsteknologi

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2023

Klimatpåverkananalys vid renovering av invändigt kök och badrum

En jämförelse mellan nytt- och återbrukat material

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

ERIK HELLMAN

ANNA HOANG

© ERIK HELLMAN, ANNA HOANG, 2023

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2023

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Byggnadsteknologi

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Göteborg 2023

Klimatpåverkananalys vid renovering av invändigt kök och badrum

En jämförelse mellan nytt- och återbrukat material

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

ERIK HELLMAN

ANNA HOANG

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Byggnadsteknologi

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Bygg- och fastighetsbranschen står idag för cirka en femtedel av Sveriges totala klimatutsläpp (Fossilfritt Sverige, 2018). Renovering är därav en viktig åtgärd för att minska industrins utsläpp då det utökar livslängden på befintliga byggnader. I dagsläget finns det ett stort behov av renovering bland framför allt bostäder inom miljonprogrammet. Dessa konstruktioner kännetecknas av flerbostadshus som inte uppnår dagens byggstandard och förväntningar om energieffektivitet. Med den ökande efterfrågan av boenden och renoveringar, behövs nya och klimatsmarta renoveringsalternativ implementeras, för att motverka bygg- och fastighetssektorns klimatavtryck.

I denna studie jämförs två olika typer av lägenhetsrenoveringar i klimatpåverkan baserat på hela dess livscykel i en livscykelanalys (LCA), där endast invändigt kök och badrum beaktas. Den ena typen är en successionsrenovering med nytt material enligt Boomer renoveringskoncept, där logistiken av en lägenhetsrenovering har begränsats till en enda transport. Den andra successionsrenoveringstypen är en traditionell renovering med återbrukat material. Studien kommer att inkludera två olika renoveringstypernas byggske, transport, användningsskede och slutskede.

Studiens beräkningar resulterades i att en lägenhetsrenovering med nytt material enligt Boomers renoveringskoncept får ett klimatutsläpp på cirka 5400 kg koldioxidekvivalenter (CO₂ekv). En traditionell lägenhetsrenovering med återbrukat material ger upphov till lägre klimatutsläpp på cirka 2300 kg CO₂ekv.

Analys och diskussion av resultatet presenterar för- och nackdelar med dem två olika renoveringstyperna. För renovering med nytt material enligt Boomers renoveringskoncept står produktionen av nya material för 96% av den totala utsläppen under dess livscykel. En traditionell renovering med återbrukat material har sin största hotspot vid transporten under byggproduktionen vilket står för cirka 99% av den totala utsläppen. En renovering med återbrukat material genererar därav mindre klimatutsläpp, men genom att ha en logistisk lösning likt Boomers renoveringskoncept kan ytterligare transportutsläppen sänkas med cirka 2100 kg CO₂ekv.

Nyckelord: Renovering, Hållbarhet, Livscykelanalys, Återbruk, Cirkulära flöden, Bygg- och fastighetssektorn.

Climate impact analysis for interior kitchen and bathroom renovation
A Comparison between new- and reused materials

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

ERIK HELLMAN

ANNA HOANG

Department of Architecture and Civil Engineering
Division of Building Technology
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The construction- and real estate industry currently accounts for about one-fifth of Sweden's total carbon emissions (Fossilfrittsverige, 2018). Renovation is therefore an important measure to reduce the emissions of the industry as it extends the lifespan of existing buildings. Currently there is a great need for renovation, especially for buildings that were built during the million programme. The buildings in the million programme are characterized by apartment buildings that do not meet today's construction standards and expectations for energy efficiency. With the increasing demand for housing and renovations, new and climate-smart renovation alternatives need to be implemented to mitigate the climate footprint of the construction and real estate sector.

This study compares two different types of renovations in terms of their climate impact based on their entire life cycle in a life cycle analysis (LCA), considering only the interior kitchen and bathroom. One type is a renovation with new materials according to Boomer renovation concept, where logistics of a renovation have been reduced to a single transportation. The other renovation type is a traditional renovation with reused materials. The study will include the construction phase, transportation, use phase and end-of-life phase of the different renovation types.

The calculations in the study resulted in climate emissions of approximately 5400 kg carbon dioxide equivalents (CO₂eq) for an apartment renovation with new materials according to Boomer's renovation concept. Traditional renovation with reused materials leads to lower climate emissions of approximately 2300 kg CO₂eq.

The analysis of the results shows that there are advantages and disadvantages to the two different renovation projects. For a renovation with new materials according to Boomer's renovation concept, the production of new materials accounts for 96% of the total emissions over its life cycle. A traditional renovation with reused materials has its largest hotspot during transportation in the construction phase, which accounts for about 99% of the total emissions. Therefore, a renovation with reused material generates lower climate emissions, but by having a logistical solution like Boomer's renovation concept, transportation emissions can be reduced by approximately 2100 CO₂eq.

Key words: Renovation, Sustainability, Life cycle analysis, Reuse, Circular flows,
The construction- and real estate sector.

Innehåll

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Problemformulering	2
1.3	Syfte	2
1.4	Frågeställningar	2
1.5	Avgränsningar	2
2	TEORETISK REFERENSRAM	4
2.1	Koldioxidekvivalent	4
2.2	Livscykel	4
2.3	Livscykelanalys – LCA	5
2.3.1	Målbeskrivning och omfattning	6
2.3.2	Inventering	6
2.3.3	Miljöpåverkansbeskrivning	6
2.3.4	Tolkning	6
2.4	Boverkets LCA och informationsmoduler	7
2.5	Boomers renoveringskoncept	8
2.6	Återbruk inom renovering	8
2.7	Miljöpåverkanskategorier	9
3	METOD	10
3.1	Undersökningsstrategi	10
3.2	Litteraturstudie - Studiens förutsättningar	10
3.3	Fallstudiens design och urval av intervjurespondenter	10
3.3.1	Beskrivning av respondenter	11
3.3.2	Resultat av intervjuer	12
3.4	LCA-analys – Renovering med nytt material	14
3.4.1	Målbeskrivning och omfattning – Avgränsningar och flödesscheman	14
3.4.2	Inventering - Produkt och livslängd	20
3.4.3	Miljöpåverkan – Beräkningar	21
3.5	LCA-analys – Renovering med återbrukat material	26
3.5.1	Målbeskrivning	26
3.5.2	Inventering - Produkt och livslängd	26
3.5.3	Miljöpåverkan – Beräkningar	27
4	RESULTAT	31

4.1	Resultat koldioxidekvivalenter	31
4.2	Resultat energiförbrukning	32
4.3	Resultat vattenförbrukning	32
5	ANALYS OCH DISKUSSION	34
5.1	Analys av studiens resultat	34
5.2	Analys av parametrar i studiens resultat	34
5.3	Avgränsning och scope	35
5.4	Vidare forskning	36
6	SLUTSATS	37
6.1	Är klimatpåverkan från renovering med återbrukat material lägre än med nytt material?	37
6.2	Vad är skillnaden i energi- och vattenförbrukning i en lägenhet med nytt material och återbrukat material?	37
7	REFERENSER	38

Förord

Denna studie har genomförts av Erik Hellman och Anna Hoang under våren år 2023 på Chalmers Tekniska Högskola. Examensarbetet skrevs inom avdelningen Byggnadsteknologi på programmet Samhällsbyggnadsteknik 180 hp, som ett avslutande moment och omfattar 15 hp. Arbetet utfördes i samarbete med konsultföretaget Coreco och deras dotterbolag Boo mer AB i Göteborg.

Inledningsvis vill vi rikta stort tack till institutionen och vår interna handledare Shuang Wang. Tack för din välvilja och insikter längst med hela arbetets gång. Din expertis och kunskap inom LCA-analyser och studiens arbetsområde har varit betydande för studiens utveckling.

Vidare vill vi innerligt tacka vår externa handledare Ann Skörvald från Coreco, som har hjälpt oss utforma frågeställningarna och försett oss med rådgivning inom relevanta aspekter av arbetets olika ämnen. Tack Coreco och Ann för ert förtroende för oss i det här uppdraget och samarbetet.

Tack till alla externa partner och intervjurespondenter som har bidragit med underlag och data till teorin och metoden för studien. Tack Filip Elfström från Familjebostäder, Lars Eliasson från Holgers stugmaterial, Anna Fredriksson och Julia Norén från Lundbergs fastigheter, Anders Krasse, Annika Kühner från Electrolux, Lisa Lindgren från Osbys vitvaror och Elise Nyhlén från Victoria hem. Utan er erfarenhet och kompetens inom energi-, bygg- och fastighetssektorn hade vi inte uppnått det resultat vi fick i denna studie.

Ytterligare tack riktat till vår examinator Holger Wallbaum, och våra studiekamrater Samuel Andreasson och Thao Ha som har opponerat på vårt examensarbete.

Avslutningsvis vill även uttrycka vår tacksamhet till våra nära och kära för deras uppmuntrande och ovärderliga stöd genom vår utbildning och examensarbete.

Begreppslista

Avfall – Material, substanser och ämnen som innehavaren avsiktligt eller med skyldighet avlägsnas.

Boverket – Svensk statlig myndighet som upprätthåller föreskrifter och ansvarar för byggstandard och riktlinjer inom bygg, bostads- och samhällsplanering.

Hotspot - En hotspot är det skedet eller process av livscykeln som har störst miljöpåverkan.

Hållbar utveckling – Långsiktig utveckling som beaktar den ekonomiska-, klimatmässiga- och sociala aspekten inom ett område och som gynnar kommande generationer.

Klimatekvivalent – En koldioxidekvivalent är ett enhetligt mått på hur diverse växthusgasers uppvärmningspotential, motsvarar och uttryckt i koldioxidutsläppets klimatpåverkan (NE Nationalencyklopedin AB, u.d.).

Miljonprogram – Ett bostadsbyggprogram utformat i Sverige på 1960- och 1970-talet som bestod av kostnadseffektiv produktion av flerbostadshus, i syfte att tillmötesgå det rådande bostadsbehovet och producera ca 1 miljon nya bostäder (Boverket, 2020).

Parisavtal – Globala klimatöverenskommelsen utformat av Förenta nationerna år 2015, om att minska världens växthusgasutsläpp och begränsa den globala uppvärmningen till under 2 °C jämfört med en förindustriell nivå. (Europeiska rådet och Europeiska unionens råd, 2023)

ROT-projekt – Begreppet ROT står för renovering, ombyggnad och tillbyggnad och är en form av byggprojekt som omfattas av renovering, ombyggnad och tillbyggnad av befintliga fastigheter eller bebyggelser.

Successionsrenovering – Renovering av bostäder som utförs efter att hyresgäst flyttar ut och innan nästa hyresgäst tillträder.

Växthusgaser - Naturliga och konstgjorda gaser i jordens atmosfär. Exempelvis vattenånga, koldioxid, metan och lustgas.

1 Inledning

I inledningskapitlet behandlas bakgrunden och motivet för denna studie, tillsammans med frågeställningarna som avses besvaras. Vidare ges en personlig motivering till varför vissa kriterier har prioriterats vid avgränsningen av frågeställningarna.

1.1 Bakgrund

Den gröna omställningen och Parisavtalet ställer större krav på att myndigheter och den privata sektorn ska vidta åtgärder och uppnå målet att halvera de globala utsläppen till år 2030 (Naturvårdsverket, 2023a). Enligt Fossilfritt Sverige, uppskattas Sveriges bygg- och fastighetssektorn stå för omkring en femtedel av det totala nationella klimatutsläppet (Fossilfritt Sverige, 2018). Till följd av detta läggs ett stort ansvar på byggsektorns utökande initiativ av grönt arbete och implementering av miljömål, för att reducera byggindustrins klimatavtryck. Renovering av befintliga flerbostadshus är en viktig del av byggbranschen och omfattas av allt från mindre reparationer till större ombyggnader. För att minska antalet nybyggnationer och därmed den totala miljöpåverkan från byggsektorn, krävs större satsning på renoveringar. Med hjälp av innovativa lösningar kan även miljöpåverkan inom renovering minska.

I dagsläget finns det en enorm bostadsbrist i Sverige och enligt Hyresgästföreningen anses situationen blivit värre (Hyresgästföreningen, 2023). Den rådande befolkningsökningen ökar i en ojämn takt i förhållande till utbyggandet av bostäder, vilket har resulterat i att bostadsbristen har blivit en klassfråga. Om frekvensen av bostadsproduktion inte ökar exponentiellt i framtiden, kan det leda till; ökning av bostadspriserna, minskad utveckling av den nationella ekonomiska tillväxten och begränsa en större andel av befolkningens livsval (Hyresgästföreningen, 2022).

Vidare finns det därav ett stort behov av renovering bland framför allt miljonprogrammet där cirka en fjärdedel av Sveriges befolkning är bosatta (Naturskyddsforeningen, 2022). Enligt Naturskyddsforeningen behövs omfattande investering i renovering bland majoriteten av miljonprogrammets bostadsområden för att möta dagens standard och behov. Bland dessa flerbostadshus är energikonsumtionen betydligt större i jämförelse med moderna byggnader, på grund av en högre grad av otätheter i klimatskalet. Undermåliga fasader i konstruktioner ökar elförbrukningen, risken för fuktskador och ombyten av VVS-installationer, som kan åtgärdas med renovering. Lägenhetsrenovering är därav en lönsam investering som kan höja befintliga bostädernas marknadsvärde och uppskattas minska hälften av energianvändandet bland bostäder inom miljonprojektet.

Enligt Mjörnell, innovationsområdeschef på RISE, kan varsam renovering av lägenheter vara en åtgärd som minskar klimatavtrycket inom byggsektorn (RISE, 2023). På grund av att renovering fördröjer rivning av befintliga byggnader och minskar tillverkningen av nytt material samt energiförbrukningen vid nybyggnation. Lägenhetsrenovering är därav en viktig aspekt inom byggsektorn, som gör att en befintlig byggnads livslängd kan utökas. Samtidigt som det tillmötesgår dagens bostadsbehov.

För att dra full nytta av renoveringsprocessen och beakta den gröna omställningen, behövs det studeras och utforskas mer. Konsultföretaget Coreco har därav utformat en

färdigpaketerad helhetslösning inom renovering i syfte att uppnå en mer effektiv lösning bland successionsrenoveringar. För att dessutom främja hållbarhetsfrågan, återanvänds produkter som exempelvis målarburkar, i syfte att minska spill och svinn. Denna studie kommer att jämföra skillnaden i klimatpåverkan mellan Boomers renoveringskoncept med nytt material, gentemot en traditionell renovering med återbrukat material.

1.2 Problemformulering

Examensarbetet har sin problemformulering grundad i behovet av att utföra successionsrenovering av befintligt bestånd av hyresrätter i större uträkning, på ett mer hållbart- och effektivt sätt än vad som görs i dagsläget. Med anledning av den gröna omställningen behövs större cirkulärt tänkande och mindre spill tillämpas i renovering.

1.3 Syfte

Syftet med denna studie är att undersöka, utföra en analys och jämföra klimatpåverkan för renovering med nytt- kontra återbrukat material med Boomers renoveringskoncept och traditionell renovering. Examensarbetets mål är att främja hållbart- och cirkulärt tänkande inom renovering av lägenheter, och skapa en referensram för kommande studier på djupgående nivå om renovering med återbrukat material, för att uppnå klimatneutralitet.

1.4 Frågeställningar

Med utgångspunkt från problemformuleringen och syftet med examensarbetet, kommer följande frågeställningar att besvaras i denna studie:



- Är klimatpåverkan från renovering med återbrukat material lägre än med nytt material?
- Vad är skillnaden i energi- och vattenförbrukning i en lägenhet med nytt material och återbrukat material?

1.5 Avgränsningar

Detta examensarbete utfördes och skrevs på vårterminen på Chalmers och omfattas av 15 hp. Tidsbegränsningen satte ramarna för studiens innehåll och LCA-analysens funktionella enhet. Enligt Boverket behövs en funktionell enhet som definieras vid en LCA, som utgör grunden och avgränsningar för jämförelser av olika produkter eller system för LCA-studie (Boverket, 2020). För att uppfylla detta krav har en funktionell enhet definierats, baserat på de avgränsningar som har specificerats för denna studie.

I denna studie har den funktionella enheten definierats för två fiktiva ordinära successionsrenoveringar i Sverige, utfört enligt svensk byggstandard. Lägenheten för båda fallen antas vara 67 kvadratmeter och har begränsats till ett badrum på 6 kvadratmeter och ett invändigt kök på 9 kvadratmeter. Det material som inkluderas i LCA-studien är följande: Badrumsporslin, kakel och klinker, blandare, komplett köksstomme och vitvaror. LCA-analysen har dessutom avgränsats till beräkningar på

klimatpåverkan från växthusgaser och el- och vattenförbrukning. Vid beräkningar på CO2ekv användes data från externa parter och databasen IVL 500, samt för produkter med avsaknad data om CO2ekv, används generiska data baserat på liknande produkter. Samma antaganden gjordes för beräkningar om deponi som baseras på generiska data från tidigare studier. Studien tar hänsyn till olika två typer av transportsystem. För nytt material används Boomers transportsystem från Borås till Göteborg, Malmö och Stockholm. För återbrukat material antas fordon från enskilda underentreprenader med en sträcka avsatt på 150 km radie utifrån renoveringsprojektets läge. Studieperioden sträcker sig över 30 år. Ytterligare avgränsningar har gjorts där ett urval av Boverkets skeden i LCA-studien för en byggnad, har inkluderats i denna studie. Denna begränsning baserades på modulernas relevans och storlek i klimatpåverkan enligt studiens sammanhang. Urvalet av skeden och moduler illustreras i Figur 1.

A1–5 Byggskede		
A1–3 Produktskede	A1	Råvaruförsörjning 
	A2	Transport 
	A3	Tillverkning 
A4–5 Byggproduktionsskede	A4	Transport 
	A5	Bygg- och installationsprocess
B1–7 Användningsskede	B1	Användning
	B2	Underhåll
	B3	Reparation
	B4	Utbyte 
	B5	Ombyggnad
	B6	Driftsenergi 
	B7	Driftens vattenanvändning 
C1–4 Slutskede	C1	Demontering, rivning
	C2	Transport 
	C3	Restproduktsbehandling
	C4	Bortskaffning 
D Fördelar och belastningar utanför systemgränsen		

Figur 1: Redigerad figur på Boverkets LCA informationsmoduler för en byggnad. Skeden markerade med en grön cirkel utgör urvalet av skeden inkluderade i studiens LCA-analys (Boverket, 2019a).

2 Teoretisk referensram

I detta kapitel introduceras teoretisk referensram som utgör en grundläggande kunskapsbas för studiens genomförande, och introducerar dessutom centrala begrepp som används kontinuerligt genom rapporten. Definitioner och metoder som behandlas i avsnittet inkluderar koldioxidekvivalent, livscykel, livscykelanalys och återbruk inom byggsektorn.

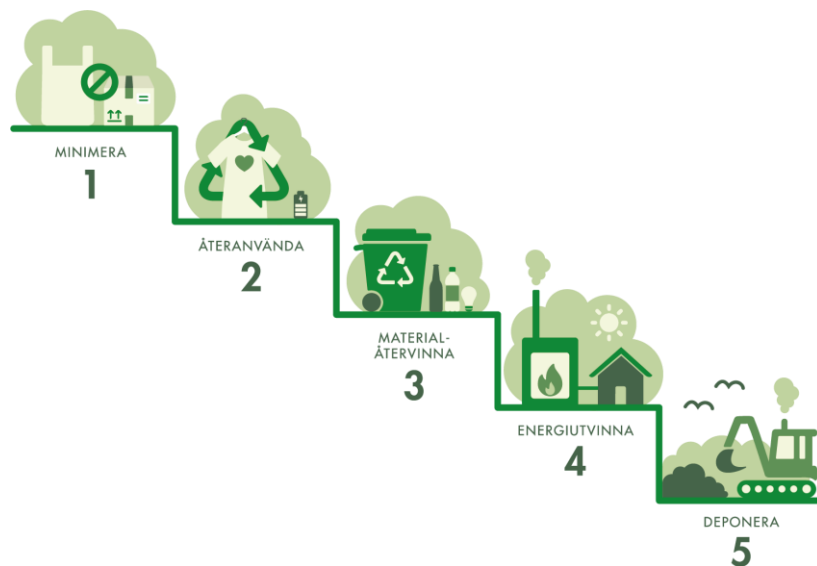
2.1 Koldioxidekvivalent

Koldioxidekvivalenter eller CO₂ekv, är en metrisk enhet som används för att mäta och jämföra växthusgaser (Naturvårdsverket, u.d.). Denna enhet är central inom miljö- och klimatforskning för att öka förståelse för effekterna av utsläpp på klimatet. Beräkningen av koldioxidekvivalenter bygger på att multiplicera en faktor benämnt Global Warming Potential (GWP), med vikten av det studerade växthusgasens utsläppsmängd. Faktorn togs fram av International Panel on Climate Change (IPCC) och beaktar uppvärmningspotential för respektive växthusgas för en bestämd tidsperiod, som varierar beroende på en växthusgas påverkan på klimatet.

2.2 Livscykel

Inom byggbranschen är livscykelperspektivet en stor process för att främja hållbarhet och minska negativ miljöpåverkan. Detta perspektiv innebär att vid en klimatpåverkananalys beaktar hela produktens livscykel, från dess produktion och användning till dess bortskaffande. Genom att ha en helhetssyn på produkters livscykel kan identifiering och minimering av miljöpåverkan göras på ett mer effektivt sätt.

En central aspekt av livscykelperspektivet är avfallstrappan som ingår i Miljöbalken, svenska lagstiftningen som främjar hållbar utveckling (Naturskyddsforeningen, 2021a). Avfallstrappan är en hierarkisk modell vars princip är att successivt minska den genererade mängden avfall samt öka återanvändningen och återvinningen. Modellen består utav fem olika etapper; minimera, återanvända, återvinna, utvinna energi och deponera. Denna metod är särskilt viktig med tanke på den markanta mängden avfall som genereras av Sveriges bygg- och fastighetsbransch.



Figur 1: Illustration på avfallstrappan (Sopor.nu, 2022).

Inom den ekonomiska hållbarheten omdiskuteras det om ambitionen att övergå från linjära- till cirkulära flöden. Linjära flöden definieras som råvaror eller resurser som utvinns, används och sedan blir avfall. Denna metod som präglar större del av västländska länders konsumtion är inte hållbara på lång sikt (Naturskyddsforeningen, 2021b). Därav finns det ett behov att övergå till cirkulära flöden, där produkter återanvänds och återvinns så länge som möjligt. Idén om att etablera och skapa cirkulära flöden i byggbranschen är en utmaning, som kräver en omfattande holistisk syn på resurser, och en förändring av traditionella affärsmodeller. Detta kräver samarbete mellan intressenter i näringslivet och aktörer inom den offentliga sektorn. Att främja cirkulära flöden och ekonomi inom byggbranschen är avgörande för att minska mängden avfall, och på så sett minska den internationella miljöpåverkan genererat från byggbranschen. Cirkulära flöden kan dessutom leda till ekonomisk lönsamhet bland företag och samhället som helhet.

2.3 Livscykelanalys – LCA

Livscykelanalys (LCA) är ett iterativt processverktyg som utvärderar och tar hänsyn till en produkts alla skeden under dess livslängd, med hållbarhet i fokus. Europeiska kommissionen definierar LCA som ett verktyg för miljöledning som hjälper organisationer att sträva efter hållbarhet och hållbar utveckling på lång sikt (European Commission, u.d.). LCA används som ett verktyg för att utveckla, utvärdera och kontrollera hållbarhetsaspekter av produkter och tjänster. Det är viktigt att genomföra LCA för alla förknippade processer genom hela livscykeln för att undvika att viktiga hållbarhetsaspekter förbises eller förpassas till andra delar av livscykeln eller andra produkter och tjänster. LCA är därmed ett värdefullt verktyg för organisationer som vill sträva efter hållbarhet och hållbar utveckling genom att systematiskt analysera och förbättra alla aspekter av sin produkt eller tjänst.

För att säkerställa en systematisk och noggrann analys av en produkts miljöpåverkan har LCA delats in i fyra större faser: definition av mål och omfattning, inventeringsanalys, miljöpåverkansbedömning och tolkning av resultat (Boverket,

2019b). Varje fas är central för att säkerställa att alla relevanta aspekter av produkten och dess livscykel beaktas.

2.3.1 Målbeskrivning och omfattning

Den första fasen i livscykelanalysen är att definiera målen, omfattningen av analysen och den funktionella enheten. Detta innebär att fastställa vad som ska analyseras och varför. Syftet med denna fas är att definiera en tydlig grund för analysen, för att kunna fokusera på de viktigaste miljöpåverkande aspekterna av produkten. Det är också viktigt att fastställa vilken information som ska samlas in under de kommande faserna. En väl definierad målsättning är avgörande för att säkerställa att analysen genomförs på ett effektivt och korrekt sätt.

Den funktionella enheten i en LCA-studie utformas i syfte att identifiera den funktion eller nytta som den studerade produkt eller tjänst ger ut ett klimatpåverkanperspektiv (Hauschild, Rosenbaum, & Olsen, 2018). Detta underlättar processen att kvantifiera både kvalitativa och kvantitativa aspekter av studiens syfte. Vid fastställningen av en studies funktionella enhet ska besvara följande frågor som; "vad?", "hur mycket?", "för hur lång tid/hur många gånger?", "var?" och "hur bra?", för att kunna upprepa studien, och få en nyanserad förståelse om en produkts eller tjänsts klimatpåverkan.

2.3.2 Inventering

I den andra fasen, inventeringsanalysen, samlas data in och information om produkten eller produkterna som ska analyseras. Denna fas är kritisk eftersom den samlade informationen är grundläggande för att bedöma miljöpåverkan. Under inventeringsfasen samlas data in om material, energi och utsläpp för varje steg i produktens livscykel. Detta inkluderar allt från råvaruutvinningsskedet till produktion, transport, användning och deponi. Syftet med den andra fasen är att säkerställa att all relevant information och underlag är tillgängliga, för att skapa en översiktlig bild av produkten eller produkterna och dess miljöpåverkan.

2.3.3 Miljöpåverkansbeskrivning

I den tredje fasen, miljöpåverkansbedömningen, analyseras produktens påverkan på klimatet, baserat på den information som samlades in under inventeringsfasen. Under denna fas utvärderas miljöpåverkan från olika perspektiv, såsom klimatförändringar, luftföroreningar, vattenförbrukning och avfallshantering. Syftet med denna fas är att kvantifiera produkten miljöpåverkan och fastställa dess viktigaste påverkansfaktorer.

2.3.4 Tolkning

Den sista fasen i livscykelanalysen är att tolka resultatet och dra slutsatser baserat på den information som samlats in och analyserats. Under denna fas utvärderas de miljöpåverkande faktorerna, och möjligheter till åtgärder identifieras. Det är dessutom viktigt att kunna dra slutsatser om vilken typ av produkt som är mest fördelaktig för klimatet, och vilka åtgärder som kan tas för att minska dess miljöpåverkan. Syftet med denna fas är att ta fram förslag och åtgärder för att förbättra produkten och dess miljöpåverkan.

2.4 Boverkets LCA och informationsmoduler

En livscykelanalys för en byggnad är en metod för att bedöma byggnadens miljöpåverkan genom hela dess livscykel, även uttryckt ”Från vagga till grav”. Boverket, som är en svensk myndighet för bostäder och byggande, har utvecklat olika moduler för att underlätta LCA-analyser i byggbranschen enligt europeisk standard [SS-EN 15978:2011] (Boverket, 2019a).

LCA-analysen delas vanligtvis in i olika skeden och informationsmoduler: byggskedet (A1-A5), användningsskedet (B1-B7) och slutskedet (C1-C4). Byggskedet omfattar olika aktiviteter såsom tillverkning av byggprodukter, transport, byggprocessen och avfallshantering. Användningsskedet inkluderar energiförbrukning och underhåll av byggnaden medan slutskedet handlar om rivning och avfallshantering.

A1-5 Byggskede		
A1-3 Produktskede	A1	Råvaruförsörjning
	A2	Transport
	A3	Tillverkning
A4-5 Byggproduktionsskede	A4	Transport
	A5	Bygg- och installationsprocess
B1-7 Användningsskede	B1	Användning
	B2	Underhåll
	B3	Reparation
	B4	Utbyte
	B5	Ombyggnad
	B6	Driftsenergi
	B7	Driftens vattenanvändning
C1-4 Slutskede	C1	Demontering, rivning
	C2	Transport
	C3	Restproduktsbehandling
	C4	Bortskaffning
D Fördelar och belastningar utanför systemgränsen		

Figur 3: Figur på Boverkets informationsmoduler för en byggnad (Boverket, 2019a).

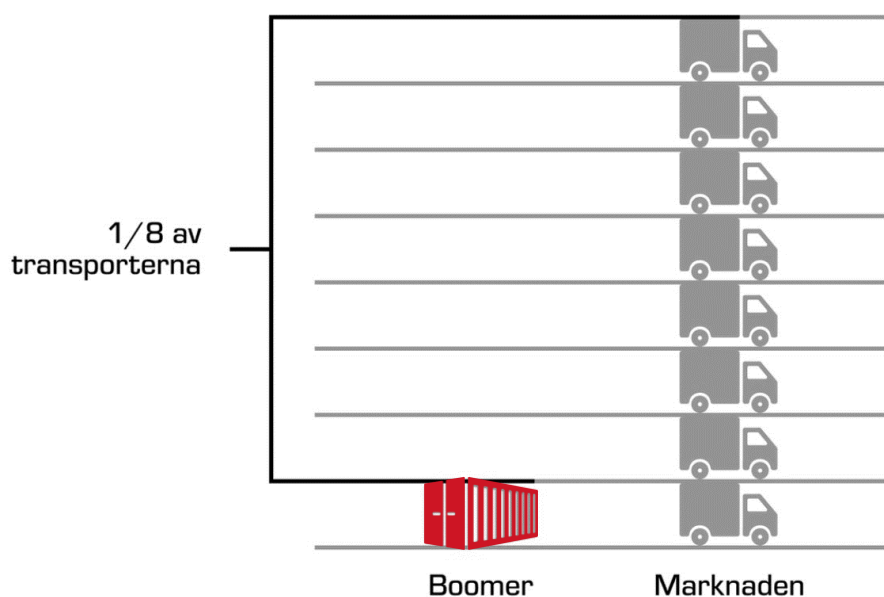
2.5 Boomers renoveringskoncept

Boomer är ett renoveringskoncept utvecklat av konsultföretaget Coreco, i syfte att möta dagens ökande efterfrågan på renoveringar av hyreslägenheter.

Renoveringskonceptet är utformat för att effektivisera successionsrenoveringar i den svenska marknaden och minska tiden för utförandet av lägenhetsrenoveringar.

Företaget erbjuder en komplett helhetslösning för successionsrenoveringar av hyreslägenheter där synkad projektledning, materialinköp, logistik, entreprenad, dokumentation och eftermarknad är samordnat. Konceptet innefattas av en transportcontainer om 20-fots eller 32,8 kubikmeter som packas med beställt renoveringsmaterial. Container transporteras med HVO100 driven tung lastbil, från ett lager i Borås till renoveringens plats. Under renoveringstiden ställs containern i nära anslutning till renoveringsprojektet, för tillgänglighet av material samt möjlighet att skicka tillbaka överblivet material till lagret i Borås. Efter renoveringen får kunden även dokumentation om projektets klimatpåverkan från projektledarens transporter, hantverkarnas transporter materialets transporter och allt ingående byggmaterial, till avfall och energiåtgång.

Det som särskiljer Boomer konceptet från andra traditionella renovering i Sverige är dess fokus på dess material- och logistklösning samt projektledning. Med hållbara material och smart logistik optimerar renoveringsprocessen och kortar ner renoveringstiderna, vilket minskar kostnaderna och möter kundens efterfråga.



Figur 4: Redigerad illustration på Boomers renoveringskoncept, som uppskattas minska en åttondel av transportsträckorna för tunglastbilar (Boomer, u.d.).

2.6 Återbruk inom renovering

Återbrukat material är ett begrepp som används för att beskriva befintliga material som använts på nytt, och som har renoverats eller behandlats i syfte att återanvändas

nytt istället för att avlägsnas (Cirkularitet, 2019). Dessa material kan vara till bruk inom byggindustrin, inredning, möbler, kläder eller andra användningsområden.

Inom bygg- och fastighetsbranschen är återbruk inom ROT-projekt en viktig del av klimatarbetet, för att främja cirkulär hållbarhet. Återbruk används som ett verktyg för att minska miljöpåverkan, genom att avta på linjära flöden och minska på produktion av avfall. För renovering, innebär det stora möjligheter för att långsiktigt minska inköp, resursförbrukning och öka innovativt grönt arbete.

2.7 Miljöpåverkanskategorier

Inom en LCA definieras miljökategorierna som är en indelning av miljöpåverkan från produkter eller tjänster. Enligt Boverket används dessa miljökategorierna för att kvantifiera olika aspekter av miljöpåverkan som kan vara relaterade till klimatförändringar, ozonnedbrytning, markanvändning, förorening av luft, mark och vatten, etc (Boverket, 2019c). Miljökategorierna är specifikt för varje applikation och varierar beroende på syftet med studien.

Miljökategorierna som används inom byggsektorn kan inkludera:

- Klimatförändringar
- Ozonnedbrytning
- Försurning
- Eutrofiering
- Toxikologisk potential
- Resursförbrukning
- Landanvändning
- Vattenanvändning

3 Metod

I kapitlet metod beskrivs studiens arbetsgång, hur och varför den ser ut som den gör. Kapitlet innehåller studiens förutsättningar, dess undersökningsstrategi och dem tre olika undersökningsmetoderna som har tillämpats. Inledningsvis utfördes en litteraturstudie för en mer djupgående kunskapsbas inom studieområdet, som kompletterades med en fallstudie. Fortsättningsvis påbörjades LCA-studien med samlade data samt information från tidigare två studier.

3.1 Undersökningsstrategi

I undersökningsstrategin användes tre olika undersökningsmetoder, där undersökningen inledes med en litteraturstudie för att få en fördjupad kunskap i ämnet. Litteraturstudien kompletterades även med fältbesök och kontinuerliga möten med företaget Coreco, för en fördjupad kunskap om deras renoveringskoncept. Renovering med återbrukat material är en relativt ny och utforskad idé, till följd av detta formades en fallstudie. Intervjustudien omfattades av fem intervjurespondenter som har varit delaktiga i renoveringsprojekt med återbrukat material. Den samlade informationen och data från litteraturstudien, fältbesök, interna företagsmöten samt intervjustudien, lades till grund till den semikvantitativa studien. LCA-analys utfördes därav med Boomer renovering för nytt material, och jämfördes med en traditionell renovering med återbrukat material.

3.2 Litteraturstudie - Studiens förutsättningar

En litteraturstudie inom studiens arbetsområde utfördes, för att få en grundläggande förståelse för olika begrepp, koncept och för hur det ser ut i dagsläget med återbruksmöjligheter i en traditionell renovering, samt renovering enligt Boomers koncept. Litteraturstudien bestod främst av tidigare forskningspublikationer relevant till studieområdet och artiklar om pilotprojekt som har utforskat återbrukat material inom renovering. Utifrån samlad information och underlag, utformades en undersökningsstrategi med avsikt att kartlägga hur metoden effektivt ska kunna besvara på studiens frågeställningar.

3.3 Fallstudiens design och urval av intervjurespondenter

Intervjustudien utfördes för samling av data till den kvantitativa beräkningen i LCA-analysen. Intervjurespondenterna fick frågor utifrån en utformad mall där svaren sedan kunde jämföras för att få en övergripande bild om hur dagsläget ser ut för renovering med återbrukat material. Intervjuns upplägg utformades på ett semi-strukturerat vis, där mallen användes som grunden till intervjun, där respondenterna fick utrymme att prata om andra samtalsämnen relaterade till intervjufrågan. Mallen utformades utifrån respondenternas kompetens inom området och erfarenhet med ett renoveringsprojekt som hanterade återbrukade produkter. Målet med intervjustudien var att få svar på beräkningsrelevanta frågor för denna studie samt intervjurespondenternas syn på återbruksrenoveringar i dagsläget och i framtiden. Därför delades intervjufrågorna upp i tre huvudkategorier. Intervjufrågorna innehåller frågor om intervjurespondentens arbets- och akademiska bakgrund, beräkningsspecifika frågor kring återbruksarbeten inom renovering och hur

respondenten och dess företag ser på återbruksmöjligheter inom renovering. I Tabell 1 redovisas intervjufrågorna.

Tabell 1: Tabellen visar dem intervjufrågor som fokuserade på beräkningar kring återbruksarbeten inom renovering och hur respondenten och dess företag ser på återbruksmaterialrenoveringar.

Fråge nummer	Fråga
1	Vilken hypotes hade ni när renoveringsprojektet med återbrukat material påbörjade?
2	Gjorde ni en LCA-analys i renoveringsprojektet med återbrukat material?
3	Kan ni berätta om er valda funktionella enhet för LCA-analysen i renoveringsprojektet?
4	Har ni gjort koldioxidekvivalenta beräkningar på renoveringsprojekt med nytt material kontra återbrukat material tidigare?
5	Vilka processer inkluderade ni i dem beräkningarna och hur såg beräkningsgången ut?
6	Vad fick ni för koldioxidekvivalenter på nytt material och återbrukat material, utifrån era beräkningar?
7	Uppskattade ni en livslängd på dem återbrukade materialen? I sådant fall vad var livslängden för dem återbrukade materialen?
8	Vad låg till grund för era antagande på livslängden för återbrukat material? Var dem baserade på tidigare arbetserfarenheter eller studier?
9	Vilken typ av transportmedel använde ni er av och vilket bränsle?
10	Efter det tidigare projektet eller dylikt, kommer ni och eller företaget att fortsätta att arbeta med återbrukat material inom renovering?
11	Vad finns det för motgångar inom fastighetsbranschen som gör att ni inte arbetar med återbruk fullskaligt?

För fallstudien gjordes ett urval av respondenter respektive personernas utbildning, kompetens och tidigare erfarenhet i projekt inom återbruksarbete vid renovering. Därifrån kontaktades de utvalda personer, från diverse företag för att samla kunskap och data utifrån studiens frågeställningar, samt i syfte att få en övergripande inblick om hur företagen ser på byggsektorns klimatarbete i dagsläge och framtiden inom återbruk i renovering. Ett privat projekt där ett hus renoverades med återbrukade material kontaktades även för att få ett annat perspektiv på återbruksmarknaden.

3.3.1 Beskrivning av respondenter

Anna Fredriksson var den första respondenten. Fredriksson jobbar på Lundbergs fastigheter vilket är ett fastighetsbolag som har kontor i tio svenska städer.

Fredriksson arbetar som projektledare och under pilotprojektet med renovering med återbrukat material hade hon en projektledarroll i återbruksarbetet. Fredriksson är en del av återbruksnätverket i Östergötland där ett flertal företag samarbetar för att främja en hållbar utveckling inom byggbranschen. Fredriksson har haft cirka 1,5 års erfarenhet när det kommer till återbruk genom att vara med i återbruksnätverket.

Anders Krasse var den andra respondenten. Krasse renoverade sin egna villa med målet att hålla ner priskostnaderna med avseende på renoveringsmaterialets kvalitet. Detta innebar att han använde sig av större dels återbrukade produkter från gamla byggen, kontor, skolor och lägenheter. Krasse arbetar idag som föreläsare inom konsumtionsmönster/bootsrapping, och har under sina år fått erfarenheter inom snickeri genom olika projekt han har varit involverad i.

Filip Elfström var den tredje respondenten. Elfström arbetar på företaget Familjebostäder vilket är ett fastighetsbolag i Göteborg. I pilotprojektet var han projektledare och ansvarade för byggprojektledning och var representant för beställningar i entreprenaden. Elfström har varit en del av Familjebostäder i fem år och Familjebostäder har arbetat med återbrukat material i ungefär fem år där man har börjat i mindre skalor och sedan trappat upp det till större projekt.

Elise Nyhlén var den fjärde respondenten. Nyhlén jobbar på Viktoriahem vilket är ett fastighetsbolag som finns i 34 svenska orter. Elise jobbar som miljöspecialist och har innan pilotrenoveringen inte haft någon erfarenhet av återbrukat material.

Julia Norén var den femte och sista respondenten. Norén arbetade tillsammans med Fredriksson på Lundbergsfastigheter som hållbarhetskoordinator. Norén har tidigare erfarenheter i LCA beräkningar från studietiden där hon studerade på Linköpings universitet till Civilingenjör inom energi – miljö – management.

3.3.2 Resultat av intervjuer

Svaren på intervjufråga 1 från Tabell 1 var ungefär detsamma för de fyra respondenter som representerade respektive företag, där den viktigaste delen av hypotesen var att först undersöka om en renovering med återbrukat material är utförbart med hänsyn till ett renoveringsprojekts logistisk, budget och estetik. Pilotprojekten hade därav inga fastställda förväntningar, utan utfördes med syfte att ta reda på lönsamheten ur ett ekonomiskt- och klimatpåverkanperspektiv. Viktoriahem genomförde även en enkät om hyresgästerna syn på renovering av en lägenhet med återbrukat material. Nyhlén berättade att resultatet från fallstudien redovisade generellt en positiv inställning bland hyresgästerna, samtidigt som en andel var skeptiska till konceptet. Anledningen bakom detta var för att många starkt förknippade återbrukat material med begagnat. Anders Krasse hade en annan hypotes med sin renovering som begränsades till renoveringsprojektets ekonomiska lönsamhet. Krasses hypotes avgränsade inköpet av material till enbart återbrukat material, som han ansåg var billigare och vid vissa tillfällen till och med gratis.

Svaren på fråga 2 från Tabell 1 var även snarlika bland dem fyra respondenter som representerade ett företag. Alla tre pilotprojekt från Familjebostäder, Lundbergs fastigheter och Viktoriahem hade alla utfört en kalkyl på klimatpåverkanbesparingar i produktskede (A1-A3) med återbrukade material. Elfström tillade även att

Familjebostäder hade valt att ta in ett konsultföretag för vidare analysera pilotprojektets klimatberäkning utifrån ett LCA-analytiskt perspektiv.

Svaren på fråga 3 från Tabell 1 var gemensam för alla intervjurespondenter då ingen av respondenterna hade gjort en fullständig LCA-analys, från start till slut skede, vilket motiverade anledningen till att exkludera en funktionell enhet i LCA-studien.

Svaren på fråga 4 från Tabell 1 återupprepade svar från fråga 2, eftersom alla tre pilotprojekt från Familjebostäder, Lundbergs fastigheter och Viktoriahem hade en kalkyl på klimatpåverkanbesparing i produktskede (A1-A3) vid renovering med återbrukat material. Dessa klimatpåverkanbesparingar utgör därav respektive pilotprojekts mest avsevärda skillnad i koldioxidekvivalenter.

Svaren på fråga 5 från Tabell 1 skilde sig lite mellan dem tre olika pilotprojekten. Alla inkluderade produktskedet (A1-A3), dock inkluderade Lundbergsfastigheter även byggproduktskedets transport (A4) i sin LCA-analys. Familjebostäder tillade även att deras ambition är att genomföra en mer djupgående LCA-analys i framtiden, som även kommer att beakta materialens miljöpåverkan i användningsskedet (B1).

Svaren på fråga 6 från Tabell 1 gav olika resultat då dem tre olika pilotprojekten har använt olika andel återbrukat material, och inkluderat olika moduler i som LCA. Lundbergsfastigheter valde att inkludera modul A1-A4 och renoveringsmaterialet omfattades större dels av återbrukat material. Detta resulterade i ett besparade på 1599 kg CO₂ekv på en lägenhetsrenovering om 59 kvadratmeter. Familjebostäder kom fram till en teoretisk siffra resulterade i 8500 kg CO₂ekv i miljöutsläppsbesparingar på en lägenhetsrenovering.

Svaren på fråga 7 från Tabell 1 var densamma för alla dem olika projekten. Alla projekten hade inte några siffror på hur länge dem olika återbrukade materialen hade för livslängd, men det gjordes ett antagande om att dem bör hålla den resterande livslängden som materialet har. Exempelvis så har en köksblandare från Gustavsberg en livslängd på 25 år enligt produktens byggvarudeklaration (Gustavsberg, 2021), detta betyder att samma köksblandare som är återbrukat efter 5 års användning har 20 år (25 år – 5 år = 20 år) kvar på sin livslängd. Byggmaterial som har en längre livslängd som exempelvis luckor kan även antas ha samma livslängd som ett ny produkt om produkten har behållits i gott skick.

Svaren på fråga 8 från Tabell 1 var att det inte fanns en riktig grund till antagandet av livslängderna, utan att det har tagits från erfarenhet av arbete inom renovering.

Svaren på fråga 9 från Tabell 1 var främst diesel då företagen inte vet vad dem olika underentreprenaderna i renoveringen använder för fordon samt bränsle, därför antogs diesel då dem flesta större fordonen använder sig av diesel.

Svaren på fråga 10 från Tabell 1 var gemensamt för alla företagen där de gemensamt ser att återbruksmaterial är ett möjlig alternativ både ur ett miljömässigt och ekonomiskt perspektiv. De ser därför att fler kommer påbörja och utöka arbetet med återbruksrenoveringar, i syfte att nå en lösning där man kontinuerligt kan erbjuda hyres- och bostadsgäster mer miljövänligare renoverings alternativ.

Svaren på fråga 11 från Tabell 1 gav också liknande respons. Respondenterna antydde att i dagsläget finns det faktorer som; logistik, ekonomi och brist på kunskap inom området. Detta håller tillbaka innovativa och klimatanpassade lösningar som exempelvis renoveringar med återbruksmaterial. Garanti och garantitider är även något som måste betraktas och som blir annorlunda med renovering med återbrukade material. På grund av att det är ett så pass nytt koncept, är det svårt att avgöra och sätta en bestämd garantitid på renoveringen.

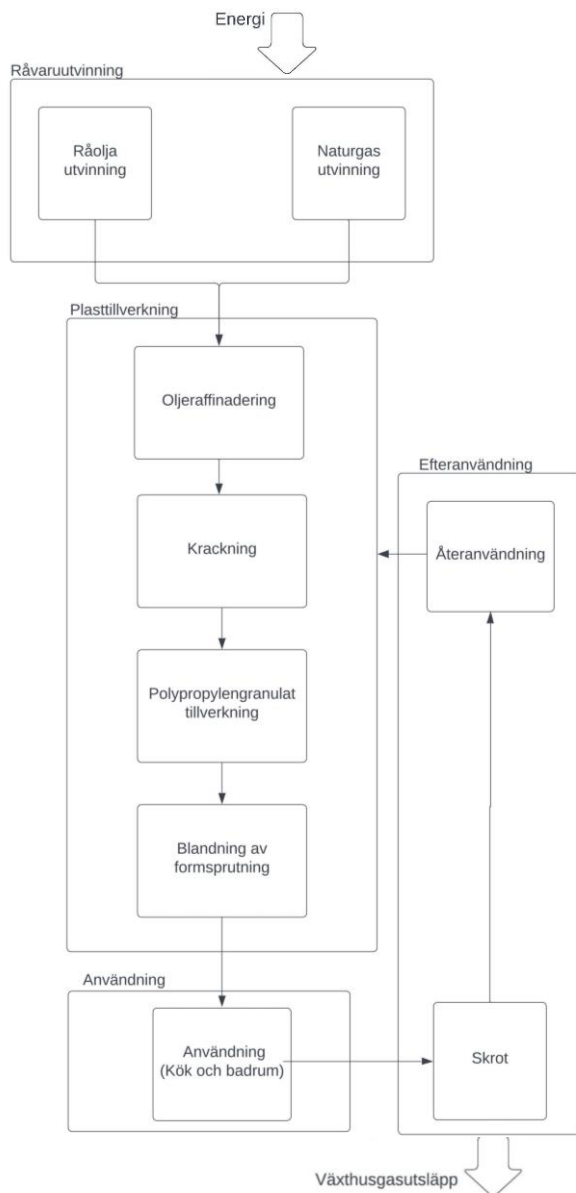
3.4 LCA-analys – Renovering med nytt material

Beräkningen för en renovering med nytt material utgår ifrån Boomers renoveringskoncept. Val av material och produkter som beräknas har begränsats till invändigt kök och badrum, detta beskrivs i avsnitt 1.5 Avgränsningar.

3.4.1 Målbeskrivning och omfattning – Avgränsningar och flödesscheman

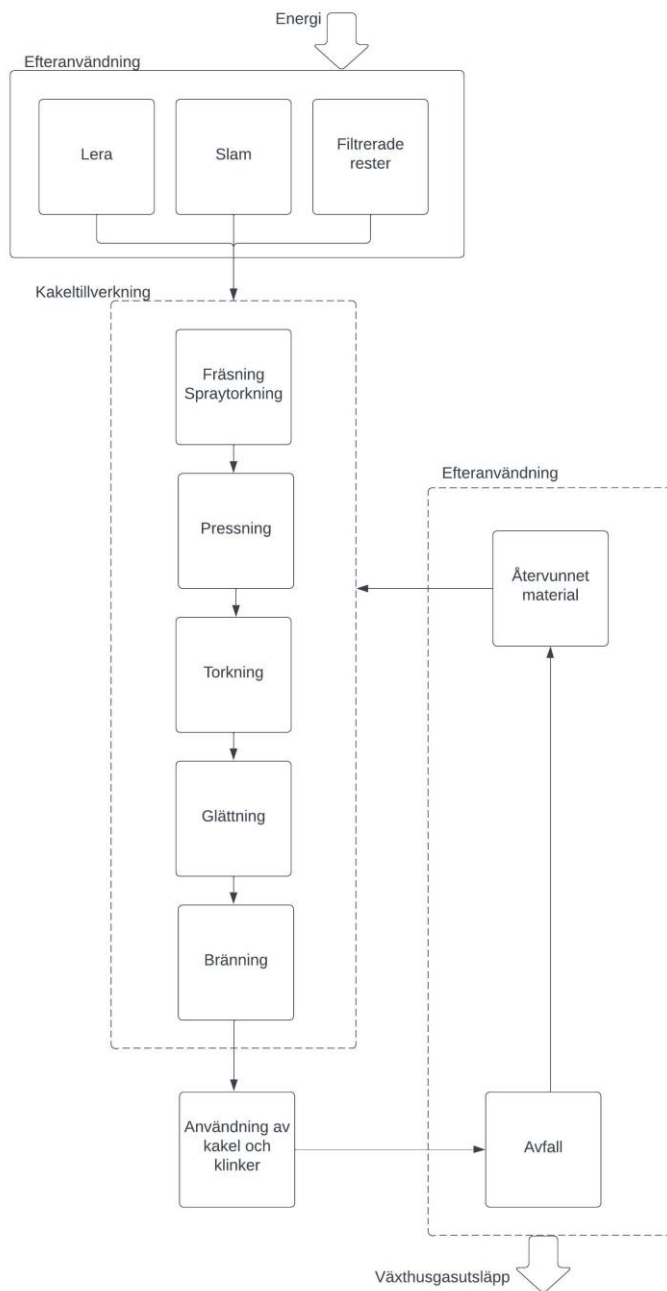
Initialt påbörjades den första fasen Mål och omfattning. I denna fas definierades LCA-studiens avgränsningar och omfattning baserat på examensarbetets tidsbegränsning, litteraturstudien och intervjustudien. Inventeringsfasen innefattades av data och information från litteraturstudien, fallstudien, databasen IVL500 och underlag från externa partners. Med insamlade data påbörjades den kvantitativa metoden i fas tre Miljöpåverkan, som utgör klimatberäkningar i LCA-analysen. Ytterligare, genomgås fas fyra Tolkning, där resultaten från LCA-studien diskuteras i kapitel 5.

LCA-scheman ritades över fyra av dem mest använda materialen som använts i produkter för en renovering. Dessa fyra material är plast, keramik, metall och trä. Ett flödesschema skapades också för en traditionell renovering med återbrukat material samt en Boomer renovering med nytt material. Detta gav en tydlig förståelse om hur dem olika renoveringsmetoderna går till samt kartlägger vilka renoveringsprocesser som ger upphov till större utsläpp.



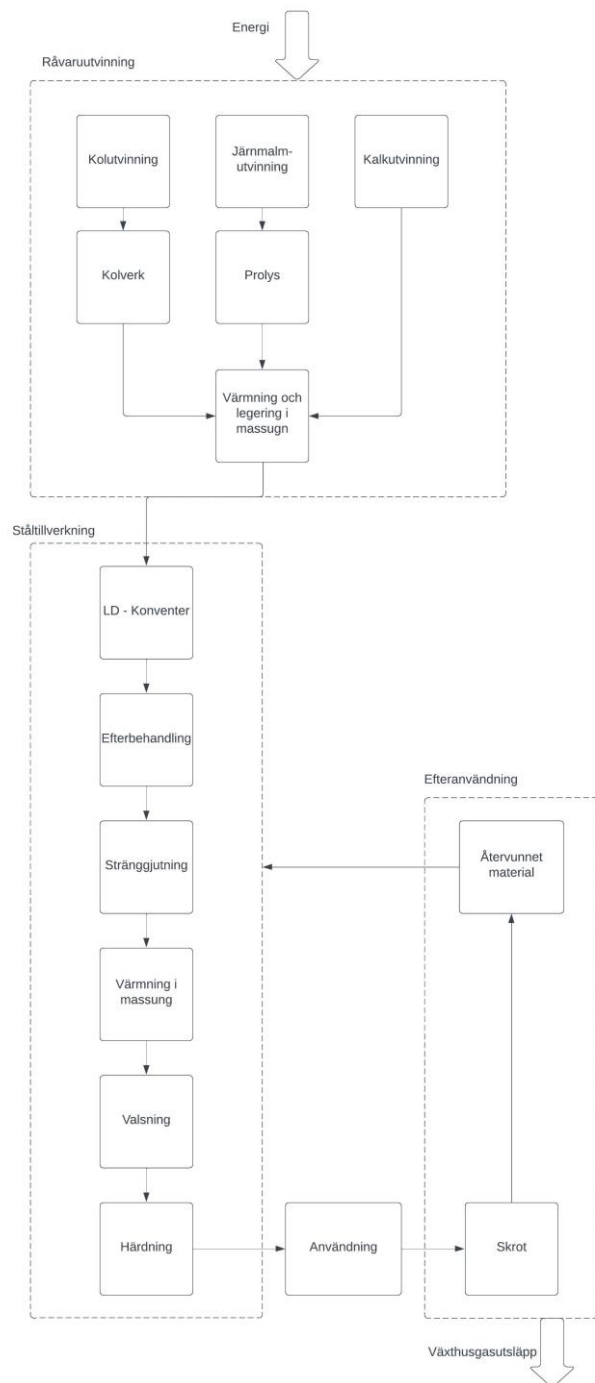
Figur 5: LCA-flödesschema över plastprodukter.

Figur 5 ovan beskriver en plastprodukts LCA och innehåller råvaruutvinning, tillverkning, användning och efteranvändningsskedet. Råvaruutvinningen består av råoljautvinning samt naturgasutvinning, enligt (Region Stockholm, 2020) står råvaruutvinningen för 37% klimatpåverkan för PE baserade plastprodukter som är producerade med fossilt PE. Plasttillverkning består av oljeraffinaderi, krackning, polypropylengranulat tillverkning och blandning av formsprutning, och tillverkning för 10% av klimatpåverkan för PE baserade plastprodukter som är producerade med fossilt PE. Efter tillverkning är produkten redo för användning och efter att dess livslängd är förbrukad går produktskedet vidare till efteranvändning som består av skrot och återanvändning. Vid förbränning av PE baserade plastprodukter som är producerade med fossilt PE, genereras 53% av den totala klimatpåverkan.



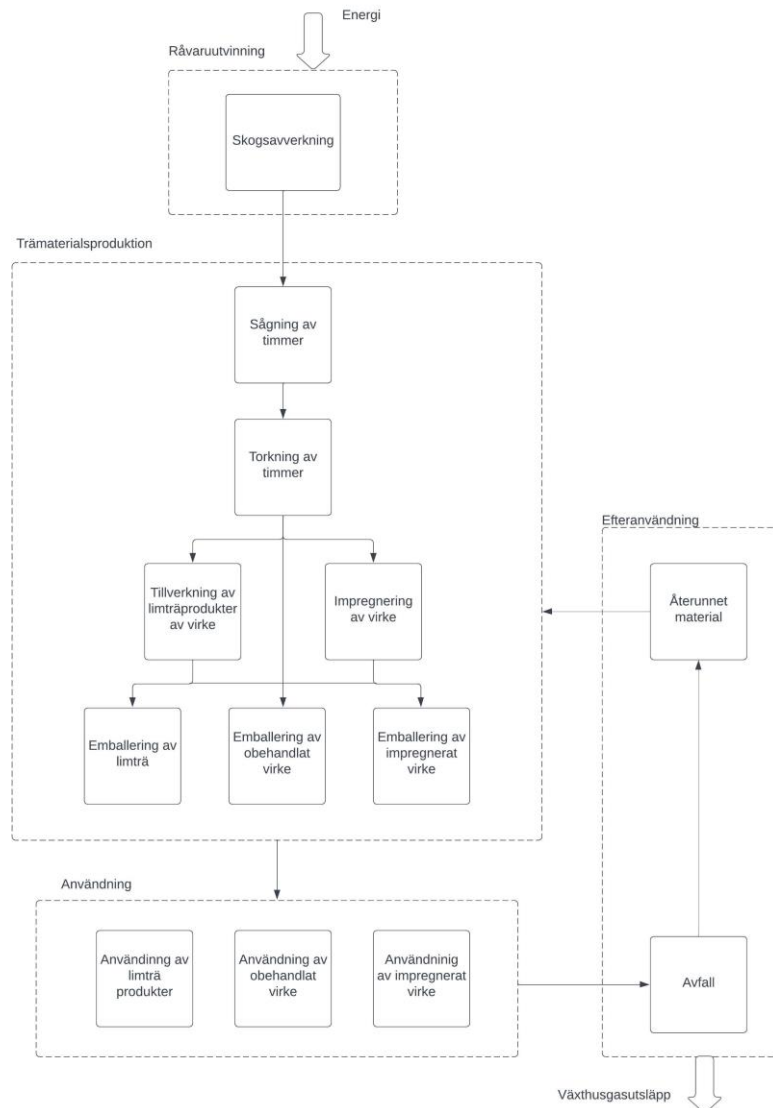
Figur 6: LCA-flödesschema över keramikplattor.

Figur 6 ovan beskriver keramiska plattors LCA och innehåller råvaruutvinning, produktion av keramiska plattor, användning och deponi av avfall. Råvaruutvinningen är utvinning av råmaterial som använts i produktion, dessa material är lera, slam och filtrerade rester. Produktionen av kakel och klinker, innehåller fräsning spraytorkning, pressning, torkning, glättning och bränning. Efter produktion är dem keramiska plattorna klara för användning och använts tills livslängden är förbrukad. Efter dess livslängd går det vidare till deponi av avfall som innehåller avfall och återvinning.



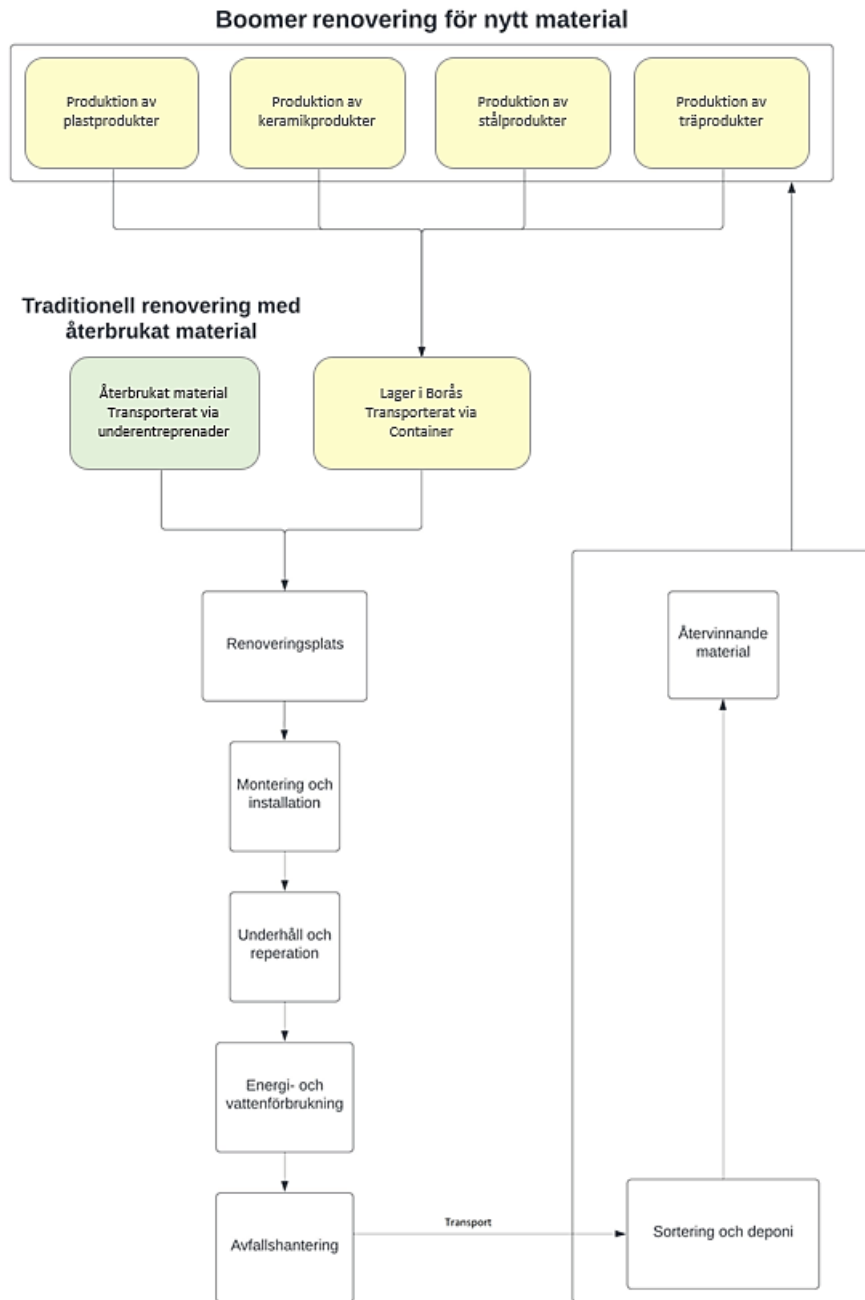
Figur 7: LCA-flödesschema för stålprodukter.

Figur 7 ovan beskriver stålprodukters LCA och innehåller råvaruutvinning, ståltillverkning, användning och efteranvändning. Råvaruutvinning innehåller flera processer som kolutvinning, järnmalmsutvinning och kalkutvinning.



Figur 8: LCA-flödesschema för träprodukter.

Figur 8 ovan beskriver träprodukters LCA och innehåller råvaruutvinning, trämaterialproduktion, användning och deponi av avfall. Råvaruutvinningen innebär skogsavverkning. Vid produktion av träprodukter ingår många olika processer beroende på vilken typ av produkt som ska produceras, exempel på processer som sker i produktionen av trämaterial är sågning av timmer, torkning och emballering. Efter produktionen är träprodukten redo för användning och efter att livslängden är förbrukad går det vidare till deponi av avfall vilket innehåller avfall och återvinning av material.



Figur 9: Illustration över renoveringsprocesser för en Boomer renovering med nytt material samt för en traditionell renovering med återbrukat material.

Figur 9 ovan beskriver dem två renoveringsmetoderna som studeras i denna studie samt dem processer som dem innehåller. Renoveringen med nytt material enligt Boomers koncept följer dem gulmarkerade processerna och sedan dem vita. Renoveringen med återbrukat material med en traditionell renoveringsmetod följer den grönmarkerade processen och följer sedan samma processer som för nytt material alltså dem vitmarkerade processerna. Det som skiljer dem två renoveringsmetoderna är alltså att renovering med nytt material, inkluderas tillverkning av allt inköpt material, med Boomers renoveringskoncept som beskrivs i avsnitt 2.5. Traditionell renovering köper in återbrukat material, detta betyder att tillverkningskedet exkluderas.

3.4.2 Inventering - Produkt och livslängd

Tabell 2: Tabellen visar produkter som har inkluderats i beräkningar samt dess livslängd. Blå markerat är produkter som använts i badrum och röd markerat i kök.

Produkt	Livslängd [år]	Mängd [kg]
Tvättställ	50	16.5
Kakel	50	384
Klinker	50	124
WC-STOL	30	33
Blandare dusch	25	1.9
Tvättställsblandare	25	1.4
Torktummlare	10	35.2
Tvättmaskin	10	62.5
Induktionshäll 6.5 kW	15	10
Ugn	15	28
Diskmaskin	10	32.5
Kyl/frys kombi	16	61
Blandare	25	1.5
Spisfläkt	17.5	6.5
Bänkskiva, Laminat	30	52.8
Handtag	50	0.18
Stomme	50	217
Lucka	50	55
Lådfront	50	4
Hyllplan	50	21
Socket	50	4
Stödsida	50	34
Bänkskåp	50	17
Diskho	15	11
Mikro	8	12
Medelvärde:		32.1 år

De utvalda livslängderna för dem olika byggmaterialen baseras på studier och information från tillverkare. Vitvarorna torktummlare, tvättmaskin, induktionshäll, ugn, diskmaskin och kyl/frys kombi har livslängder som är baserade på dokument från tillverkaren Electrolux. Dem tre olika blandarna har en livslängd enligt produkternas byggvarudeklaration från Gustavsberg. Produkterna kakel, klinker, stomme, lucka, lådfront, hyllplan, sockel, stödsida, bänkskåp och diskho är tagna ur en studie från National Association of Home Builders (Dr. Seiders, o.a., 2007) där generella livslängder för olika komponenter i en byggnad presenteras baserat tidigare studier. Produkterna Spisfläkt och mikro har livslängder enligt följande källor (NeutraTest, u.d.) och (Gallego-Schmid, F. Mendoza, & Azapagic, 2017). Bänkskiva laminat, Handtag och tvättställ är erfarenhetsmässiga antaganden då ingen information kunde hittas som grund.

3.4.3 Miljöpåverkan – Beräkningar

Beräkningarna innehåller ett urval av olika skedena i LCA modellen från Boverket. För val av material och produkter har beräkningarna begränsats till produkter inom renovering av invändigt kök och badrum, detta beskrivs i kapitel 1.5 Avgränsningar.

3.4.3.1 A3 Tillverkning

Tabell 3: Tabellen visar klimatutsläpp vid A3 (tillverkning) av dem olika material och produkter som använts vid renovering samt tagen källa. Enhet på utsläppen är CO₂ekv.

Material	A3 [Kg CO ₂ ekv]	Källa
Tvättställ	49.5	IVL500
Kakel	245.8	IVL500
Klinker	68.2	IVL500
WC-STOL	125.4	IVL500
Blandare dusch	7.8	IVL500
Tvättställsblandare	7.6	IVL500
Torktummlare	317.9	Electrolux
Tvättmaskin	233.6	Electrolux
Induktionshäll 6.5 kW	70.6	Electrolux
Ugn	141	Electrolux
Diskmaskin	322	Electrolux
Kyl/frys kombi	374.7	Electrolux
Blandare	13.3	IVL500
Spisfläkt	15.9	(Malmqvist, Borgström, Brismark, & Erlandsson, 2021)
Bänkskiva, Laminat	8	IVL500
Handtag	1.6	IVL500
Stomme	110.7	IVL500
Lucka	28.1	IVL500
Lådfront	2	IVL500
Hyllplan	10.7	IVL500
Socket	2	IVL500
Stödsida	17.3	IVL500
Bänkskåp	8.7	IVL500
Diskho	37.4	IVL500
Mikro	140	(Gallego-Schmid, F. Mendoza, & Azapagic, 2017)
Totalt:	2359.9	

Dem flesta av beräkningarna är gjorda utifrån värden tagna från databasen IVL500 där ett standardvärde finns för hur mycket kg CO₂ekv släpps ut per kg material. Då Osby vitvaror inte hade information på tillverkningsutsläpp kontaktades Electrolux och dokument av liknande produkter användes istället. För spisfläkt och mikro har två olika studier använts där det framgår hur mycket tillverknings utsläpp som sker för respektive produkt (Malmqvist, Borgström, Brismark, & Erlandsson, 2021) &

(Gallego-Schmid, F. Mendoza, & Azapagic, 2017). Det totala utsläppet för tillverkningskedet (A3) är 2359.9 kg CO2ekv.

3.4.3.2 A4 Transport

Tabell 4: Tabellen visar transportsträckor och dess längd. Den visar även bränsleförbrukningen i enhet [L/Km] för sträckan samt hur mycket utsläpp det blir i enheten [Kg CO2ekv/L] och källorna tagna för dessa värden. I den gröna kolumnen presenteras det totala utsläppet för en släppa i enheten [Kg CO2ekv].

Transportsträckor	Längd [Km]	Bränsle förbrukning [L/Km]	Källa	Utsläpp HVO100 [Kg CO2ekv/L]	Källa	TOTALA utsläpp en sträcka [Kg CO2ekv]
Borås-Göteborg-Borås	132.4	0.366	(Trafikanalys, 2019)	0.695	(Energimyndigheten, 2022)	128.9
Borås-Stockholm-Borås	824	0.366	(Trafikanalys, 2019)	0.695	(Energimyndigheten, 2022)	
Borås-Malmö-Borås	564	0.366	(Trafikanalys, 2019)	0.695	(Energimyndigheten, 2022)	
Medelvärde: 506.8 0.366 0.695						

Anledningen till dem valda sträckorna i Tabell 4 är på grund av att transportererna i en Boomer renovering utgår från lagret i Borås. Utöver utgångspunkten Borås så har Göteborg, Stockholm och Malmö valt på grunden av städernas storlek och läge i Sverige. Bränsleförbrukningen för en tung lastbil med släp är 0.366 [L/Km] enligt (Trafikanalys, 2019) och utsläppet för bränslet HVO100 är 0.696 [Kg CO2ekv/L] enligt (Energimyndigheten, 2022). Genom att multiplicera medelvärdet för längden av sträckorna, bränsleförbrukningen och utsläppet av HVO100 fås slutligen det totala utsläppet för en sträcka, vilket blev 128,9 [Kg CO2ekv].

3.4.3.3 B4 Utbyte

Då vissa av materialen och produkterna inte har en livslängd som håller över renoveringens studieperiod på 30 år, så behöver detta kompletteras med ytterligare service, reparation eller utbyte av produkt. För att ta hänsyn till denna aspekt har tillverkning av ytterligare produkter och transporter beräknats enligt tabellen nedan.

Tabell 5: Tabellen visar material och dess livslängd, utsläpp under tillverkningskedet (A3) och utsläppet från utbyte (B4)

Material	Livslängd [år]	A3 [Kg CO2ekv]	B4 [Kg CO2ekv]
Tvättställ	50	49.5	0
Kakel	50	245.8	0
Klinker	50	68.2	0
WC-STOL	30	125.4	0
Blandare dusch	25	7.8	12.5
Tvättställsblandare	25	7.6	12.5
Torktummlare	10	317.9	745.1

Tvättmaskin	10	233.6	576.5
Induktionshäll 6.5 kW	15	70.6	125.3
Ugn	15	141.0	195.7
Diskmaskin	10	322.0	753.3
Kyl/frys kombi	16	374.7	375.7
Blandare	25	13.3	13.6
Spisfläkt	17.5	15.9	50.4
Bänkskiva, Laminat	30	8.0	0
Handtag	50	1.6	0
Stomme	50	110.7	0
Lucka	50	28.1	0
Lådfront	50	2.0	0
Hyllplan	50	10.7	0
Socket	50	2.0	0
Stödsida	50	17.3	0
Bänkskåp	50	8.7	0
Diskho	15	37.4	92.1
Mikro	8	140.0	535.3
Medelvärde:	32.1	2359.9	3488

Produkter och material som har en livslängd över 30 år behöver alltså inte bytas ut och har därför ett utsläpp på 0. Produkter och material som har en livslängd under 30 år har beräknats där utsläppet från tillverkning adderas med en lätt lastbilstransport på 150 km radie adderas enligt Tabell 10. Beräkningen har även tagit hänsyn till ett längre perspektiv där man använder en kvot av studieperioden och materialets livslängd. Eftersom material som har en livslängd på exempelvis 25 och 16 år annars skulle få ett missvisande resultat. Det totala utsläppet för utbyte (B4) är 3488 kg CO₂ekv.

3.4.3.4 B6 Energibrukning och B7 Vattenförbrukning

Tabell 6: Tabellen visar dem olika materialen och produkternas energi- och vattenförbrukning i enheterna [kWh/person/år] respektive [m³/person/år].

Material	B6 Energiförbrukning [kWh/person/år]	Källa	B7 Vattenförbrukning [m ³ /person/år]	Källa
WC-STOL			5.5	(Ejeklint, u.d.)
Blandare dusch	172.3	(Jensen, 2014)	17.6	(Jensen, 2014)
Tvättställsblandare	65.3	(Jensen, 2014)	8.1	(Jensen, 2014)
Torktummlare	504.0	(OSBY Vitvaror, a)		
Tvättmaskin	195.0	(OSBY Vitvaror, b)	10.3	(OSBY Vitvaror, b)
Induktionshäll 6.5	328.5	(OSBY Vitvaror,		

kW		c) & (Landi, Consolini, Germani, & Favi, 2018)		
Ugn	82.5	(OSBY Vitvaror, d) & (Landi, Consolini, Germani, & Favi, 2018)		
Diskmaskin	258.0	(OSBY Vitvaror, e)	3.1	(OSBY Vitvaror, e)
Kyl/frys kombi	291.0	(OSBY Vitvaror, f)		
Blandare	172.3	(Jensen, 2014)	19.4	(Jensen, 2014)
Spisfläkt	360.0	(Karlén, 2014)		
Mikro	73.0	(Marsh, 2022)		
Totalt:	2502	Total:	64	

Energiförbrukningen för dem olika materialen och produkterna har beräknats genom produktbladen för respektive produkt, men då vissa produkter inte har specificerat energiförbrukningen har istället olika källor använts för att få fram rimliga värden. Energiförbrukningen blev total 2502 kWh/person/år vilket betyder att den ökar beroende på hur många som bor i bostaden. Vattenförbrukningen har beräknats på samma sätt där produktblad har i första hand använts men om det saknas så har andra källor använts för att få rimliga värden. Vattenförbrukningen blev totalt 64 m³/person/år vilket betyder att den ökar beroende på hur många som bor i bostaden.

3.4.3.5 C2 Transport och C4 Bortskaffning

Tabell 7 : Tabellen visar klimatutsläpp för C2 (Transport) och C4 (Bortskaffning) i slutskedet.

Material	C2 [Kg Co2ekv]	C4 [kWh]
Tvättstall	8.0	-10.5
Kakel	8.0	0
Klinker	8.0	0
WC-STOL	8.0	0
Blandare dusch	8.0	0
Tvättställsblandare	8.0	0
Torktummlare	8.0	0
Tvättmaskin	8.0	0
Induktionshäll 6.5 kW	8.0	0
Ugn	8.0	0
Diskmaskin	8.0	0
Kyl/frys kombi	8.0	0
Blandare	8.0	0
Spisfläkt	8.0	0

Bänkskiva, Laminat	8.0	-33.5
Handtag	8.0	0
Stomme	8.0	-137.8
Lucka	8.0	-34.9
Lådfront	8.0	-2.5
Hyllplan	8.0	-13.3
Socket	8.0	-2.5
Stödsida	8.0	-21.6
Bänkskåp	8.0	-10.8
Diskho	8.0	0
Mikro	8.0	0
Medelvärde:	8.0	-267.5

Beräkningen för C2 (transport) har beräknats likt A4 (transport) där det istället är olika transportsträckor och bränsle, se Tabell 8. Transportsträckorna är istället för centrala Göteborg, Stockholm och Malmö till respektives stads avfallsvärmeverk.

Tabell 8: Tabellen visar transportsträckor och dess längd. Den visar även bränsleförbrukningen i enhet [L/Km] för sträckan samt hur mycket utsläpp det blir i enheten [Kg CO2ekv/L] och källorna för dessa värden. I kolumnen längst till höger är det totala utsläppet för en sträcka i enheten kg CO2ekv.

Transportsträckor	Längd [Km]	Bränsle förbrukning [L/Km]	Källa	Utsläpp [Kg CO2ekv/Liter]	Källa	Totala utsläpp en sträcka [Kg CO2ekv]
Centrala Göteborg - Renova avfallsvärmeverk Göteborg	6.9	0.366	(Trafikanalys, 2019)	2.68	(Energimyndigheten, 2022)	8.0
Centrala Malmö - Sysav avfallsvärmeverk Malmö	5.9	0.366	(Trafikanalys, 2019)	2.68	(Energimyndigheten, 2022)	
Centrala Stockholm - Stockholm Exergi AB Avfallsvärmeverk	11.7	0.366	(Trafikanalys, 2019)	2.68	(Energimyndigheten, 2022)	
Medelvärde:	8.2	0.366		2.68		

Transportsträckorna som är valda utifrån att det är dem tre största städerna i Sverige. Likt beräkningen för A4 (transport) är bränsleförbrukningen 0,366 [L/Km] utifrån (Trafikanalys, 2019). Utsläppet är dock annorlunda då vi antar att fordonet som använts är en tung lastbil med släp som använder sig av diesel. Detta gav ett totalt utsläpp för en sträcka på 8,0 [Kg CO2ekv].

För beräkningen av C4 (bortskaffning) blir många av materialen och produkterna 0, detta eftersom materialet istället återvinns. Enligt studie bränns 630 000 ton avfall per år och det producerar cirka 1 400 000 MWh fjärrvärme per år vilket betyder att det produceras cirka 0,635 kWh per kg material (Sysav). På så sätt har materialens och produkternas vikt använts för att beräkna hur mycket energi som sparas med hjälp av bortskaffning i form av avfallsvärmeverk.

3.5 LCA-analys – Renovering med återbrukat material

Beräkningen för en renovering med återbrukat material utgår ifrån en traditionell renovering. Val av material och produkter som beräknas har begränsats till invändigt kök och badrum, detta beskrivs i avsnitt 1.5 Avgränsningar. Den största skillnaden när det kommer till renovering med återbrukat material och nytt material är att återbrukat material inte tar hänsyn till tillverkning (A3), detta på grund av att återbrukat material återanvänts enligt avfallstrappan.

3.5.1 Målbeskrivning

Målbeskrivningen för återbrukat material följer samma riktlinjer som för nytt material i avsnitt 3.4.1.

3.5.2 Inventering - Produkt och livslängd

Tabell 9: Tabellen visar produkter som har använts i beräkningar samt dess livslängd. Dem grönmarkerade cellerna är ett exempel på ett urval av produkter i en renovering med återbrukat material. Urvalets totala livslängd presenteras i den gula raden.

Material	Livslängd 1 år gammal	Livslängd 2 år gammal	Livslängd 4 år gammal	Livslängd 6 år gammal	Livslängd 10 år gammal
Tvättställ	49	48	46	44	40
Kakel	19	18	16	14	10
Klinker	19	18	16	14	10
WC-STOL	24	23	21	19	15
Blandare dusch	24	23	21	19	15
Tvättställsblandare	24	23	21	19	15
Torktummlare	9	8	6	4	
Tvättmaskin	9	8	6	4	
Induktionshäll 6.5 kW	14	13	11	9	5
Ugn	14	13	11	9	5
Diskmaskin	9	8	6	4	0
Kyl/frys kombi	15	14	12	10	6
Blandare	24	23	21	19	15
Spisfläkt	16,5	15,5	13,5	11,5	7,5
Bänkskiva, Laminat	29	28	26	24	20
Handtag	49	48	46	44	40
Stomme	49	48	46	44	40
Lucka	49	48	46	44	40
Lådfront	49	48	46	44	40
Hyllplan	49	48	46	44	40
Sockel	49	48	46	44	40

Stödsida	49	48	46	44	40
Bänkskåp	49	48	46	44	40
Diskho	14	13	11	9	5
Mikro	7	6	4	2	
Exempel: (Grönmarkerade celler är valda)					Medel Livslängd: 24,12

Livslängderna för återbrukat material baseras på livslängden för nytt material subtraherat med antal år materialet har använts. Exempelvis en WC-stol som är återbrukat efter 4 års användning får då dess nya livslängd på 30 år subtraherat med 4 vilket blir lika med 26 år.

3.5.3 Miljöpåverkan – Beräkningar

Beräkningarna för återbrukat material innehåller som för nytt material dem olika skedena i LCA modellen från boverket. Skillnaden i beräkningen för återbrukat material är att tillverkningsskedet A3 blir noll då allt material som använts är återbrukat. Återbruksrenoveringen använder sig dock av en traditionell renoveringslogistik vilket betyder att transportskedet A4 blir annorlunda.

3.5.3.1 A4 Transport

Tabell 10: Tabellen visar transportsträckor och dess längd. Den visar även bränsleförbrukningen i enhet [L/Km] för sträckan samt hur mycket utsläpp det blir i enheten [Kg CO2ekv/L] och källorna för dessa värden. I kolumnen längst till höger är det totala utsläppet för en släppa i enheten [Kg CO2ekv].

Material	Transportsträckor	Längd [km]	Bränsle förbrukning [L/Km]	Källa	Utsläpp [Kg CO2ekv/Liter]	Källa	Totala utsläpp en sträcka [Kg CO2ekv]
Material X	Radie 150 km*2	300	0,068	(Trafikanalys, 2019)	2,68	(Energimyndigheten, 2022)	54,7

Transportsträckan som i 10, valdes på grund av att en renovering med återbrukat material använder sig av traditionell renoveringslogistik det vill säga att man hämtar upp dem olika materialen under renoveringstiden på olika platser och tidpunkter. På grund av den prismässiga-, tidsmässiga- och miljömässiga aspekten, antogs inköpet av produkter ske i nära anslutning till renoveringsprojektet, därav sattes en radie på 150 km. Bränsleförbrukningen är enligt (Trafikanalys, 2019) 0,068 L/km för en lätt lastbil och utsläppet blir för diesel 2,68 Kg CO2ekv/Liter enligt (Energimyndigheten, 2022). Detta resulterar i ett totalt utsläpp på 54,7 kg CO2ekv för en sträcka. På grund av den traditionella logistiken leder det till maximalt en sträcka per material, vilket i detta fall blir 25 sträckor och ett totalt utsläpp på 1367 kg CO2ekv.

3.5.3.2 B4 Utbyte

Då vissa av materialen och produkterna inte har en livslängd som håller över renoveringens studieperiod på 30 år, så behöver detta kompenseras med ytterligare service, reparation eller utbyte av produkt. För att ta hänsyn till denna aspekt har tillverkning av ytterligare produkter och transporter beräknats enligt tabellen nedan.

Tabell 11: Tabellen visar material och dess livslängd och utsläppet från utbyte (B4)

Material	Livslängd [år]	B4 [Kg CO2ekv]
Tvättställ	40	0
Kakel	48	0
Klinker	48	0
WC-STOL	26	8.4
Blandare dusch	21	23.4
Tvättställsblandare	21	23.4
Torktummlare	9	127.6
Tvättmaskin	9	127.6
Induktionshäll 6.5 kW	14	62.5
Ugn	14	62.5
Diskmaskin	9	127.6
Kyl/frys kombi	12	82
Blandare	21	23.4
Spisfläkt	16.5	44.7
Bänkskiva, Laminat	24	13.7
Handtag	44	0
Stomme	44	0
Lucka	44	0
Lådfront	40	0
Hyllplan	40	0
Socket	40	0
Stödsida	40	0
Bänkskåp	40	0
Diskho	13	71.5
Mikro	7	179.6
Medelvärde:	26.7	977.9

Produkter och material som har en livslängd över 30 år behöver alltså inte bytas ut och har därför ett utsläpp på 0. Produkter och material som har en livslängd under 30 år har beräknats där utsläppet från tillverkning adderas med en lätt lastbilstransport på 150 km radie adderas enligt Tabell 10. Beräkningen har även tagit hänsyn till ett längre perspektiv där man använder en kvot av studieperioden och materialets livslängd. Eftersom material som har en livslängd på exempelvis 26 och 16.5 år annars skulle få ett missvisande resultat. Det totala utsläppet för utbyte (B4) är 997.9 kg CO2ekv.

3.5.3.3 B6 Energiförbrukning och B7 Vattenförbrukning.

Tabell 12: Tabellen visar dem olika materialen och produkternas energiförbrukning och vattenförbrukning i enheterna [kWh/person/år] respektive [m³/person/år].

Material	B6 Energiförbrukning [kWh/person/år]	Källa	B7 Vattenförbrukning [m3/person/år]	Källa
WC-STOL			18,25	(Ejeklint, u.d.)
Blandare dusch	431,3	(Jensen, 2014)	17,6	(Jensen, 2014)
Tvättställsblandare	164,3	(Jensen, 2014)	8,1	(Jensen, 2014)
Torktummlare	655,2	(OSBY Vitvaror, a) & Antagande på 30% mer än nya produkter		
Tvättmaskin	243,8	(OSBY Vitvaror, b) & (PODAB, 2014)	20,7	(PODAB, 2014)
Induktionshäll 6.5 kW	625	(POLARPUMPEN, u.d.)		
Ugn	107,3	(OSBY Vitvaror, d) & (Landi, Consolini, Germani, & Favi, 2018)		
Diskmaskin	335,4	(OSBY Vitvaror, e) & Antagande på 30% mer än nya produkter	4,7	(Alliance for Water Efficiency, u.d.)
Kyl/frys kombi	582	(Holm, 2022)		
Blandare	431,3	(Jensen, 2014)	19,4	(Jensen, 2014)
Spisfläkt	468	(Karlén, 2014) & Antagande 30% mer för äldre produkter		
Mikro	94,9	(Marsh, 2022) + Antagande på 30% mer än nya produkter		
Totalt:	4138,5		Total:	88,8

Energiförbrukningen för dem olika materialen och produkterna har beräknats med hjälp av studier där gamla produkter har tagits i hänsyn till alternativt studier med produkter som har en låg energiklass. Detta för att representera att återbrukade produkter är äldre och det då leder till att dem generellt har en högre energiförbrukning. Vid produkter där information om energiförbrukning saknades gjordes ett antagande att äldre produkter har 30% högre energiförbrukning, eftersom liknande produkter hade en sådan höjning i energiförbrukning. Energiförbrukningen blev totalt 4138,5 kWh/person/år. Vattenförbrukning har beräknats på samma sätt där studier med äldre produkter eller med låg energiklass har använts. När det kommer till dem olika vattenblandarna så är det endast energiförbrukning som är annorlunda då teknikerna som använts är för att minska varmvattenanvändning men inte totalanvändning av vatten. Vattenförbrukningen blev totalt 88,8 m3/person/år.

3.5.3.4 C2 Transport och C4 Bortskaffning

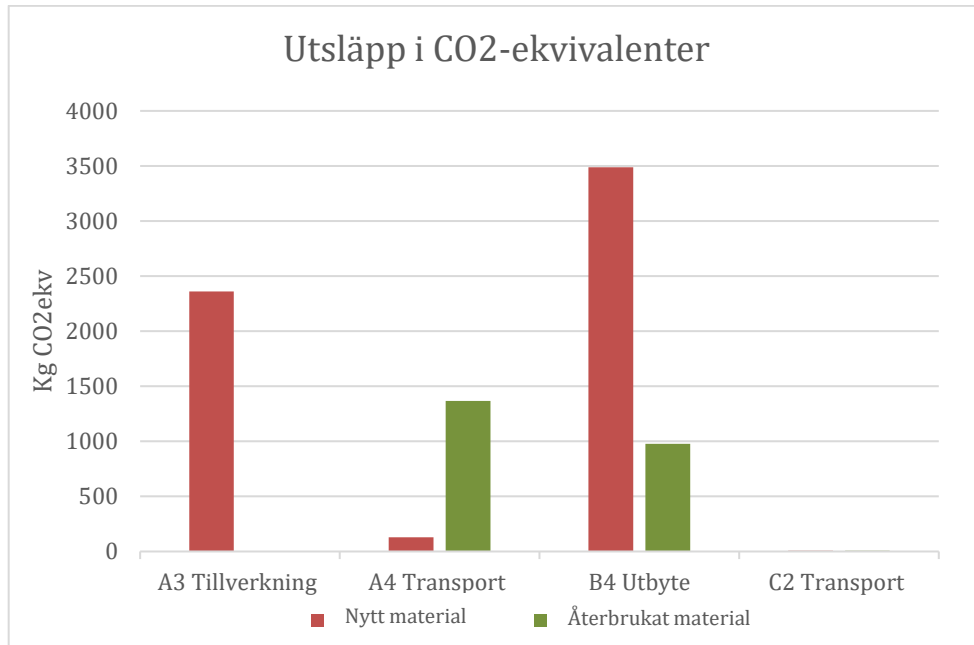
När det kommer till Slutskedet (C2 och C4) för återbrukat material så är den densamma som för nytt material. Detta eftersom samma metod använts för båda fallen under slutskedet, samtidigt som det antas att all materialen har samma vikt och

innehåll för dem olika scenarion. Beräkningarna är alltså densamma modul C2 transport och C4 Bortskaffning i renoveringarnas slutskede.

4 Resultat

I följande kapitel behandlas beräkningarna som har gjorts i kapitel 3 Metod, i ett tydligt resultat för utsläpp av koldioxidekvivalenter, energi- och vattenförbrukning.

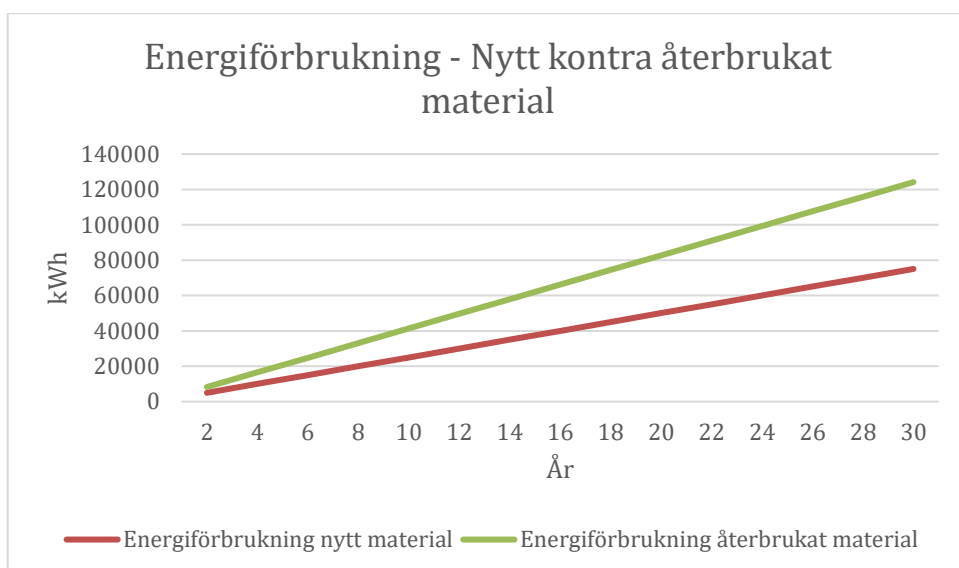
4.1 Resultat koldioxidekvivalenter



Figur 10: Figuren visar uppdelningen för dem totala utsläppen i kg CO2ekv för nytt- respektive återbrukat material.

För nytt material är det totala utsläppet i 5985 kg CO2ekv och för exemplet med återbrukat material är det 2353 kg CO2ekv, alltså är nytt material 154 % mer i totalt utsläpp. För nytt material har utbyte (B4) den största påverkan och ger upphov till 3488 kg CO2ekv, vilket utgör cirka 58 % av det totala CO2ekv utsläppet. För återbrukat material har transport (A4) den största påverkan och ger upphov till 1367 kg CO2ekv vilket är 58% av det totala CO2ekv utsläppet.

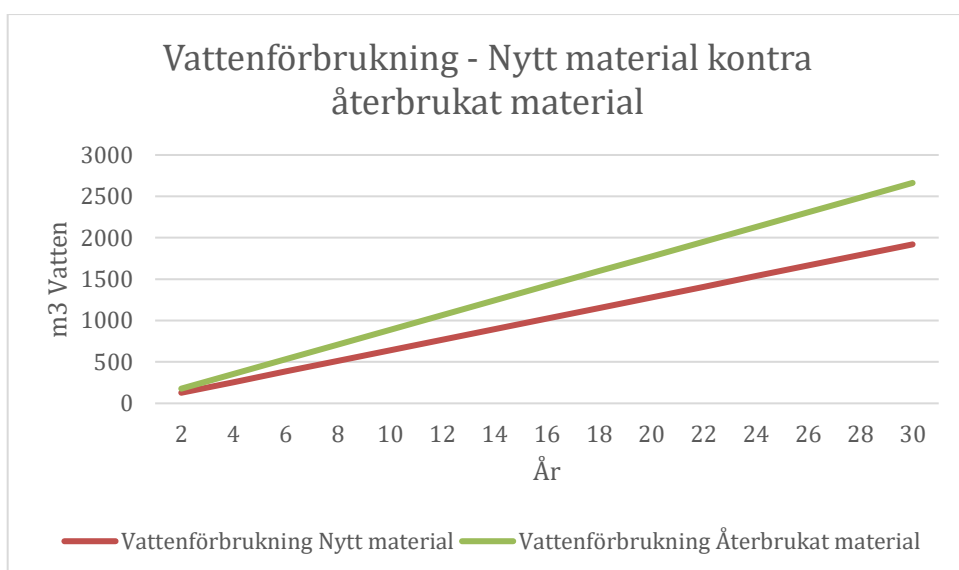
4.2 Resultat energiförbrukning



Figur 11: Energiförbrukningen under en 30 års period för en lägenhetsrenovering med nytt respektive återbrukat material.

För nytt material är den årliga energiförbrukningen ca 2,5 MWh för en person. Detta leder till en total energianvändning på 75 MWh för en person under en 30 års period. För återbrukat material är den årliga energiförbrukningen 4139 kWh för en person, vilket motsvarar 65 % av energianvändningen för nytt material. Detta leder till en total energianvändning på 124 155 kWh för en person under en 30 års period. Genom att energiåtervinna i bortskaffning (C4) så produceras energi för färdig använda produkter och material istället för att deponera dem, detta resulterar i en energiåtervinning på 268 kWh.

4.3 Resultat vattenförbrukning



Figur 12: Vattenförbrukningen under en 30 års period för en lägenhetsrenovering med nytt respektive återbrukat material.

För nytt material är den årliga vattenförbrukningen 64 kubikmeter för en person. Detta leder till en total vattenförbrukning på 1920 kubikmeter för en person under en 30 års period. För återbrukat material är den årliga vattenförbrukningen 89 kubikmeter för en person, vilket motsvarar 39 % av vattenförbrukningen för nytt material. Detta leder till en total vattenförbrukning på 2663 kubikmeter för en person under en 30 års period.

5 Analys och diskussion

I detta avsnitt presenteras en analys och diskussion av studiens resultat, olika parametrar som använts, avgränsningar, och vidare forskning.

5.1 Analys av studiens resultat

Resultatet visar en markant skillnad i hotspot mellan dem två fallen för nytt material och återbrukat material. Då nytt material utgör en majoritet av utsläpp under utbyte (B4), samtidigt som den dominerande utsläppen för återbrukat material är transportfasen (A4). Detta resultat anses vara rimligt på grund av tillverkning av varor är den miljöfarligaste faktorn enligt avfallstrappan. Det är även rimligt att renoveringen med återbrukat material har mycket högre utsläpp under transportfasen, än vad en renovering med nytt material har, eftersom scenariot med nytt material använder sig av Boomers renoveringskoncept medan scenariot med återbrukat material använder sig av en traditionell successionsrenovering. På grund av att scenariot med återbrukat material använder sig av en traditionell logistik så finns det en stor förbättringspotential och genom att få till en systematisk transportmetod likt Boomers koncept kan utsläppen i fas A4 sänkas ytterligare. Resultatet från transporten i slutskedet (C2) är väldigt lågt och står endast för en bråkdel av det totala utsläppet för renovering med nytt och återbrukat material.

Resultatet för energiförbrukningen ger en differens mellan nytt och återbrukat material på 1637 kWh/person/år. Detta betyder att återbrukat material använder 1637 kWh/person mer varje år, vilket för livslängden av en renovering leder till en total differens på 49 110 kWh/person. Resultatet för energiförbrukning kan variera mycket beroende på vilka produkter som väljs ut, både när det gäller val av nytt men även återbrukat. I beräkningen har en produktlista från Boomer använts för val av nytt material, där vissa av produkterna kan bytas ut mot produkter med en högre energiklass. Detta gäller även för återbrukat material där produkter och siffror som har valts kan förbättras vid val av produkter med högre energiklass. I bortskaffningsprocessen beräknas även energiåtervinning i form av avfallshantering med kraftvärmeverk. Genom energiåtervinning generas 268 kWh vilket är 11% av den årliga energiförbrukningen per person för nytt material och 6,5 % av den årliga energiförbrukningen per person för återbrukat material. Energiåtervinningen är alltså försumbar i detta perspektiv i jämförelse med hela renoveringens livslängd.

Resultatet för vattenförbrukningen ger en differens mellan nytt och återbrukat material på 25 kubik vatten per år. Det betyder alltså att återbrukade produkter använder 25 kubik vatten mer per år vilket leder till en total differens på 750 kubik efter 30 år. Resultatet för vattenförbrukningen kan likt energiförbrukningen variera mycket beroende på vilka produkter som väljs ut, då vattenförbrukning kan variera mellan produkter.

5.2 Analys av parametrar i studiens resultat

Under beräkningen av återbrukat material gjordes ett urval där olika livslängder valdes ut, enligt 3.5.2. Detta är en parameter som påverkar resultatet och beroende på valet av det återbrukade materialets livslängd, kommer det påverka mängden transport

och i sin tur högre transportutsläpp. Anledningen till att beräkningsexemplet fortfarande har ett lågt utsläpp trots att den använder sig av material som är 10 och 6 år gamla är för att den äldre material som använts har en längre livslängd exempelvis skåp och luckor. Därav är urvalet av återbrukat material en väldigt viktig aspekt som kan resultera i markanta skillnader studiens resultat.

Under beräkningsgången har även flera olika transportsträckor valts ut exempelvis transporten för renoveringen och för slutskedet. Transportsträckorna som valdes för nytt material, alltså enligt Boomers renoveringskoncept var enligt avsnitt 3.4.3.2. Anledningen till att vi valde transportsträckor från Borås är för att centrallagret är placerat där. Sedan valdes Göteborg, Stockholm och Malmö som potentiella destinationer, som de tre största städerna i Sverige. Städerna ligger även i tre olika punkter av Sverige, väst, öst och syd. Detta ger då en representativ bild för hur majoriteten av transporter kommer att se ut för en renovering med nytt material enligt Boomers renoveringskoncept. Vid fall där man renoverar i andra städer så kan det ge både högre och lägre utsläpp, men som högst blir det för städer i norra Sverige då det ligger längst ifrån Borås.

Vid beräkningen av återbrukat material har en radie istället använts som transportsträcka. Anledningen för detta är för att återbruksrenoveringen använder sig av en traditionell renovering där logistiken för en renovering görs i separata transporter i närheten av renoveringens plats. Radien som valdes till 150 km och ger exempelvis möjlighet att åka mellan Göteborg och Halmstad, Malmö och Karlshamn samt Stockholm och Västerås.

Vid beräkning av transport vid slutskedet har transportsträckor till olika kraftvärmeverk använts. Utgångspunkterna har legat i dem tre största städerna Göteborg, Stockholm och Malmö där kraftvärmeverken som har valt är dem närmsta till respektive stad. Dessa transportsträckor är representativt till majoriteten av renoveringar på grund av befolkningens mängd, men vid fall där man renoverar i mindre städer som inte har tillgång till ett kraftvärmeverk, vilket leder det till att transportutsläppen i fas C2 ökar för dem fallen.

5.3 Avgränsning och scope

Urvalet av skeden och moduler från Boverkets LCA informationsmoduler baserades på studiens tidsram och dialog med samverkande interna partner. Om studien omfattades av 30 hp med en längre tidsram, hade arbetets avgränsningar och Scope förslagsvist innefattat fler skeden i Boverkets LCA informationsmoduler.

Ytterligare skeden som kunde inkluderas för en mer djupgående LCA-studie är skeden i avfallshanteringen. I detta arbete inkluderas modul C2 och C4 i slutskedet, där generiska data och antaganden användes i beräkningen. För en mer omfattande beräkning av slutskedet i renoveringsprocessen hade hela modul C1-C4 kunnat inkluderas. Dock exkluderades vissa skeden i avfallshanteringen, då de ansågs vara försumbar ur ett teoretiskt perspektiv med avseende på att modul C2 och C4 har en större klimatpåverkan.

Utformning av metodens fallstudie och datainsamling kan även diskuteras inom LCA-studien. Studiens invertering omfattades av data taget från tidigare studier och

generiska data från litteraturstudie. Intervjun begränsades till fyra intervjurespondenter med en semistrukturerad intervjustil i syfte att kartlägga arbetet och återbruksmöjligheterna inom renovering, och även datainsamling till studiens inventering. För att få bedömningsunderlag för tillförlitlighet för informationen delad i intervju gjordes även ett val av intervjurespondenter med avseende på kandidaternas expertis och erfarenhet inom arbetsområdet. Intervjun gav underlag och resulterade i en verklig överblick på i dagens arbete med återbruk inom renovering. Samtidigt resulterade fallstudien till beslutstagandet att delvis använda generiskdata. Dels på grund av den begränsade forskning inom utforskningsområdet, vilket påvisades i intervjuens resultat, dels på grund av arbetets avgränsning tidsbegränsning.

5.4 Vidare forskning

Denna studie skrevs i syfte att besvara arbetets frågeställningar och under arbetets gång har ett antal tankar och idéer framkommit om framtida potentiella frågeställningar. På grund av studiens avgränsningar som har gjorts i samband med tidsbegränsningen, presenteras en rad förslag till framtida forskning i detta kapitel.

Återbruk inom hållbart arbete i bygg- och fastighetssektorn är ett konsekvent tema i studien och behövs utforskas i större utsträckning. I framtiden uppmanas en mer omfattande studie ske för att för att premiera cirkulera flöden och minska resursanvändningen inom successionsrenoveringar och transportsystem.

Ett större ansvarstagande och fler incitament inom samhällsbyggnadssektorn behövs då större brister inom grönt arbete finns i byggbranschen. Enligt fallstudien beror dessa rådande bristfälligheter på byggindustrins relativt konservativa arbetsgång och benägenhet att omfamna och implementera förändring. Det i synnerlighet beror på en rad olika faktorer, därav krävs fler kvalitativa studier inom arbetsområdet studeras. Med identifiering av processer i byggsektorns ledning, kan etablering av miljöarbeten i branschen påskyndas.

Vid vidare forskning inom transportsystem kan även elektrifiering av fordon inkluderas för framtida forskning. Enligt Naturvårdsverket har elektrifiering inom vägtransporter tagit fart exponentiellt med avsikt att minska den globala resursförbrukningen och automatisera processer inom landsbygden (Naturvårdsverket, 2023b). I en fortsatt studie inom ämnesområdet, hade el-transportfordon och fossila bränslen kunnat inkluderas i LCA-studiens avgränsning för att få ett avsevärt resultat i CO₂ekv inom modul A4.

6 Slutsats

I följande kapitel presenteras slutsatser med avseende på studiens syfte, teori och resultat. Avsnittet baseras på författarnas analys samt framkomna diskussion, med aktning att besvara frågeställningarna presenterade i kap 1.4.

6.1 Är klimatpåverkan från renovering med återbrukat material lägre än med nytt material?

Studiens resultat redovisar att klimatpåverkan från en invändig lägenhetsrenovering i en traditionell renovering med återbrukat material är större än en invändig lägenhetsrenovering med Boomers renoveringskoncept med nytt material. Detta beror till störst grund av tillverkningskedet (A3) och även utbyte (B4) där de två informationsmodulerna genererar störst växtgasutsläpp under renoveringens studieperiod. Samtidigt utförs renovering med nytt material enligt Boomers renoveringskoncept, vilket resulterade i att klimatpåverkan för transportsträckor (A4) minskades markant i förhållande till resultatet i (A4) för återbrukat material. Sedan är utsläppet för transporten i slutskedet (C2) försumbart då den i relation till andra processer av en renovering är väldigt liten. Den största förbättringspotentialen för en renovering med nytt material ligger alltså i tillverkningsprocessen i fas A3 och B4, där man kan göra ett bättre urval av material och produkter som har lägre tillverkningsutsläpp. Den största förbättringspotentialen när det kommer till en renovering med återbrukat material är i transportskedet (A4) där en lösning som Boomers renoveringskoncept kan användas.

6.2 Vad är skillnaden i energi- och vattenförbrukning i en lägenhet med nytt material och återbrukat material?

Studiens resultat redovisar att energi och vattenförbrukningen för en lägenhetsrenovering med nytt material är lägre jämfört med en lägenhetsrenovering med återbrukat material. Studien visar att nytt material har en lägre energiförbrukning på 49 095 kWh/person och en lägre vattenförbrukning på 743 m³/person under en period på 30 år. Detta på grund av att nya produkter använder sig av nya tekniker och bättre energiklasser än dem äldre återbrukade produkterna. En successionsrenovering med nytt material har alltså en stor fördel när det kommer till energi och vattenanvändning men det finns fortfarande förbättringspotential i urvalet av produkterna, där man kan göra ett urval av produkter som har bättre energiklass och lägre vattenförbrukning. Genom ett bättre urval av återbrukade produkter kan man även sänka energi och vattenförbrukningen, detta genom att använda sig av återbrukade produkter som har en bättre energiklass och lägre vattenförbrukning.

7 Referenser

- Alliance for Water Efficiency. (u.d.). *Indoor Water Use > Dishwashers*. Hämtat från homewaterworks: <https://home-water-works.org/indoor-use/dishwasher>
- Boomer. (u.d.). Hämtat från Klimataspekten: <https://www.boomerrenovering.se/>
- Boverket. (den 20:de feb 2019a). *Introduktion till livscykelanalys (LCA)*. Hämtat från Boverket: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/introduktion-till-livscykelanalys-lca/>
- Boverket. (den 20 Februari 2019b). *Så här görs en LCA*. Hämtat från Boverket: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/sahar-gors-en-lca/>
- Boverket. (den 20de Februari 2019c). Hämtat från Vad visar en LCA?: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/vad-visar-en-lca/>
- Boverket. (den 3 Juni 2020). *Under miljonprogrammet byggdes en miljon bostäder*. Hämtat från Boverket: <https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/stadsutveckling/miljon-programmet/>
- Cirkularitet. (den 1 Februari 2019). Vad menas med "återbruk"? Hämtat från https://cirkularitet.se/wp-content/uploads/2019/02/Snabbfakta_Vad-menas-med-%C3%A5terbruk.pdf
- Dr. Seiders, D., Ahluwalia, G., Melman, S., Quint, R., Chaluvadi, A., Liang, M., . . . Bechler, C. (2007). *Study of life expectancy of home components*. Washington DC: Bank of America.
- Ejklint, L. (u.d.). *Vad är normal vattenförbrukning?* Hämtat från Vattenfall: <https://www.vattenfall.se/fokus/tips-rad/normal-vattenforbrukning/>
- Energimyndigheten. (Juni 2022). *Styrmedel för laddinfrastruktur och hållbara förnybara drivmedel*. Eskilstuna, Sverige.
- European Commission. (u.d.). *European Platform on Life Cycle Assessment (LCA)*. Hämtat från European Commission: <https://ec.europa.eu/environment/ipp/lca.htm>
- Europeiska rådet och Europeiska unionens råd. (den 3 Februari 2023). *Parisavtalet om klimatförändringar*. Hämtat från Europeiska rådet och Europeiska unionens råd: <https://www.consilium.europa.eu/sv/policies/climate-change/paris-agreement/>
- Fossilfritt Sverige. (2018). *Fossilfritt Sverige*. Hämtat från Bygg- och anläggningssektorn: <https://fossilfritt sverige.se/roadmap/bygg-och-anlaggningssektorn/>
- Gallego-Schmid, A., F. Mendoza, J. M., & Azapagic, A. (2017). Environmental assessment of microwaves and the effect of European energy efficiency and waste management legislation. *Science of the Total Environment*, 487-499.
- Gustavsberg. (den 15 02 2021). *Köksblandare Nya Nautic - hög pip: Gustavsberg*. Hämtat från Gustavsberg:

- https://www.gustavsberg.com/fileadmin/uploads/Common/iBVD/iBVD_5564419918-00299_v1.pdf
- Hauschild, M. Z., Rosenbaum, R. K., & Olsen, S. I. (2018). 8.4.2 Functional Unit. i A. Bjørn, M. Owasianiak, A. Laurent, S. I. Olsen, A. Corona, & M. Z. Hauschild, *Life Cycle Assessment - Theory and Practice* (ss. 83-87). Copenhagen: Springer International Publishing AG.
- Holm, H. (den 14 September 2022). *Jag vill energieffektivisera hemma > När du ska köpa nya produkter > Vitvaror*. Hämtat från Energimyndigheten: <https://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/jag-vill-energieffektivisera-hemma/nar-du-ska-kopa-nya-produkter/vitvaror/>
- Hyresgästforeningen. (2022). *Bostadsbristens konsekvenser och lösningar*. Hämtat från [hyresgastforeningen.se](https://www.hyresgastforeningen.se): https://www.hyresgastforeningen.se/bostadsfakta/rapporter/hyresgasterna-2022/bostadsbristens-konsekvenser-och-losningar/?msclkid=bd60a086377814c93b69c4fbd9fec74f&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=%5BPB%5D%C2%A0%5BS%5D%20%5BDSA%5D%20-%20Generell&
- Hyresgästforeningen. (den 27 April 2023). *Förvärrad bostadsbrist – trots ökat byggande*. Hämtat från [Hyresgästforeningen.se](https://www.hyresgastforeningen.se): <https://www.hyresgastforeningen.se/aktuellt/extern-nyhet/forvarrad-bostadsbrist--trots-okat-byggande!tt-3346164/>
- Jensen, S. (2014). Saving potential of energy labelled taps and showers. Borås, Sweden.
- Karlén, L. (den 28 Mars 2014). Har kolfilterfläktar en energifördel jämfört med andra osuppgångningssystem? Stockholm, Sverige.
- Landi, D., Consolini, A., Germani, M., & Favi, C. (2018). Comparative life cycle assessment of electric and gas ovens in the Italian context: An environmental and technical evaluation. *Journal of Cleaner Production*, 189-201.
- Malmqvist, T., Borgström, S., Brismark, J., & Erlandsson, M. (2021). Refernesvärden för klimatpåverkan vid uppförande av byggnader. Stockholm, Sverige.
- Marsh, J. (den 8 April 2022). *How many watts does a microwave use?* Hämtat från Energysage: <https://news.energysage.com/how-many-watts-does-microwave-use/>
- Naturskyddsforeningen. (den 7 April 2021a). *Avfallstrappan*. Hämtat från Naturskyddsforeningen: <https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/avfallstrappan/>
- Naturskyddsforeningen. (den 21 April 2021b). *Vad menas med cirkulär ekonomi?* Hämtat från Naturskyddsforeningen: <https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/vad-menas-med-cirkular-ekonomi/>
- Naturskyddsforeningen. (den 27 April 2022). *Naturskyddsforeningen*. Hämtat från Energirenovera miljonprogrammet: <https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/energirenovera-miljonprogrammet/>
- Naturvårdsverket. (2023a). *7 frågor om Parisavtalet*. Hämtat från Naturvårdsverket: <https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/7-fragor-om-parisavtalet/>

- Naturvårdsverket. (2023b). *Miljöeffekter av elektrifieringen av transporter*. Hämtat från naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/om-oss/regeringsuppdrag/slutredovisade-regeringsuppdrag/miljoeffekter-av-elektrifieringen-av-transporter/>
- Naturvårdsverket. (u.d.). *Beräkna klimatpåverkan*. Hämtat från Naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/luft-och-klimat/berakna-klimatpaverkan>
- NE Nationalencyklopedin AB. (u.d.). *Koldioxidekvivalent*. Hämtat från NE: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/koldioxidekvivalent>
- NeutraTest. (u.d.). *Information om köksfläktar: Neuratest*. Hämtat från Neuratest: <https://www.neuratest.com/sv/71-svenska/information-om-koeksflaektar>
- OSBY Vitvaror. (a). *3307 TT71-BK produktblad*. Hämtat från OSBYVITVAROR: <https://www.osbyvitvaror.se/media/wysiwyg/pdf/3307-TT71-BK-Produktblad.pdf>
- OSBY Vitvaror. (b). *3210 TM71-A2 Produktblad*. Hämtat från OSBYVITVAROR: <https://www.osbyvitvaror.se/media/wysiwyg/pdf/3210-TM71-A2-Produktblad.pdf>
- OSBY Vitvaror. (c). *1416 IDH7 produktblad*. Hämtat från OSBYVITVAROR: https://www.osbyvitvaror.se/media/wysiwyg/pdf/1416_IDH7_Produktblad.pdf
- OSBY Vitvaror. (d). *1212 IU601-60VR produktblad*. Hämtat från OSBYVITVAROR: https://www.osbyvitvaror.se/media/wysiwyg/pdf/1212_IU601-60VR_Produktblad.pdf
- OSBY Vitvaror. (e). *3122 DM122-60R produktblad*. Hämtat från OSBYVITVAROR: https://www.osbyvitvaror.se/media/wysiwyg/pdf/3122_DM122-60R_Produktblad.pdf
- OSBY Vitvaror. (f). *2101 KF18512-2RFS produktblad*. Hämtat från OSBYVITVAROR: https://www.osbyvitvaror.se/media/wysiwyg/pdf/2101_KF18512-2RFS_Produktblad.pdf
- PlumbWize. (u.d.). *How often toilets need to be replaced: Plumbwize*. Hämtat från Plumbwize: <https://www.plumbwize.ca/blog/how-often-toilets-need-to-be-replaced/>
- PODAB. (den 12 Maj 2014). *Äldre tvättmaskiner stora miljöbovar*. Göteborg, Sverige.
- POLARPUMPEN. (u.d.). *Energiförbrukning kök*. Hämtat från POLARPUMPEN: <https://www.polarpumpen.se/kunskapsbanken/energibesparing-hemma/el-i-hemmet/hur-mycket-el-forbrukar/energiforbrukning-kok/>
- Region Stockholm. (den 8 April 2020). *Klimatpåverkan från livscykeln av polyten-baserade engångsprodukter*. Hämtat från Naturvårdsverket: <https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fwww.naturvardsverket.se%2F4a605c%2Fglobalassets%2Famnen%2Fplast%2Fdokument%2Fklimatpaverkan-fran-livscykeln-av-polyeten-baserade-engangsprodukter-2020.pdf%3Ffbclid%3DIwAR1qxslWG46-ecQWUau38wg0kG7i4ESLmg9KxOAK0T>

- RISE. (2023). *Varsam renovering sänker klimatavtryck och kostnader*. Hämtat från Ri.se: <https://www.ri.se/sv/berattelser/varsam-renovering-sanker-klimatavtryck-och-kostnader>
- Sopor.nu. (den 14 December 2022). *Avfallstrappan*. Hämtat från Sopor.nu: <https://www.sopor.nu/fakta-om-avfall/saa-styrs-avfallet/avfallstrappan/>
- Sysav. (u.d.). *Värme och el ur avfall*. Hämtat från Sysav: <https://www.sysav.se/globalassets/filer-och-dokument/informationsmaterial-broschyrer-arsredovisningar-faktablad-rapporter-etc/broschyrer-och-faktablad/varme-och-el-ur-avfall.pdf>
- Trafikanalys. (den 29 Mars 2019). Transportsektorns samhällsekonomiska kostnader - bilagor. Stockholm, Sverige.
- Trafikverket. (den 10 Februari 2021). *Vad visar en livscykelanalys?* Hämtat från Trafikverket: <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo--for-dig-i-branschen/arbetsatt-och-metoder-for-miljo-i-vag--och-jarnvagsprojekt/livscykelanalys-i-anlaggningsprojekt/vad-visar-en-livscykelanalys/>



CHALMERS