



**CHALMERS**

# **Miljökonsekvensanalys av renovering av hyreslägenheter**

## Klimatpåverkan från invändig lägenhetsrenovering

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet  
Samhällsbyggnadsteknik

ADAM SÖDER  
ALBAN ZEJNELI

**INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK**  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

---

Göteborg, Sverige 2022  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



EXAMENSARBETE ACEX20

# Miljökonsekvensanalys av renovering av hyreslägenheter

Klimatpåverkan från invändig lägenhetsrenovering  
*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet  
Samhällsbyggnadsteknik*

ADAM SÖDER

ALBAN ZEJNELI

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik  
Avdelningen för Byggnadsteknologi  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2022

Miljökonsekvensanalys av renovering av hyreslägenheter

Klimatpåverkan från invändig lägenhetsrenovering

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet*

*Samhällsbyggnadsteknik*

ADAM SÖDER

ALBAN ZEJNELI

© ADAM SÖDER, ALBAN ZEJNELI, 2022

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2022

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 2022

Miljökonsekvensanalys av renovering av hyreslägenheter

Klimatpåverkan från invändig lägenhetsrenovering

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet*

*Samhällsbyggnadsteknik*

ADAM SÖDER

ALBAN ZEJNELI

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Byggnadsteknologi

Chalmers tekniska högskola

## Sammanfattning

Den svenska bygg- och anläggningssektorn står idag för en femtedel av landets totala växthusgasutsläpp. Genom förbindelsen med FN:s globala hållbarhetsmål pågår det idag arbete på många olika håll för att anpassa processer inom sektorn för att minska dess negativa inverkan på klimatet. Sveriges riksdag har beslutat om nettonollutsläpp av växthusgaser till år 2045, där en omställning i bygg- och fastighetssektorn är nödvändig för att nå en klimatneutral sektor.

Utveckling och effektivisering av processer inom sektorn har hittills riktat störst fokus mot processer i bruk- och driftstadiet av en byggnads livscykel. Större fokus måste riktas mot aspekten kring renovering och ombyggnadsprocesser. Påverkan på vårt klimat tillkommer från olika typer av åtgärder som krävs för att möjliggöra att byggnader kan fortsätta tjäna sitt syfte. Vid ett renoveringsprojekt krävs därför att processer effektiviseras och att dess klimatbelastning kan kartläggas för att fortsatt kunna driva arbetet mot klimatneutralitet. Byggmaterialens klimatpåverkan från produktion tillsammans med transport- och avfallsprocesser blir därför högtintressant vid ett renoveringsprojekt.

Renoveringsbehovet av fastigheter byggda under åren 1965–1975, en period i bostadsbyggande som brukar benämnas miljonprogram åren är idag högaktuell. Fastigheter från miljonprogrammet utgör en stor andel av det svenska fastighetsbeståndet. För att möta renoveringsbehovet och omställningen mot en klimatneutral sektor har företaget Coreco utformat ett renoveringskoncept för successionsrenoveringar av hyreslägenheter. Konceptet benämns Boomer och eftersträvar att effektivisera renoveringsprocesser av hyreslägenheter, där det idag används mer traditionella arbetsmetoder.

Studien utförs i syfte att utreda och analysera klimatpåverkan från invändiga lägenhetsrenoveringar. Studien utreder vilken klimatpåverkan lägenhetsrenoveringar ger upphov till och på vilket sätt Boomer-konceptet skiljer sig från mer traditionella arbetsmetoder med hänsyn till klimatpåverkan från byggmaterial samt transport- och avfallsprocesser. Studien har avgränsats till att behandla klimatpåverkan från växthusgaser, vilken deklarerar som CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, under ett renoveringsprojekt av en 67 kvm stor lägenhet.

Resultatet från studien har kunnat redovisa en genomsnittlig klimatpåverkan från material samt transportprocessen i de båda renoveringsmetoderna. Tillverkningen av material bidrar till den betydande delen av dessa två. Klimatpåverkan från avfallsprocesser har kunnat utredas och redovisar på vilket sätt avfallet påverkar klimatet. Resultaten från studien bidrar till insikter och kunskap kring klimatpåverkan, som kan gynna olika aktörer som är verksamma i byggsektorn. Vidare kan resultatet bidra till en effektivisering av processer med ombyggnationer, underhåll och materialflöden för att kunna uppnå en klimatneutral sektor.

**Nyckelord:** Hållbarhetsmål, Klimatneutralitet, Klimatpåverkan, Effektivisering, Renovering, Ombyggnad, Renoveringsbehov, Lägenhetsrenovering, Materialflöden, Byggmaterial, Transport- och avfallsprocesser.

Environmental impact assessment of renovation of rental apartments  
Climate impact from interior apartment renovation

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

ADAM SÖDER

ALBAN ZEJNELI

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

## **Abstract**

The Swedish construction sector currently accounts for a fifth of the countrys total greenhouse gas emissions. Through the connection with the UN:s Sustainable Development Goals, work is currently made in many different areas to adapt processes in the sector to reduce its negative impact on the climate. The Swedish Parliament has decided on net zero emissions of greenhouse gases by the year 2045, where a change in the construction and real estate sector is necessary to reach a climate-neutral sector.

Development and increased efficiency of processes in the sector has so far mostly focused on processes in the use and operation stage of a buildings lifecycle. Greater focus must be placed on the aspect of renovation and remodeling processes. The impact on our climate comes from the different types of processes to enable buildings to continue to serve their purpose. A renovation project therefore requires that processes need to be more efficient and that its climate impact can be clarified in order to continue to strive towards climate neutrality. The climate impact of building materials from production together with transport and waste processes will therefore be of great interest in a renovation project.

The need for renovation of properties built during the years 1965–1975, a period in housing construction that is usually referred to as “miljonprogramms åren”, is today a main topic. Properties from the “miljonprogrammet” make up a large proportion of the Swedish property population. To meet the need for renovation and the transition to a climate-neutral sector, the company Coreco has designed a renovation concept for renovations of rental apartments. The concept is called Boomer and strives to increased efficiency in the renovation processes of rental apartments, where today more traditional working methods are used.

The study is carried out for the purpose of investigating and analyzing the climate impact from interior apartment renovations. The study investigates the climate impact of apartment renovations and the way in which the Boomer concept differs from more traditional working methods, regarding to the climate impact of building materials and transport and waste processes. The study has been limited to treating the climate impact from greenhouse gases, which is declared as CO<sub>2</sub>-equivalents, during a renovation project of a 67 sqm apartment.

The results from the study have been able to show an average climate impact from materials and the transport process in the two renovation methods. The manufacture of materials contributes to the significant part of these two. The climate impact from waste processes has been investigated and shows on how the waste affects the climate. The results from the study contribute to insights and knowledge about climate impact, which can benefit various actors active in the construction sector. Furthermore, the result can contribute to increased efficiency of processes with rebuilding, maintenance and material flows in order to achieve a climate-neutral sector.

**Keywords:** Sustainability goals, Climate neutrality, Climate impact, Efficiency, Renovation, Apartment renovation, Material flows, Building materials, Transport- and waste processes.



## Förord

Det här examensarbetet har utförts vid Chalmers Tekniska Högskolan som ett avslutande moment för programmet Samhällsbyggnadsteknik 180hp. Studien har genomförts i samarbete med företaget Coreco under vårterminen 2022.

Utbildningen har syftat till att ge ett helhetsperspektiv av vad som krävs för att bygga ett hållbart samhälle. Utbildningen har givit en bred insyn i olika tekniska, miljömässiga, ekonomiska och sociala system och hur dessa kan appliceras i en framtida yrkesroll.

Examensarbetet syftar till att vi som studenter ska utveckla våra kunskaper inom utbildningens ramar och ska spegla utbildningens karaktär. Hållbarhet har varit genomgående inslag genom hela utbildningen och därav ses värdet av detta examensarbete.

Vi vill inledningsvis rikta ett extra stort tack till vår externa handledare Ann Skörvald på Coreco, som bidragit med vägledning och support under arbetets gång. Vi vill även rikta ett stort tack till Coreco för möjligheten att få skriva vårt examensarbete i samarbete med er.

Vi vill tacka samtliga företag för deras tid och engagemang i de intervjuer som genomfördes under detta examensarbete och som delade med sig av sina erfarenheter i branschen. Ett stort tack riktas till Rasmus Ekberg på Prodikt för tid och engagemang som givit oss nyttig vägledning i arbetet.

Vi vill rikta ett tack till Pär Johansson, docent vid avdelningen för byggnadsteknologi på Chalmers tekniska högskola, som under hela arbetets gång bidragit med värdefull handledning. Ett stort tack till vår examinator Holger Wallbaum och våra opponenter Erik Antonsson och Adam Nyman.

Till sist ett stort tack till nära och kära för värdefulla synpunkter och stöttning under arbetets gång.

Göteborg juni 2022.

Adam Söder & Alban Zejneli

# Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	I
Abstract.....	III
Förord.....	V
1. Inledning.....	1
1.1 Bakgrund .....	1
1.2 Syfte.....	2
1.3 Avgränsningar .....	2
1.4 Precisering av frågeställningen.....	2
1.5 Metod.....	3
2. Teoretisk bakgrund - Metoder för att bedöma miljöpåverkan .....	4
2.1 Livscykelanalys – LCA .....	4
2.2 Miljövarudeklaration - EPD .....	9
2.3 Miljödata för drivmedel.....	9
3. Bygg- och fastighetssektorns arbete mot klimatneutralitet .....	11
3.1 Byggsektorns klimatmål .....	11
3.2 Transporter i byggsektorn.....	13
3.3 Avfall i byggsektorn - Minskad klimatpåverkan genom ansvarstagande.....	13
3.4 Bostadsbeståndet och dess renoveringsbehov .....	20
3.5 Det invändiga renoveringsbehovet .....	23
4. Fallstudie - Olika arbetsmetoder för lägenhetsrenovering .....	27
4.1 Coreco och Boomer-konceptet .....	27
4.2 Traditionell renoveringsmetod .....	28
5. Resultat från LCA-studie – Klimatpåverkan från lägenhetsrenovering.....	31
5.1 Klimatpåverkansberäkning – Material .....	31
5.2 Klimatpåverkansberäkning – Transporter .....	35
5.3 Beräkning av klimatpåverkan från transporter - Fall 1.....	37
5.4 Beräkning av klimatpåverkan från transporter - Fall 2.....	39
6. Resultat från litteraturstudie - Klimatpåverkan från avfallsprocessen vid en lägenhetsrenovering .....	43
6.1 Avfallssortering .....	43
6.2 Klimatpåverkan från avfallet .....	44
6.3 Tolkning av resultat från litteraturstudie .....	46
7. Analys.....	47

7.1 Skillnader i klimatpåverkan mellan Boomer-konceptet och traditionell arbetsmetod ...	47
8. Diskussion .....	53
8.1 LCA-studien har behövt begränsas.....	53
8.2 Förändring av ett renoveringsprojekts struktur .....	53
8.3 Osäkerheter i tillgänglighetsanalysen .....	54
8.4 Materialval blir avgörande för hur ofta renovering krävs .....	54
8.5 Europakommissionen ställer krav på befintliga bostäder.....	55
8.6 Elektrifiering kommer minska utsläppen från transporter i byggsektorn.....	56
8.7 Affärsmodeller kan påverka materialanvändningen.....	56
8.8 Utvecklingspotential i avfallsstudien.....	56
9. Slutsats .....	58
10. Referenser.....	60
11. Bilagor.....	64

# 1. Inledning

Den svenska bygg- och anläggningssektorn ger upphov till cirka 20 procent av landets totala utsläpp av växthusgaser (Fossilfritt Sverige, 2018). Riksdagen har beslutat att Sverige ska ha nettonollutsläpp av växthusgaser år 2045 (Sveriges miljömål, 2022d). Det finns ett stort behov av att byggbranschen gör en omställning mot att nå en klimatneutral sektor. Genom att samla alla aktörer kring en färdplan för bygg- och anläggningssektorn kan mål preciseras för hur omställningen i sektorn ska ske. Med tydliga mål kan byggsektorn kartlägga sin miljöpåverkan och gemensamt sträva mot en klimatneutral sektor till år 2045.

Påverkan på vårt klimat tillkommer från alla typer av byggnationer, inte enbart nybyggnationer. Därför måste aspekten kring underhåll, reparation och ombyggnad vägas in. Upprustning av fastigheter byggda under åren 1965–1975, en period i svenskt bostadsbyggande som brukar benämnas miljonprogramsåren är idag högaktuellt, då renoveringsbehovet anses vara stort i detta fastighetsbestånd.

Genom upprustning av befintliga bostäder möjliggörs en längre livslängd på fastigheter, ger människor en ökad levnadsstandard samt ger klimatsmarta lösningar i svenska hem. Mycket fokus läggs idag på att nybyggnationer ska uppföras på ett hållbart sätt, men det bör även läggas stort fokus på att rusta upp befintliga byggnationer på ett etiskt, ekologiskt och ekonomiskt hållbart sätt så att fastigheterna kan fortsätta tjäna sitt syfte.

## 1.1 Bakgrund

För att möta bygg- och fastighetssektorns omställning mot en klimatneutral sektor och rådande renoveringsbehov av landets hyreslägenheter har företaget Coreco utformat ett renoveringskoncept. Konceptet benämns Boomer och riktar sig mot successionsrenoveringar av hyreslägenheter och förser renoveringsprojektet med en färdigpaketerad helhetslösning där projektledning, materialinköp, logistik, entreprenad samt dokumentation och uppföljning ingår och är synkade med varandra. I detta arbete har vi då valt att lägga fokus på miljöaspekten av en lägenhetsrenovering och därför har konceptets lösning för material och logistik varit av extra stort intresse. Boomer-konceptet har som syfte att effektivisera renoveringar av hyreslägenheter jämfört med mer traditionella arbetsmetoder för lägenhetsrenoveringar som används i branschen idag.

Studien fokuserar på invändiga renoveringar där fastighetsägaren tillämpar så kallad successionsrenovering, det vill säga att lägenheterna renoveras efter en hyresgäst flyttar ut, och innan nästa hyresgäst tillträder. Successionsrenoveringar är alltså det som tillämpas i båda renoveringsmetoderna och innebär att hyresgästen inte behöver flytta till en annan lägenhet, renoveringen sker i stället medan lägenheten står tom.

Det är viktigt att fokus läggs på att klimatpåverkan uppkommen från olika typer av renovering-, ombyggnad- och tillbyggnadsprojekt (ROT-projekt) kan redovisas på ett tydligt sätt för att kunna bidra till en minskning av bygg- och fastighetssektorns negativa påverkan på vårt klimat. Detta arbete har utförts i samarbete med Coreco där studien ska utreda vilken klimatpåverkan lägenhetsrenoveringar ger upphov till och på vilket sätt deras renoveringskoncept skiljer sig från mer traditionella arbetsmetoder med hänsyn till klimatpåverkan.

## 1.2 Syfte

Studien utförs i syfte att utreda och analysera klimatpåverkan från invändiga renoveringar av lägenheter utförda med Corecos Boomer-koncept och en mer traditionell arbetsmetod. Studien ska redogöra vilken typ av klimatpåverkan som en lägenhetsrenovering ger upphov till och vidare en jämförelse av klimatpåverkan mellan de olika renoveringsmetoder.

För en objektiv jämförelse mellan de olika renoveringsmetoderna har studien för avsikt att utgå från vedertagna arbetssätt i branschen. Studien har eftersträvat att förutsättningarna för olika arbetsmetoder ska spegla verkligheten i största möjliga mån, detta för att göra rättvisa antaganden och minimera felaktigheter.

Studien ska bidra med insikter kring klimatpåverkan från invändiga renoveringar av hyreslägenheter och i hopp att bidra till effektivisering av processer med ombyggnationer, underhåll och materialflöden. Vidare kan studien bidra med kunskap som förhoppningsvis kan gynna aktörer som är involverade i byggsektorn, så som fastighetsägare, byggföretag, arkitekter, byggmaterialtillverkare, myndigheter och institutioner på Sveriges högskolor.

## 1.3 Avgränsningar

Studien avgränsas till att behandla klimatpåverkansanalys av en invändig lägenhetsrenovering utförd med Corecos Boomer-koncept och en mer traditionell renoveringsmetod, systemgränsen sätts till en 67 kvm stor lägenhet. Klimatpåverkansanalysen avgränsas till att redovisa klimatpåverkan från växthusgaser, vilket deklarerar som CO<sub>2</sub> ekvivalenter, från material och transportprocesser under ett renoveringsprojekt. Arbetet kommer inte att behandla kostnads- eller tidsaspekter av ett renoveringsprojekt. Vidare kommer persontransporter och energianvändning under renoveringsprojektet att nollställas vid redovisning av klimatpåverkan från en lägenhetsrenovering.

Ytterligare avgränsning görs till att redovisa materialets klimatpåverkan utifrån informationsmodulen *Produktskede A1-A3* i en livscykelanalys (LCA). Klimatpåverkan från transportprocesser vid ett renoveringsprojekt avgränsas till att inkludera transporter mellan materialleverantör och arbetsplats, alltså inte tidigare skeden i transportkedjan som importprocesser och inrikes distributionstransporter.

## 1.4 Precisering av frågeställningen

Denna studie ska besvara följande frågeställningar:

- Vilken klimatpåverkan har en lägenhetsrenovering utförd med Corecos Boomer-koncept, med hänsyn till material och transportprocesser?
- Vilken klimatpåverkan har en lägenhetsrenovering utförd med traditionell renoveringsmetod, med hänsyn till material och transportprocesser?
- På vilket sätt påverkar avfallsprocessen vid en lägenhetsrenovering klimatet?

- Vilka är det största skillnaderna i klimatpåverkan från en lägenhetsrenoverings utförd med Corecos Boomer-koncept jämfört med traditionell renoveringsmetod?
- Hotspots - Vilka poster i material och transportprocesser ger upphov till mest klimatpåverkan?

## 1.5 Metod

En teori- och litteraturstudie har utförts i syfte att skapa insikt och kunskap på området gällande miljökonsekvensanalys. Tidigare rapporter och litteratur har studerats och med hjälp av information från företag och myndigheter har en kvalitativ informationssökning genomförts i syfte att öka förståelsen av vedertagna metoder för analys av miljöpåverkan. Litteraturen som tagits del av beskriver också olika metoder för avfallshantering, data för avfallsmängder samt hur indelning av avfallsfraktioner ska ske.

En fallstudie av olika arbetsmetoder för lägenhetsrenoveringar har utförts i syfte att ge en insyn i hur arbetssätt skiljer sig mellan olika entreprenörer i byggbranschen. Som en del av fallstudien utfördes semistrukturerade kvalitativa intervjuer med tre verksamma företag i byggbranschen. Resultatet från intervjuerna används som bedömningsunderlag för att klargöra hur en lägenhetsrenovering går till på ett mer traditionellt vis. I februari 2022 gjordes även ett studiebesök hos materialleverantören Holgers Stugmaterial AB i Borås.

En LCA-studie har utförts med i syfte göra en bedömning av klimatpåverkan från invändiga lägenhetsrenoveringar. Systemgränsen har satts till en enskild lägenhet och begränsats till att redovisa klimatpåverkan, som har deklarerats som CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Kvantitativ datainsamling har kontinuerligt gjorts under arbetets gång. Olika typer av klimat-, transport- och avfallsdata har sammanställts för att kunna användas i LCA-studien, där klimatpåverkan från lägenhetsrenoveringar beräknades.

Frågor kring vår miljö är ett hett ämne i samhällsdebatten och metoder för miljökonsekvensanalys är väletablerade på marknaden, däremot är miljöpåverkan från renoveringar, ombyggnationer och underhåll av lägenheter ett relativt outforskat område. Utifrån resurser och information som funnits att tillgå har studien syftat till att göra en så objektiv analys som möjligt.

## 2. Teoretisk bakgrund - Metoder för att bedöma miljöpåverkan

I kapitlet presenteras allmän teori och metoder för hur arbete med analyser av miljöpåverkan sker idag. För att skapa förståelse för bakgrunden till denna studie presenteras vedertagna metoder som livscykelanalys, miljövarudeklaration och vilka krav som ställs på datakvalitet som rör miljöpåverkan. Kapitlet tar också upp vilka typer av osäkerhetsfaktorer som kan påverka arbetet med miljökonsekvensanalys.

### 2.1 Livscykelanalys – LCA

Livscykelanalys, förkortat LCA, är en metod som används för att skapa en helhetsbild av en produkts eller tjänsts totala klimatpåverkan under dess livscykel. Metoden innefattar livscykeln alla steg från det att råvaran utvinns tills dess att produkten inte längre ska nyttjas och på något sätt ska tas om hand. Genom att göra en livscykelanalys kan en produkts eller aktivitetens miljöpåverkan kartläggas och visa vilka steg i produktionskedjan som ger upphov till den största påverkan på vårt klimat. Detta hjälper företagen att styra sitt miljöarbete i rätt riktning och ta fram en effektiv plan för hur klimatpåverkan kan minskas (Boverket, 2019a).

I denna studie läggs fokus på LCA för byggnader. En LCA redovisar vilken klimatpåverkan en byggnad har och bestäms utifrån ett antal olika miljöpåverkanskategorier. Det är viktigt att omfattning och avgränsningar tydliggörs som är avgörande för hur resultatet kan tolkas.

Det har tagits fram flera metodstandarder när det kommer till att analysera klimatpåverkan från byggnader och byggprodukter, detta för att skapa likformiga och lättförstådda arbetssätt vid genomförande av livscykelanalyser. Riktlinjer för LCA av byggnader återfinns i europeiska standard SS-EN 15978:2011 som används då nya byggnader uppförs, eller när ändringar görs i en byggnad (Boverket, 2019f).

Ett fundamentalt begrepp inom LCA är funktionell enhet, som ska vara ett representativt mått på det utvärderade produkten. Den funktionella enheten används i syfte att beskriva den analyserade byggnadens funktion och underlätta jämförelsen av resultatet från en LCA.

Utgångspunkten i en LCA är råvaruutvinningen. Råvarorna bearbetas och byggprodukter produceras som sedan används till att uppföra byggnaden. Byggnaden nyttjas sedan under användningsskedet och måste då tas om hand, både genom underhåll och reparationer men också energiförsörjas. När byggnaden tjänat sitt syfte rivs den och det ingående materialet måste tas om hand på olika sätt, där materialet återanvänds eller återvinns.

#### 2.1.1 LCA som metod

En LCA för en byggnad utförs generellt i fyra steg, där dessa steg omfattar en analys som görs på hela byggnadens livscykel (Boverket, 2019d).

##### 1. Definition av mål och omfattning

Första steget är att definiera vad LCA-beräkningen ska omfatta, vad syftet med analysen är, vilka önskvärda resultat som ska uppnås och hur resultatet ska användas. Här bör även krav på kvaliteten av data för analysen tydliggöras.

## 2. Inventeringsanalys

En inventeringsanalys kartlägger vilka energi- och materialresurser som används under den studerade livscykeln och vilka miljöutsläpp dessa aktiviteter ger upphov till. Inventeringen syftar till att utreda vilka flöden som finns i livscykeln och hur stora dessa är.

## 3. Bedömning av miljöpåverkan

Efter en inventeringsanalys, där miljöutsläppen och resursflöden redovisas behövs en bedömning göras där utsläpp och resursutnyttjande relateras till olika miljöpåverkanskategorier. Ett tydligt exempel på detta är att utsläpp av koldioxid från betongtillverkning kan relateras till klimatpåverkan.

## 4. Tolkning av resultat

Analysen resulterar i en stor kvantitet data och resultatet av LCA:n måste sättas i perspektiv till det formulerade målet med analysen. Utifrån syftet och målen med LCA:n är det av betydelse att anpassa redovisningen av resultatet så användaren av resultaten förstår dessa på ett begripligt sätt.

För att underlätta tolkningen av LCA-resultatet delas en byggnads livscykel in i tre huvudsakliga skeden (A-C) (Boverket, 2019a):

A) Byggskedet, där ytterligare indelning sker enligt,

- A1-3 Produktskede

Produktskedet avser produktionen av olika byggprodukter och nyttjandet av resurser som används i processen då produkten framställs, allt från råmaterialutvinning till transporter, förädling och tillverkning.

- A4-5 Byggproduktionsskede

Byggproduktionsskede avser transporten av byggprodukterna till arbetsplatsen och fram till färdigställande av byggnaden.

B) Användningsskedet

Användningsskedet avser nyttjandet av byggnaden, det vill säga användning, underhåll, reparationer, drift, energi- och vattenanvändning i byggnaden.

C) Slutskedet

Slutskedet avser nödvändiga processer som krävs efter det att byggnaden tjänat sitt syfte. Avser bland annat processer för att riva och transportera bort byggnadsmaterial till återanvändning, återvinning eller deponi.



För att resultatet från en LCA ska redovisas på ett enhetligt sätt, delas de tre skedena in i informationsmoduler, se figur 2.1, som ger en djupare beskrivning av processerna under en byggnads livscykel (Boverket, 2019a). Processerna i en byggnads livscykel ges olika bokstavs- och sifferbeteckningar, enligt den europeiska standarden [EN15978] *Hållbarhet för byggnadsverk, byggnaders miljöprestanda*.

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

Figur 2.1. En LCA:s olika skeden och informationsmoduler som beskriver processerna under en byggnads livscykel (Boverket, 2019a).

## 2.1.2 Syfte, mål och avgränsningar med LCA

Syften att utföra en LCA kan vara många och det finns åtskilliga anledningar till att kartlägga en byggnads miljöpåverkan. Oavsett roll i byggsektorn ger LCA en djupgående förståelse om olika delar i en byggnadsprocess och ett kvantitativt beslutsunderlag för ställningstagande kring åtgärder för att minska miljöpåverkan. Det är i tidiga skeden i projekteringen möjligheterna att påverka är som störst. Att tidigt i processen analysera miljöpåverkan ger en möjlighet att anpassa olika lösningar för byggnationen som ger upphov till en så liten miljöpåverkan som möjligt.

Avgränsningar som sätts i LCA definierar vilka delar av produktens livscykel som ska inkluderas i analysen. Om LCA görs i ett jämförande syfte kommer ställda krav på analysen vara hårda, då måste kraven vara av samma klass som motstående parter i jämförelsen. Är syftet att peka på ”hotspots”, där vilka processer som ger upphov till den största miljöpåverkan eller att uppnå en viss miljöprestanda med sin byggnad är friheten större och styrs mer av vilket målet med analysen är.

## 2.1.3 Funktionell enhet

För att kunna utvärdera och jämföra resultatet från LCA:er för olika byggnader är det av betydelse att det har samma huvudsakliga funktion. I ett optimalt fall jämförs utförda LCA:er för byggnader som levererar likadana funktioner. Inom LCA beskrivs detta i något som benämns funktionell enhet.

Syftet med den funktionella enheten är att beskriva den funktion som den analyserade byggnaden uppfyller (Boverket, 2019c). När det exempelvis gäller byggnader med bostäder är boyta att anse som en funktion och en frekvent använd funktionell enhet är m<sup>2</sup>. Dessutom är det rimligt att byggnadens miljöpåverkan beskrivs som ett nyckeltal, där den funktionella enheten nyttjas för att beräkna byggnadens miljöpåverkan per kvadratmeter. Hade en beräkning för byggnadens totala miljöpåverkan gjorts hade det inte varit rimligt att jämföra med andra fall då byggnadernas totala boyta troligtvis skiljer sig åt.

## 2.1.4 Krav på datakvalitet

Vilka krav som ställs på kvaliteten av data som används i LCA:n beror på vilket syfte LCA-beräkningen utförs och var i processen som analysen utförs. Det är därför av betydelse att beställaren av LCA noggrant preciserar syftet för att relevanta data kan tas fram.

### 2.1.4.1 Specifika och generiska data

Det är många steg i en process som leder fram till en färdig byggnad. I en byggprodukts tillverkningskedja sker många processer som påverkar vår miljö. Att i varje ny process ta fram miljödata är en omfattande uppgift. I tidiga skeden i en byggprocess kan det vara svårt att veta vilka produkter som ska användas, därför finns redan framtagna miljödata att tillgå för analysen, så kallad generiska data (genomsnittsdata). Generiska data ger ett representativt värde för byggprodukter som används i den svenska byggsektorn (Boverket, 2019d).

Senare i byggprocessen är det är klarlagt vilka produkter som ska användas och den generiska data som tidigare använts kan ersättas med specifika data, som namnet avslöjar är specifika för en viss produkt. Det är inte alltid specifika data finns att tillgå för en produkt, men i de fall det finns är det främst genom miljövarudeklarationer, även kallat *environmental product declaration* (EPD). Begreppet EPD beskrivs vidare i avsnitt 2.2.

### 2.1.5 Miljöpåverkanskategorier

En LCA redovisar en byggnads miljöpåverkan utifrån olika miljöpåverkanskategorier, även kallat miljöindikatorer. Kategorierna är de som beaktas i resultatet av LCA och bygger ofta på samlade beräkningar av emissioner som bidrar till samma miljöpåverkan. När en LCA utförs kan ett urval av kategorier göras för att uppfylla syftet med analysen, dock ska en fullständig LCA följa allmänt etablerade standarder för att på rätt sätt deklarerera byggnadens miljöpåverkan (Boverket, 2019g).

Enligt europeisk standard [SS-EN 15978:2011] som gäller för byggnader ingår följande kategorier (Boverket, 2019g):

- klimatpåverkan från växthusgaser: GWP (global warming potential)
- försurning: AP (acidification potential)
- övergödning: EP (eutrophication potential)
- utarmning av icke-fossila resurser: ADPe (abiotic depletion potential – elements)
- utarmning av fossila resurser: ADPf (abiotic depletion potential – fossil fuels)
- ozonnedbrytning: ODP (ozone depletion potential)
- marknära ozon: POCP (photochemical oxidant creation potential)

Inom livscykelanalys finns det fler kategorier än ovan nämnda. För dessa indikatorer saknas ofta vedertagna metoder och därför används andra miljöanalyssystem som med hjälp av mätbara indikatorer redovisar dess påverkan på miljön (Boverket, 2019g).

En frekvent förekommande miljöpåverkanskategori är klimatpåverkan från växthusgaser, *global warming potential* (GWP), (Boverket, 2019g), som deklarerar som koldioxid-ekvivalenter per funktionell enhet (CO<sub>2e</sub>/enhet). Klimatpåverkan är en indikator som är allmänt omtalad och många ser denna som planetens allvarligaste klimathot. Det är därför vanligt förekommande att LCA begränsas till denna kategori och benämns ibland klimatavtryck eller klimatdeklaration.

### 2.1.6 Osäkerhetsfaktorer med LCA

När en livscykelanalys utförs finns alltid ett antal osäkerhetsfaktorer som förekommer som ska uppmärksammas för att bilda en uppfattning om vilka dessa faktorer är och hur omfattande de är. Faktorer som val av beräkningsmetoder, funktionell enhet, avgränsningar och osäkra miljödata är exempel på faktorer som måste tas hänsyn till i bedömningen av resultatet från LCA (Sveriges lantbruksuniversitet, 2021).

Det är viktigt att resultatet genomgår en kritisk granskning, ofta av en tredje part, där en bedömning görs av förutsättningar och val för LCA (Sveriges lantbruksuniversitet, 2021). Det

finns en risk att den som beställt eller utfört en LCA, medvetet eller omedvetet vinklar resultatet till att vara mer gynnsamt för vederbörande. Granskningen utförs i syfte att säkerställa att utförandet av analysen gjorts med rättvisa och rimliga metoder och data.

## 2.2 Miljövarudeklaration - EPD

En miljövarudeklaration (EPD) är ett välanvänt begrepp inom LCA. En EPD tas fram i syfte att beskriva en produkts miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv men i ett mer övergripande format (Boverket, 2019d). En miljövarudeklaration är produktspecifika miljödata, där data i huvudsak bygger på en livscykelanalys av den specifika produkten. En EPD är en viktig datakälla som sedan kan användas till att utföra en LCA för hela byggnaden.

En färdigställd EPD innehåller tre delar (Boverket, 2019d):

- produktdatablad
- metodval
- resultat från bedömningen av miljöpåverkan.

Generellt är en EPD giltig i tre till fem år och det ställs krav att en EPD ska utföras enligt standard för hållbarhet hos byggnadsverk, miljödeklarationer och produktspecifika regler [SS-EN 15804:2012] (Boverket, 2019b). På samma sätt som för en LCA måste en EPD granskas och godkännas av en oberoende tredje part, vilket verifierar att innehållet är tillförlitligt.

Då en produkttillverkare vill utföra en miljövarudeklaration är utgångspunkten ett flertal produktspecifika regler. Dessa regler benämns vanligtvis PCR, från engelskans *product category rules* och tas fram av berörda organisationer inom byggsektorn. Standarden [ISO 14025] ger rekommendationer om att använda väletablerade PCR:er (IVL Svenska Miljöinstitutet, 2021). Standarden syftar till att undvika förvirring för aktörer som vill framställa EPD:er. Med ett överflöd av PCR:er finns det risk att arbetet med försvåras och oenighet i resultat uppkommer. Det internationella EPD systemet driver utvecklingen mot att samordna regler för olika aktörer som tillhandahåller EPD:er för att uppnå enighet i PCR:er på marknaden.

Genom att följa reglerna från en PCR och att avgränsningar i respektive EPD tas i beaktande möjliggörs att EPD:n kan jämföras med andra produkters miljövarudeklarationer som tagits fram utifrån samma regler (Boverket, 2019b).

## 2.3 Miljödata för drivmedel

När miljökraven expanderas och omställningen mot mer hållbara drivmedel blir en alltmer viktig fråga i samhällsdebatten, ökar efterfrågan på miljödata för olika typer av bränslen. Det är viktigt att framställningsprocessens resursutnyttjande och fordonens bränsleanvändning redovisas på ett tydligt och transparent sätt, för att vidare visa dess miljöpåverkande utsläpp.

Olika typer av drivmedel som används på marknaden idag är en sammansättning av olika fraktioner av komponenter. I stort sett har alla typer av bränslen biobaserade komponenter, som etanol i bensin eller HVO i diesel.

### 2.3.1 Drivmedlets livscykel - Well to wheel

Ett viktigt begrepp inom livscykelanalys av drivmedel är Well to wheel (WTW). WTW används vid utförande av en LCA av bränslen och beskriver vilka delar i drivmedlets livscykel som tagits hänsyn till i beräkningen av dess klimatpåverkan. Som begreppet avslöjar tar WTW hänsyn till hela kedjan av drivmedlets livscykel, från råvaruutvinning, produktion och distribution av drivmedlet till användandet av det. En WTW-analys består av huvudsakliga delar. WTT, som är förkortning av Well-To-Tank, som beskriver kedjan från råvaruutvinning till tankstället och TTW, som är förkortning av Tank-to-Wheel, som beskriver kedjan från tankstället till förbrukning av drivmedlet (Svenskt kunskapscentrum för förnybara drivmedel, 2013).

I studien har bränsledata analyserats och använts i beräkningar utifrån ett WTW-perspektiv.

### 2.3.2 Olika drivmedel

I studien har tre drivmedelstyper valts ut att ingå i beräkningen av klimatpåverkan från transporter, bensin och diesel av miljöklass 1 samt HVO100. Urvalet av drivmedel har gjorts utifrån att bensin MK1 och diesel MK1 är vanligt förekommande drivmedel i transportsektorn och en omställning mot ökat användande av HVO100 kan bidra till en betydande minskning av koldioxidutsläpp. HVO100 är även det drivmedel som används av materialleverantören till Corecos Boomer-koncept.

- Bensin och diesel

Bensin och diesel av miljöklass 1 är idag de två mest förekommande drivmedelskvaliteterna i Sverige, där dessa är de dominerande drivmedlen som rapporteras enligt drivmedelslagen (Statens energimyndighet, 2020). Miljöklasserna syftar till att klassificera bränsletyperna efter hur skonsamma dessa är för miljön och de tekniska krav som bränsletyperna måste uppfylla framgår av drivmedelslagen (Transportstyrelsen, 2021).

- HVO100

HVO100 är ett fossilfritt bränsle som tillverkas av avfall och biprodukter från matindustrin, där basen utgörs av vegetabiliska oljor och oljor från slaktavfall. HVO100 är dessutom ett 100% förnybart drivmedel som bidrar till en avsevärd minskning av koldioxidutsläpp jämfört med fossila drivmedel (Transportstyrelsen, 2021).

HVO100 kan ses som en kemisk kopia av vanlig diesel, där likheten gör att det inte behövs speciella fordonsmotorer eller tankstationer, vidare resulterar detta i låga omställningskostnader för aktörer i transportsektorn. Producenter av HVO100 på den svenska marknaden är idag begränsad, detta delvis på grund av att tillgången till råvaror är begränsande. HVO100 anses ändå vara ett intressant drivmedel som kan bidra till att klimatpåverkan från transporter i alla sektorer kan minskas.

### 3. Bygg- och fastighetssektorns arbete mot klimatneutralitet

Litteraturen som tagits del av förklarar hur bygg- och fastighetssektorn i stort arbetar med hållbarhet samt behovet av invändiga lägenhetsrenoveringar.

Det pågår idag forskning på många olika håll för att anpassa processer inom byggsektorn för att minska den negativa inverkan som byggsektorn har på vårt klimat. Samhället ställs inför stora utmaningar för att åstadkomma den omställning som är nödvändig för att nå nationella, men även internationella klimatmål. Utvecklingen av processer inom byggsektorn har hittills riktat störst fokus mot energianvändningen i bruk- och driftstadiet. Det krävs att större fokus riktas mot byggmaterialens inbyggda energi och dess klimatpåverkan vid produktion, men också vid underhåll och renovering av byggnader.

Teknikutvecklingen tar stora kliv framåt och dagens byggnationer har blivit mer energieffektiva, och förnyelsebara energikällor blir alltmer vanliga. Detta gör att klimatpåverkan från en byggnads driftskede blir lägre och de intressanta aspekterna skjuts till byggprocessen. IVL Svenska Miljöinstitutet har utfört studier av ett relativt modernt flerbostadshus av betong med en analysperiod av 50 år som visar att klimatpåverkan från produktion och underhållsskedet står för en lika stor del som klimatpåverkan från driftskedet (Liljenström et al., 2015).

Vid renovering av hyreslägenheter är det idag vanligt att beställaren, ofta i form av fastighetsägare använder sig av en totalentreprenör för renoveringsprojekt av sina fastigheter. Det innebär att det är entreprenörens ansvar att tillhandahålla byggnadsmaterial som ska användas i renoveringen. Vidare innebär detta att om en entreprenör ska genomföra en renovering av ett flertal lägenheter kan materialvalen variera i lägenheterna beroende på tillgång och pris. Vilka materialval som görs avgör entreprenören om det inte finns en tillräckligt detaljerad rumsbeskrivning eller materialspecifikation.

Vid denna typ av projekt är det vanligt att leveranser av material innebär många onödiga transporter, vilket leder till ökad klimatpåverkan. En variation i kvalitet av material och installationer kan leda till att fastighetsägaren får olika livslängd på lägenheterna i sin fastighet, vilken kan leda till att nya underhåll och renoveringar kan komma oönskat tidigt.

#### 3.1 Byggsektorns klimatmål

Riksdagen beslutade år 2017, genom initiativet *Fossilfritt Sverige*, att Sverige ska ha nettonollutsläpp av växthusgaser senast år 2045 (Naturvårdsverket, n.d.). Beslutet har krävt en anpassning av byggbranschen och därav har flera organisationer utvecklat en färdplan för att kunna ställa om arbetet mot en klimatneutral sektor. Det är sammanlagt 170 företag, kommuner och organisationer, alla verksamma i samhällsbyggnadssektorn, som i samverkan tagit fram färdplanen. Samtliga inblandade bär ett delat ansvar att färdplanen följs (Fossilfritt Sverige, 2018). Färdplanens genomförande riktar bland annat fokus på effektivisering och elektrifiering av produktions- och transportprocesser, ökad cirkuläret av resurs- och materialflöden, ökad användning av förnyelsebara bränslen i produktions- och transportprocesser och optimering av energiprestanda i uppförande- och driftsfas.

Genom den internationella förbindelsen enligt Parisavtalet har EU kommissionen tagit fram mål och förpliktelser för att nå klimatneutralitet till år 2050. Den påverkan som samhället har på klimatet måste i första skedet dämpas. Medlemsländerna i EU har den politiska ambitionen att minska nettoutsläppen av koldioxid med hela 55 % från basåret 1990, fram tills år 2030. I samband med målen så har EU kommissionen tagit fram en plan för omställningen som behöver ske, benämnd EU:s gröna giv. Planen handlar om att skapa en resurseffektiv, konkurrenskraftig och modern ekonomi där den ekonomiska tillväxten är frikopplad från resursförbrukningen (Europeiska kommissionen, 2020). De initiativen som ingår i den gröna giv har stor relevans för byggsektorn i helhet men också specifikt för renoveringar av befintliga bostäder. EU:s gröna giv har som ambition att främja folkhälsan och livet bland befolkningen för både dagens- samt kommande generationer. Några av initiativen i den gröna giv är, *en globalt konkurrenskraftig och resilient industri, mer kollektivtrafik och renoverade och energieffektiva byggnader.*

Europaparlamentets ledamot Fredrick Federley och Catharina Elmsäter-Svärd, VD för byggföretagen, yttrar sig om att EU:s gröna giv specifikt kan utnyttjas för att upprusta bostäderna i miljonprogrammet (Tengvall, 2021). Satsningen på renoveringar presenterades som en portion av det gröna givet den 14 oktober 2020 av EU kommissionen. Denna satsning innebär att genom lån och bidrag öka renoveringssatsningen för en ökad livskvalitet, ett mer hållbart samhälle och framför allt lägre klimatpåverkan. Det möjliga stöd och lån från EU godtas om förutsättningarna för att renoveringarna anses vara hållbara ur både ekologisk och social synvinkel. Diskussioner om renoveringar av byggnader med syfte att minimera klimatpåverkan har alltså börjats lyftas upp på en nationell nivå vilket indikerar hög aktualitet.

### **3.1.1 Byggsektorns klimatpåverkan**

Som nämnts tidigare står bygg- och fastighetssektorn för cirka en femtedel av Sveriges totala växthusgasutsläpp, motsvarande 11,7 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Medräknas importvaror in så har sektorn en påverkan utrikes på 7,7 miljoner ton koldioxidekvivalenter, det motsvarar totalt 19,3 ton koldioxidekvivalenter (Boverket, 2021b).

Höga halter av växthusgaser i atmosfären ger en uppvärmande effekt på planetens klimat. Uppvärmningen uppkommer genom att gaserna absorberar delar av jordens värmestrålning och släpper förbi solens kortvågiga strålning, detta leder på sikt till en högre medeltemperatur som i sin tur har en avgörande negativ effekt på klimatet. Koldioxid står för omkring 70 procent av uppvärmningen medan andra gaser som metan, fluorerande gaser och dikväveoxid ansvarar för resterande andel (Boverket, 2021b).

Växthusgaserna har olika stor påverkan den globala uppvärmningen, därav beräknas utsläppen i koldioxidekvivalenter för att ta hänsyn till att olika gaser har olika förmåga att bidra till den globala uppvärmningen. Utsläppen för en viss typ av växthusgas uttrycks därför i koldioxidekvivalenter för att ange hur stora koldioxidutsläpp som motsvarar samma påverkan på växthuseffekten. För jämförelse har metan ungefär 25 gånger större bidrag till växthuseffekten jämfört med koldioxid (Boverket, 2021b).

## 3.2 Transporter i byggsektorn

Inrikes transporter står för ungefär en tredjedel av Sveriges totala utsläpp av växthusgaser, där vägtrafiken utgör ungefär 95 procent av dessa utsläpp. Personbilar och tunga lastbilar står för den dominerande delen av vägtrafiken, ungefär 80 procent (Boverket, 2021a). Vid förbränning av fossila bränslen uppkommer utsläpp av växthusgaser som bidrar till den globala uppvärmningen av vår planet.

Tillsammans med bygg- och anläggningssektorns färdplan för hur byggsektorn ska nå nettonollutsläpp till 2045 arbetar även transportsektorn med sin omställning till klimatneutralitet (Fossilfritt Sverige, 2018). För att detta ska uppnås krävs det en omställning av transporter i branschen. Byggbranschen driver arbete med omställningen genom att minska transporter, öka användningen av transportmetoder med mindre klimatpåverkan, öka användningen av förnybara bränslen och driva på elektrifiering och effektivisering av transportprocesser.

### 3.2.1 Hur beroende är byggsektorn av transporter?

Den svenska byggsektorn är starkt beroende av effektiva och välfungerande transportprocesser. Byggtakten i Sverige ökar och projekten blir allt större och mer komplexa, vilket leder till ett ökat behov av en välfungerande logistik kring leveranser av material. Framför allt för att minska transporterens negativa inverkan på vår miljö, men också att ledtiderna för ett byggprojekt minskas. Tidigare utförda studier har visat att endast 17,5 procent av en byggnadsarbetares arbetsdag nyttjades till direkt värdehöjande aktivitet (Josephson & Saukkoriipi, 2005), väldigt mycket tid slösas på att leta, hämta eller vänta på byggnadsmaterial. Ett första steg i att effektivisera logistiken i byggsektorn är att kartlägga hur transporter i branschen sker och hur stora dessa sträckor är. Transporter är en ytterst viktig del av en byggprocess och sker under alla projektets faser, från planering och etablering inför byggstart till projektets färdigställande. Med en välplanerad logistik möjliggörs att material kan levereras till rätt plats vid rätt tid med så få resurser som möjligt.

## 3.3 Avfall i byggsektorn - Minskad klimatpåverkan genom ansvarstagande

Bygg och anläggningssektor ger upphov till näst mest avfall i hela landet, efter gruvindustrin. År 2018 var det hela 13 miljoner ton avfall som uppkom från byggindustrin (Naturvårdsverket, 2021a). Mineraliskt bygg- och rivningsavfall är det mest förekommande, som inkluderar jord, betong, tegel, klinkers och asfalt.

På grund av stora mängder avfall från byggsektorn så behöver det klargöras för hur avfallet ska hanteras. En avfallsplan utfärdad innan arbetet påbörjas kan tillgodose en korrekt avfallshantering. Sorteringen blir huvudsakliga metoden för att minimera klimatpåverkan som avfallet ger upphov till. Genom att rätt avfall hamnar på rätt plats utnyttjas möjligheten till återvinning och återanvändning.



### 3.3.1 Hållbarhet eftertraktas globalt

Sveriges miljömål är baserade på direktiv som är fastställda på global nivå, med förankring till FN:s globala hållbarhetsmål. Med stöd av FN:s hållbarhetsmål - Agenda 2030 har Sveriges riksdag satt upp sexton miljömål, där vissa är högaktuella för byggbranschen (Sveriges miljömål, 2022c). *God bebyggd miljö* och *Giftfri miljö* är två av målet som går att koppla till en ansvarfull material- och avfallshantering.

Målet *God bebyggd miljö* handlar om att utvecklingen av städer, tätorter och byggnation ska resultera i en hälsosam livsmiljö samt samverka till en god global och regional miljö (Sveriges miljömål, 2022b). I och med den fortsatt växande urbanisering är det än viktigare att hantera både byggandet samt användningen av byggnader på ett effektivt och miljövänligt sätt. På så vis sker arbetet med en ständig strävan efter en hållbar utveckling.

Målet *Giftfri miljö* handlar om att minska samt förebygga spridningen av farliga ämnen. Spridningen av farliga avfall till miljön sker genom att produkter med kemiskt innehåll produceras, brukas och blir till avfall. Mängden farliga ämnen har på senare tid minskat på grund av ett förstärkt regelverk inom EU samt en ökad kunskap vilket indikerar att utvecklingen går åt rätt håll. Det har framför allt varit bristen på kunskap som tidigare främjat användningen av farliga ämnen i produktion av material samt den tillhörande klimatpåverkan när materialet blir till avfall. I och med en ökad konsumtion under senare årtionden så är det direkt avgörande att kunna bromsa på användningen utav farliga ämnen i byggmaterial. Forskning visar att människor som utsätts för industrikemikalier under låg exponering, men under lång tid har en direkt koppling till folksjukdomar (Sveriges miljömål, 2022a).

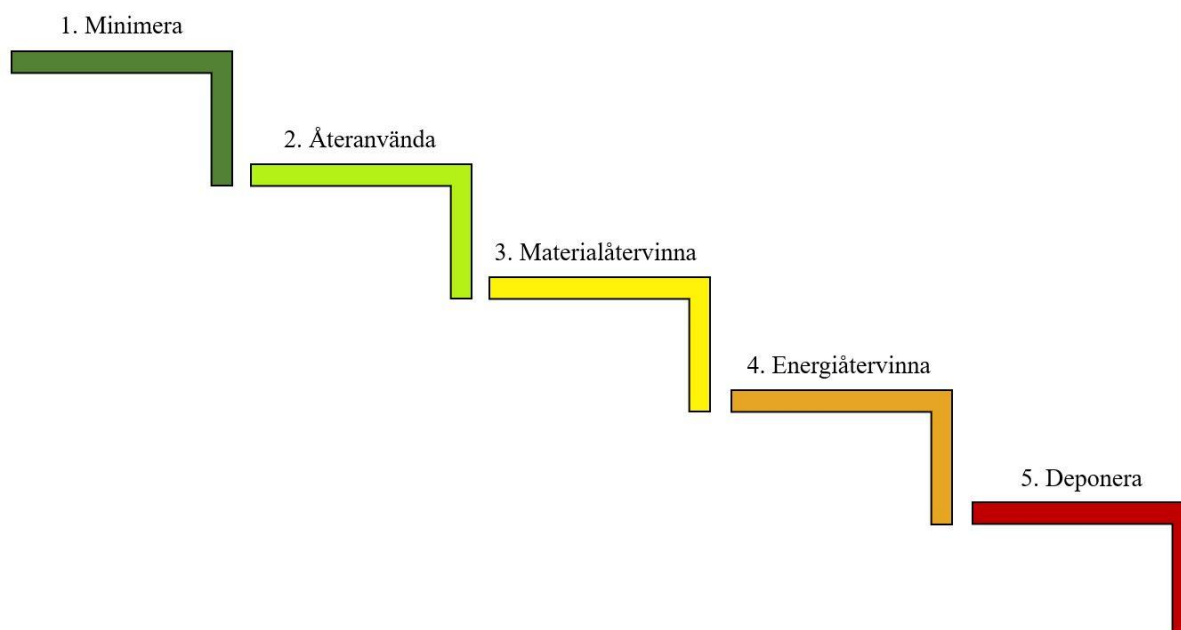
### 3.3.2 Avfallets roll för hållbarhet och klimatfrämjan

EU-parlamentet gick 2018 ut med nya direktiv för avfallshantering, där en varaktig avfallshantering vill uppnås. Detta innebär ökade möjligheter för återanvändning och materialåtervinning. En hållbar avfallshantering innebär att importerade resurser minskar, bidrar till konkurrenskraft och ökar förnybar energi (A. Tapani, 2018).

Sveriges avfallsförordningar är baserade på EU-parlamentets direktiv och preciseras av Naturvårdsverket där relevant information för bygg- & rivningsavfall gäller enligt Naturvårdsverkets förordningar om avfall. Förordningarna innehåller bland annat uppdelning av fraktioner och baseras på lagkrav från avfallsförordningen [2020:614]. Naturvårdsverkets föreskrifter innefattar både krav på bygg- och rivningsavfall samt allmän vägledning om sortering av bygg- och rivningsavfall.

### 3.3.3 Avfallstrappan

Genom samarbete mellan EU:s medlemsländer har en avfallstrappa antagits i syfte att visa hur avfallshantering ska prioriteras (Naturskyddsföreningen, 2022). Med en gemensam satsning kan samtliga organisationer och aktörer som arbetar med avfallshantering följa stegen i avfallstrappan för att minska uppkommen mängd avfall samt hur det ska hanteras. Principen för avfallstrappan visas i figur 3.1.



Figur 3.1. Avfallstrappans fem steg: minimera, återanvända, materialåtervinna, energiåtervinna och deponera (Naturskyddsföreningen, 2022).

### 1. Minimera avfall

Överst i avfallstrappan och utgångspunkten när det gäller avfallshantering är att förebygga att avfall uppkommer överhuvudtaget. Givetvis kommer avfall alltid att genereras men att lägga fokus på att minimera avfall är en grundläggande förutsättning. Genom att öka medvetenheten samt förstärka regelverken kring avfallshantering i byggsektorn kan uppkomsten av avfall minimeras.

### 2. Återanvändning

Genom återanvändning uppnås en sluten livscykel. Byggmaterial har historiskt haft väldigt låg återanvändning. 2019 var det endast ett tiotal ton byggavfall som återanvändes, där den totala mängden icke-farligt byggavfall var närmare 9 miljoner ton samma år (Avfallsverige, n.d.). Det finns dock goda möjligheter att börja återanvända byggavfall, men detta kräver en omställning hos kommuner och avfallshanterare. För att implementera återanvändningen som en möjlighet i samhället finns det några kommuner som lyckats genom att ha försäljningsbaserad återanvändning. På Malmö återbruk-depå och Halmstads återvinningscentral samlas bygg- & rivningsmaterial in från bygg- och rivningsföretag i en separat verksamhet (Avfallsverige, n.d.). Företagen lämnar oskadat material som går att återanvända som verksamheterna kan erbjuda sina kunder.

Genom att möjliggöra en koppling mellan byggaktörer, avfallshanterare och kunder så blir återanvändning av byggmaterial bevisligen en mycket möjlig lösning för att minska klimatpåverkan. Undersökningen av Avfall Sverige ser det största värdet i att material kommer in från byggföretagen men på grund av bland annat okunskap och informationsbrist så har engagemanget varit lågt i branschen hittills (Avfallsverige, n.d.).

### 3. Materialåtervinning

Med materialåtervinning så tas inte nya resurser in i kretsloppet utan råvarorna från avfallet kan återanvändas till att producera nya produkter. Återvinningen av material har en positiv inverkan på klimatet, där planetens resurser nyttjas mer sparsamt. Exempelvis att utvinning av råvaror uteblir, som anses ha en hög belastning på klimatet, bidrar till minskat klimatavtryck. Metall, papper, trä, plast och olja är alla resurser som går att materialåtervinna.

#### 4. Energiåtervinning

Genom energiåtervinning kan avfallets energiinnehåll tas tillvara och användas som bränsle för produktion av värme och el. Avfallsförbränning med en effektiv energiextrahering klassas som återvinning enligt den svenska avfallsförordningen. I Sverige nås kriterierna för effektivitet i förbränningen och det är ca hälften av allt hushållsavfall i landet som går till energiåtervinning, dessutom är Sverige det effektivaste landet i hela Europa vad gäller extrahering av energin. Anläggningarna får i genomsnitt ut 3MWh per ton avfall (Avfallsverige, 2022a).

#### 5. Deponi

Material som inte går att återvinna, förädla eller brännas upp går till deponi. Deponiavfall grävs ner under jorden och ger upphov till olika typer av miljöpåverkan beroende på vad som ingår i avfallet. Gifter kan släppas ut i marken, men också själva nedbrytningen av materialet ger bland annat upphov till koldioxid- och metanutsläpp. Deponiavfall anses ha störst påverkan på klimatet jämfört med andra kategorier då störst negativ klimatpåverkan sker när materialet bryts ner, detta sker dessutom i väldigt långsam takt (Avfallsverige, 2022b). När material hamnar på en deponi så anses det ha avslutat dess kretslopp och det omsluts med olika täckskikt för att minimera utsläppen till omgivningen. Mycket av material som används invändigt i en byggnad kan dessvärre komma att hamna i deponiavfallskategorin om inte avfallssorteringen sker på rätt sätt.

### 3.3.5 Avfallshantering

Att minska mängden avfall är något som kan göras redan i projekteringsstadiet. Genom att projektera för hållbara material som är enkelt att underhålla minskar behovet av att behöva byta material tidigt under byggnadens livscykel. Således fås mindre avfall sett utöver ett längre perspektiv. Enligt naturvårdsverket går mellan 5 - 15 % av allt byggmaterial till avfall vid nybyggnation redan innan användning (Naturvårdsverket, n.d.). Orsaken är att det köps in mer material än nödvändigt, material går sönder innan montage och spill uppkommer. Genom projektering med god marginal och eftersträva återanvändning kan med stor sannolikhet avfallsmängderna minska.

#### 3.3.5.1 Skapa en plan för avfallshanteringen för minskad klimatpåverkan

Oavsett storlek på renoveringsprojekt uppkommer liknande typer av avfall, men i skilda volymer. Lagar och förordningar underlättar sorteringen, men stränga regelverk kan ge dyra böter vilket leder till ökade kostnader för projektet. Det ska inte tillföra några större hinder i arbetsprocessen att sortera avfall på rätt sätt, det är snarare en fråga om informationsbrist och okunskap som leder till en felaktig avfallshantering i många fall.

För enstaka lägenhetsrenoveringar anses sortering i storsäckar och mindre lastbilar med flak mest lämpade, jämfört med utplacerade containrar på arbetsplatsen.

Avfallsförordningen [2020:614] §10 ger lagkrav på följande fraktioner:

- Konstruktionsmaterial (Mineralavfall)
- Trä
- Skrot och metall
- Gips
- Plast
- Glas
- Brännbart avfall
- Kommunalt avfall

Resterande fraktioner bör anpassas utefter returcentral eller avfallsansvarig, då återvinningscentraler kan ha uppdelningar som skiljer sig åt.

För en lägenhetsrenovering bör följande ha sina egna fraktioner,

- Isolering
- Wellpapp
- Elektronik
- Farligt avfall

Det uppkommer många olika avfallskomponenter under en lägenhetsrenovering som måste behandlas separat. Detta för att undvika höga avfallskostnader men också på grund av att farligt avfall ska behandlas separat.

Enligt Naturvårdsverket (n.d.) så ska följande behandlas separat i renoveringsarbeten:

- Elavfall
- Asbest
- Eternit
- Innehåll av kvicksilver (Lysrör, termometrar, natriumlampor)
- Fogmassor, isolerrutor med PCB- tätning
- Kondensatorer med PCB
- Akrylgolv med PCB
- Kylskåp, frysar, klimatanläggningar, brandsläckningsutrustning.
- Isolering med CFC
- Träskyddsbehandlat virke.
- Strålkällor

Många byggmaterial innehåller farliga ämnen, därav blir det extra viktigt att hantera och sortera allt som klassas som farligt avfall på rätt sätt. Risken för exponering mot farliga ämnen uppkommer framför allt under rivningen av den befintliga lägenheten men också under hanteringen av avfallet, innan det nått återvinningscentralen.

Det blir därför ytterst betydelsefullt att implementera en smart lösning för att handskas med rivningsmaterialet från renoveringen genom en tydlig avfallsplan.

### 3.3.6 Fraktionernas miljöpåverkan

Fraktionerna på avfallsanläggningar behandlas på olika sätt, antingen genom en material- eller energiåtervinningsprocess eller förberedelse för deponi. Valet av återvinning följer avfallstrappan vilket innebär att materialåtervinning prioriteras före energianvändning. Deponi ska undvikas i största möjliga mån. Vissa fraktioner kan behandlas på flera sätt, det avgörs av materialet i fraktionerna. Om en fraktion har blandade material och den förblir osorterad kan den komma att deponeras då avfallsanläggningarna inte kommer att hantera sådana fraktioner.

- Konstruktionsmaterial

Majoriteten av avfallet från bygg och anläggningssektorn fraktioneras som konstruktionsmaterial. Det innefattar betong, tegel, keramik, sten och jord. Det saknas processer för att material- eller energiåtervinning för dessa material, därav går denna fraktion oftast till deponi. Konstruktionsmaterial kan sedan användas som fyllnadsmassor vid anläggningsarbeten (Avfallsverige, 2022b). Det kan anses att detta är en typ av materialåtervinning eftersom avfallet uppfyller ett syfte, trots att det bara används som fyllnadsmassor.

- Gips och glas

Under senare år har metoder tagits fram för att återanvända gips. En använd gipsskiva, där isolering och träreglar är borttagna kan mekaniskt brytas ner till gipspulver, med vilket nya gipsskivor kan produceras (Avfallsverige, 2022b). Planglas, som innebär fönster-, laminerat- och härdat glas samt plana glasskivor kan återanvändas till nytt glas eller omvandlas till isoleringsmaterial. Glas är ett material som kan återvinnas flera gånger, så länge det inte är förorenat. Gipsväggar med reglar och fönster med ram som inte har monterats ned är förekommande i deponiavfall. Att gips och reglar samt fönster och ram separeras vid rivning kan andelen som går till deponi minskas och i stället få materialåtervinning utav produkterna. Gips innehåller 18 % svavel som är ofarligt när gipset är bundet i fast form, däremot om gipset förbränns avges svaveloxider som leder till försurning och urlakning av metaller i vatten samt mark (Göteborgs stad, 2021). Hanteringen av gips måste därför med stor noggrannhet undvika fraktioner som förbränns. Återvinningsgraden för gips är omkring 20 % i dagsläget.

- Brännbart avfall

Avfall som inte klassas som farligt avfall kan brännas och energiåtervinnas hos ett värmeverk (Ragnsells, 2020). Avfallet får bestå av papper, mindre träartiklar och mindre plastartiklar (ej PVC). Energiåtervinningen ger sedan fjärrvärme och el.

Den huvudsakliga klimatpåverkan som uppkommer vid förbränning är utsläpp av koldioxid, men också kväveoxider, svaveloxider och andra spårämnen. Teknikutvecklingen har däremot gett goda förutsättningar för att minimera utsläppen av föroreningar till luften under de senare åren. Hela 23 % av Sveriges fjärrvärme kommer från energiåtervinning, Sverige har så pass hög effektivitet i sin energiåtervinning jämfört med andra länder att hushållsavfall importeras hit i syfte att energi återvinna från bland annat Skottland, Storbritannien och Norge (IVL Svenska Miljöinstitutet, 2019).

- Plast

Plastavfall kan materialåtervinnas, men större delen går idag till energiåtervinning, vilket är något som bör ändras. Svårigheten ligger i att det finns mängder av olika plaster och kan ibland innehålla farliga ämnen som inte tillåter återanvändning (Naturvårdsverket, 2021b). Plast med hög återvinningsmöjlighet är PE, PET och HDPE. På grund av att plastprodukter innehåller fossila resurser leder förbränningen till stora koldioxidutsläpp. Materialåtervinning av plast har ungefär 55 procent lägre koldioxidutsläpp, jämfört med om plasten skulle energiåtervinnas (Naturvårdsverket, 2021b).

- Metall

Förmågan att materialåtervinna metaller är väldigt hög, och kan återvinnas flera gånger. Klimatpåverkan från återvinningen av metaller är avsevärt mycket lägre än tillverkning av metallprodukter med nya råvaror. Detta eftersom utvinningen av metaller ur berggrunden kräver stora resursutnyttjanden. Exempelvis är koldioxidutsläppen för återvinning av aluminium hela 96 % längre än utsläppen vid nyproduktion (Hillman et al., 2015).

- Kommunalt avfall

Byggavfall får inte blandas ihop med de avfall som uppstår i form av hushållsavfall från arbetare under projektets gång. Kommunalt avfall behandlas separat och går till förbränningsanläggningar för att energi återvinnas.

- Farligt avfall

Farligt avfall, eller kemikalieinnehållande avfall behandlas separat hos en återvinningstation (Prezero, 2021). Färg, tömt emballage med rester av kemikalier, lim, spackel och spillolja kan tillhöra kategorin farligt avfall och är vanligt förekommande material vid en lägenhetsreovering.

- Elektronik

Allt som leder ström eller drivs av batterier räknas som elektronik. Elektronik innehåller ofta ämnen som kan vara hälsofarliga och skadliga för miljön om de inte hanteras på rätt sätt. Avfallet materialåtervinns genom att återanvända de ädelmetaller som finns i elektroniken.

- Vitvaror

Vitvaror hanteras annorlunda än annan elektronik. Eftersom många kyl/frys system innehåller freoner måste hanteringen av materialåtervinningen genomgå en annorlunda process. Freoner var ett vanligt förekommande köldmedel i vitvaror fram till mitten på 90-talet. De negativa effekterna på klimatet av freoner är stora då de bidrar till en ökad lagring av koldioxid i atmosfären och tunnare ozonlager (Vitvaruexperten, 2016). När kylkretsarna och de farliga ämnena är bortplockade från vitvarorna så kan resterande komponenter ofta materialåtervinnas.

- Trä

Trä som är obehandlat kan materialåtervinnas eller användas för att utvinna energi. Impregnerat trä får inte förekomma i träfraktionen utan ska tillhöra farligt avfall. Vid en avfallsanläggning så kan träet omvandlas till flis, magneter sorterar ut metaller som spikar och

gångjärn och träflisen tillåts sedan göra ny nytta i form av energiproduktion eller för att skapa nya trämaterial (Ragnsells, n.d.). Återvinningen av trä har en relativt liten klimatpåverkan eftersom processen inte bidrar till höga koldioxidutsläpp, däremot uppkommer utsläpp vid förbränning av träflisen vid energiproduktion. Genom att återvinna trämaterial sparar man på jordens resurser vilket ur klimathänsyn är positivt.

### 3.3.7 Klimatpåverkan från återvinningen av material

För att kunna göra en uppskattning av klimatpåverkan som sker vid material- och energiåtervinning ställs det i jämförelse med klimatpåverkan som sker med tillverkning av material då nya råvaror används. Rapporten *Climate benefits of recycling* visar utsläppen från återvinningen jämfört med nyproduktion för material, se figur 3.2 (Hillman et al., 2015).

Material	Secondary production (kg CO <sub>2</sub> -eq./kg)	Primary production (kg CO <sub>2</sub> -eq./kg)	Difference: secondary – primary (kg CO <sub>2</sub> -eq./kg)	Ratio: primary/ secondary	Percent variance: secondary vs. primary
Glass	0.5	0.9	-0.4	1.7	-41%
Aluminium	0.4	11.0	-10.6	28	-96%
Steel	0.3	2.4	-2.1	7.5	-87%
Plastics	1.3	2.1	-0.8	1.6	-37%
Paper and cardboard	0.7	1.1	-0.4	1.6	-37%
Organic waste (composting)*	0.05	0.07	-0.02	1.4	-27%
Organic waste (digestion)*	0.01	0.09	-0.07	7.4	-87%

Figur 3.2. Koldioxidutsläpp från återvinning av material jämfört med koldioxidutsläpp från produktion av material med nya råvaror (Hillman et al., 2015)

## 3.4 Bostadsbeståndet och dess renoveringsbehov

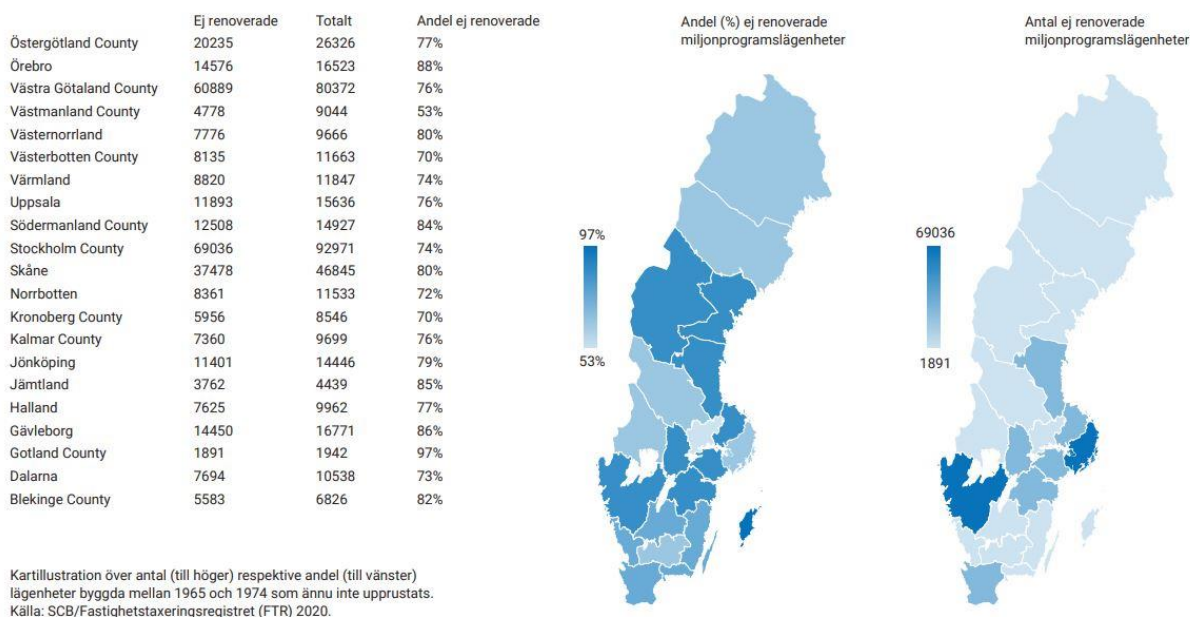
Statistiska centralbyrån redovisade att det totala bostadsbeståndet daterat 31 december 2021 uppgick till 5,1 miljoner bostäder. Så mycket som 92 % av svenska lägenheter är belägna i småhus eller flerbostadshus (SCB, 2022). För att i denna studie kunna göra en bedömning av renoveringsbehovet behandlas några utredningar som har tillämpats mot hyresrätter som är den dominerande upplåtelseformen bland landets kommuner.

I de tio kommuner i Sverige med störst befolkning så är andelen hyresrätter jämfört med andra ägandeformer i majoritet bland 8 av kommunerna. Örebro (77 %) och Norrköping (69 %) är de kommuner med störst andel hyresrätter (SCB, 2022). Medräknat alla kommuner i landet så dominerar hyresrätter som upplåtelseform i 257/290 kommuner.

Miljonprogramsbebyggelsen som nästan enbart domineras av hyresrätter har fortfarande sin prägel i bostadsbeståndet trots en stor mängd nyproduktion.

Miljonprogramsbyggnaderna är till störst del utformade som flerbostadshus. Utifrån den senaste statistiken från SCB så består 68 % av samtliga lägenheter i flerbostadshus av 2 ROK eller 3 ROK med en genomsnittlig lägenhetsarea på 67 kvm (SCB, 2022).

För att bedöma vart i Sverige renoveringsbehovet anses var störst visar figur 3.3 andelen ej renoverade miljonprogramslägenheter fördelat över Sveriges län.



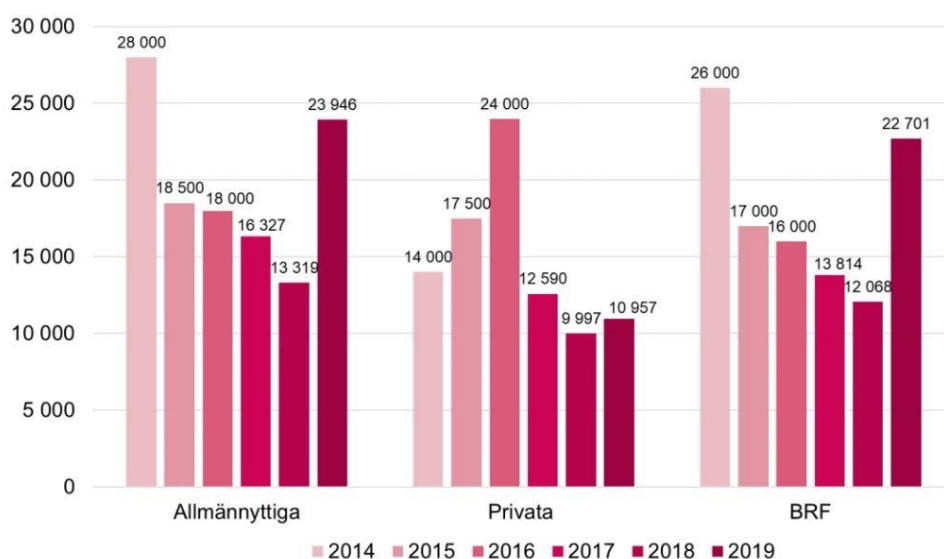
Figur 3.3. Kartillustration över andel ej renoverade miljonprogramslägenheter fördelat över Sveriges län (SCB/Fastighetstaxeringsregistret (FTR), 2020).

Kartläggningen i figur 3.3 visar att de län i Sverige med flest miljonprogramslägenheter som har behov av renovering ligger i Stockholm, Västra Götaland, Skåne och Östergötland.

Prognoscentret AB som är ett marknadsanalysföretag inom bygg och fastighetsbranschen utförde 2013 en mätning på antalet lägenheter från miljonprogrammet som är eller har varit i behov av renovering. Det totala beståndet var 922 000 lägenheter och det är omkring en tredjedel utav dessa som har genomgått större renoveringar vid tidpunkt för mätningen. Detta innebär att majoriteten av lägenheterna inte fått större förändringar utifrån sina ursprungliga tillstånd (Brinkhagen Anna et al., 2019).

Den senaste uppföljningsstudien visar ett fortsatt starkt behov för renoveringar för lägenheter byggda under miljonprogrammet. I mätningen så undersöktes också vilka kommuner som har goda förutsättningar för att investera i renoveringar bland miljonprogramsfastigheterna. (Brinkhagen Anna et al., 2019). Utifrån analysen som utfördes så uppskattades det att nästintill 480 000 lägenheter hade både ett stort behov, samt ekonomisk möjlighet att få sina upprustningar. Detta är nästan hälften av det totala beståndet. Renoveringstakten för bostadsbeståndet visas i figur 3.4.





Figur 3.4. Antal lägenheter som genomgått större eller mer omfattande renoveringar 2014–2019, fördelat på ägandeform (Brinkhagen Anna et al., 2019).

För de miljonprogramsbostäder som är i behov av teknisk upprustning och effektivisering av energiförsörjningssystem, som exempelvis stambyten, nyinstallation av el och ventilation, byte av fönster, balkonger och fasader uppskattas kostnaderna sträcka sig upp mot 500 miljarder (Boverket, 2020). Kostnaderna av renoveringarna riskerar att i slutändan hamna på hyresgästerna. Bostadsbolagen har i sin tur ett ansvar av att förhålla sig till de regelverk och samhällskrav som i framtiden kommer ställas ännu högre (Boverket, 2019d). För att kunna tillgodose det stora behovet av bostäder blir renoveringarna snarare en nödvändighet än en valmöjlighet.

För att kunna säkerställa att de nödvändiga renoveringarna sker samtidigt som hyresgästerna har råd att bo kvar anser Landelius och Belarbi att stärkt samverkan, en uthållig finansieringslösning och en långsiktig strategi kan tillförsäkra detta. Kostnader för upprustningar kan jämföras med nollalternativet där missade inkomster kommer överskrida kostnader för renoveringar (Landelius Henrik & Belarbi Hakim, 2020). I svenska kommuner som har en låg eller negativ invånartillväxt finns hög risk att miljonprogramsbebyggelsen kommer att rivas, vilket skulle kunna spä på utsattheten och segregationen bland invånarna. Möjligheten att utveckla det befintliga bostadsbeståndet är nu och under kommande år högaktuellt i aspekt av flera samhällsnyttiga perspektiv.

## 3.5 Det invändiga renoveringsbehovet

Många av de insatser som utförs på hyresfastigheter idag är så kallade, icke standardhöjande åtgärder, där exempelvis stam-, fasad-, och takbyte är vanligt förekommande. Det finns dock ett behov av att rusta upp fastigheter invändigt, där nya ytskikt, kök och badrum är typiska åtgärder. I detta kapitel beskrivs behovet av invändiga lägenhetsrenoveringar.

### 3.5.1 Den byggnadstekniska livslängden

Material som används vid en invändning lägenhetsrenovering är utvalda att vara hållbara och slittåliga. Trots det så är livslängden mycket kortare för invändiga material jämfört med materialet som används i byggnadskonstruktionen. Om en byggnads livslängd antas vara 50–80 år, innebär det att vissa material kan behöva bytas ut flera gånger under en byggnads livstid. Förutsatt att materialet har behållits i gott skick och blivit utsatt för normalt slitage så har en sammanställning av olika invändiga materials livslängd tagits del av (Ömsen Försäkringar, n.d.). Sammanställningen grundar sig bland annat i uppgifter från Statens Institut för Byggnadsforskning, livslängdsuppgifter från SABO:s avskrivningsregler samt erfarenhetsmässiga värden. Tabell 3.1 visar ett riktvärde på hur ofta invändiga material i en bostad kan behöva bytas. Den genomsnittliga livslängden för alla inkluderade material har beräknats till 24,5 år.

*Tabell 3.1. Livslängder för ett urval av byggmaterial. Den genomsnittliga livslängden är beräknad på summan av materialens livslängder dividerat på antal material i tabellen, klinkergolv ej medräknat.*

Material	Livslängd [år]
Målning/tapetsering	10
Parkett/trägolv	40
Laminatgolv	20
Klinkergolv	Ej byte
Plastmatta på golv	15
Köksluckor, bänkskivor, köksinredning	30
Snickeri, inredning (ex. lister)	40
Plastmatta våtrum	20
Tätskikt under klinkers/kakel	30
Elkablar, centraler, etc.	45
Kyl, frys, diskmaskin, spis, etc.	10
Tvättmaskin, torktumlare	10
Genomsnittlig livslängd	24,5

Resonemanget om att hyreslägenheter är mer benägna att byta hyresgäster än vad bostadsrätter byter ägare är något att beakta. I och med många olika hyresgäster ökar sannolikheten av att lägenheterna utsätts för mer slitage, framför allt om boendevistelsen är kortvarig och fler än lämpat antal personer bor i lägenheten. Behovet av materialbyte kan därmed tillkomma på grund av andra orsaker än att livslängden nått sitt slut.

Ur en ekologiskt hållbar synpunkt så är en lång livslängd för byggnader väldigt betydelsefull. För att täcka bostadsbehovet så är det dessutom ett måste att byggnaderna får en längre livslängd. Den aktuella årliga byggtakten för lägenheter skulle inte täcka bostadsbehovet om byggnaderna skulle behöva rivs efter 50–80 år. För att kunna minska bostadsbristen behöver byggnaderna ha en livslängd närmare 100 år eller mer (Svenskbetong, 2018). Med långa livslängder på byggnader behövs också långa livslängder på de invändiga materialen. Med smarta, hållbara och bra materialval samt att vårda och utnyttja materialet till fullo så uppnås en minskad klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv.

### **3.5.2 Fuktskador**

Byggnadsmaterial som utsätts för fukt behöver inte alltid vara farligt. Men när fukten överstiger materialets kritiska fuktnivå växer bakterier, mikroorganismer och rötsvamp på materialet (Boverket, 2009). Vid höga fuktnivåer så kan vissa material dessutom släppa ut emissioner vilket kan skapa kemiska föreningar med angränsande material. Dessa effekter som fuktskadorna ger upphov till är skadliga för inomhusmiljön samt som de till och med kan påverka byggnadens beständighet och hållfasthet.

Kemiska ämnen i luften från höga emissionshalter och kemiska föreningar har en direkt negativ påverkan på människans hälsa och är inte representativt för en god inomhusmiljö. Vid höga fukthalter kan förekomsten av mögel öka i inomhusmiljön vilket med hög sannolikhet upplevs som obehagligt och ohälsosamt.

Enligt boverkets enkätundersökning BETSI som gjordes år 2006 hade 9 % av de undersökta flerbostadshusen rapporterat en fukt- eller vattenskada. För småhusbeståndet handlar det om hela 15 %. Sammanlagt hade 30 % av hela bostadsbeståndet år 2006 mögel, höga fuktnivåer eller fuktskador som direkt kan kopplas till inomhusmiljön. Boverket undersökte även Socialstyrelsens redovisning kring boendemiljö och fann där att boenden löper 30 – 50 % större risk för luftvägsbesvär som astma, ifall personerna bor i en inomhusmiljö med fukt och mögelskador.

Mögelpåväxt var mest förekommande i byggnader från 1976 och tidigare, vilket i kombination med att det rör sig om flerbostadshus eller småhus får med sig en stor andel av miljonprogramsbeståndet. Det som inte får ignoreras är att även fukt- och mögelskador i konstruktionen (till exempel krypgrunder, vindar och ytterväggar) kan ge hälsofarliga effekter i inomhusmiljön via ventilationssystemen.

### **3.5.3 Marknadens efterfrågan**

Under Coronapandemin undersöktes synen på bostäder bland befolkningen. Landshypoteket rapporterar att pandemin som påtvingat mer tid i hemmet skapat nya önskemål och krav i bostäderna (Landshypoteket, n.d.). Enligt undersökningen så har pandemin satt sitt spår i tankesättet kring vad som faktiskt uppskattas i ens hem.

92 % av svenskarna väljer att prioritera lugn omgivning när de väljer boendeform. Landshypoteket gjorde ytterligare en undersökning via undersökningsföretaget Kantar Sifo där 3000 svenskar fick besvara frågan om deras drömboende (Hans Bolander, 2018). Vid alternativet att personerna inte behöver ta hänsyn till arbete eller ekonomi så är det vanligaste

svaret ett eget hus på landsbygden. 21 % hade valt att bo i villa, vid närheten av en större stad. Lugnet och fria ytor är alltså en väldigt viktig del i valet av bostad, förutsättningarna detta kräver tillåter dessvärre inte detta för majoriteten av befolkningen.

Eftersom majoriteten av bostadsbeståndet består av lägenheter, framför allt hyreslägenheter så innebär det ett behov att implementera det boendehavarna söker i det befintliga beståndet. Eftersom förändringar i utformning och ytor inte alltid är möjligt så gäller det att i stället försöka förändra befintliga byggnationer genom renovering och ombyggnad. Begären från boendehavarna kan på olika sätt implementeras i det befintliga bostadsbeståndet, genom att skapa öppna ytor och trivsamma inomhusmiljöer.

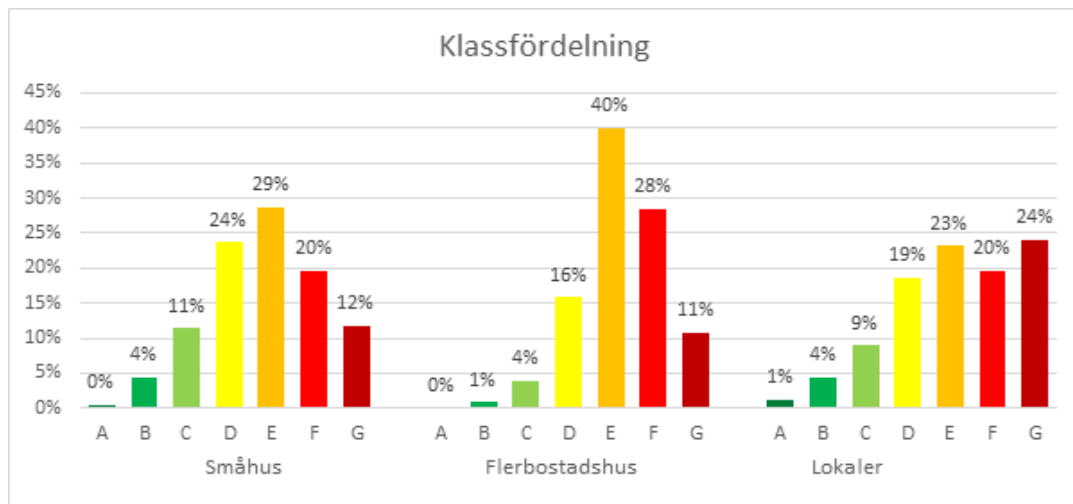
Invändiga renoveringar som görs idag ger lägenheterna ett lyft. Med nya, moderna och hållbara materialval kan lägenheterna skapa en helt ny upplevelse för hyresgästen trots att utformningen förblir densamma. Nymålade väggar och transparenta material kan ge en öppenhet i rummet där hyresgästen får känslan av modernitet och det fria rummet, trots att mindre förändringar görs i planen. Samtidigt som den invändigt eftertraktade miljön skapas för boenden, får fastighetsägaren en möjlighet att vidare investera i fastigheten. Potentiella investeringar i omkringliggande utomhusytor, fasader och uppvärmningssystem kan i sin tur skapa ännu större efterfrågan bland boendesökare.

### **3.5.4 Nya lagar och direktiv sätter krav på energiprestanda**

Många fastighetsägare kommer inom en snar framtid behöva vidare investera i sina fastigheter i form av energiprestanda. Europaparlamentet har under det gröna givet tagit fram en förslagsplan för hur delmålet 2030 ska uppnås. Med hjälp av något som benämns 55% paketet (Europeiska rådet, 2022), i paketet återfinns *revision of the energy performance of buildings directive*, som är direktivet gällande just befintliga byggnaders energiprestanda (Cuffe, 2022).

Kravförslagen som presenteras för befintliga bostadsfastigheter är att minst energiprestandaklass F ska uppnås fram tills år 2027 för samtliga byggnader i Europa och minst energiprestandaklass E fram tills år 2033. Detta innebär att 39 % av befintliga flerbostadshus och 32 % av småhusen i Sverige kommer behöva förbättra eller helt och hållet förändra sina energisystem inom elva år för att kunna uppfylla detta kravförslag. En energiklassfördelning av det nuvarande fastighetsbeståndet redovisat i figur 3.5.

Detta kommer i så fall att bli den första typen av klimatinriktade krav på befintliga bostäder vilket sätter press på fastighetsägarna och bostadsbeståndet i sin helhet att sträva efter förbättring. Det ger en indikering på hur viktigt det kommer bli i framtiden att kunna utnyttja de befintliga resurser som finns idag, på ett klimateffektivt sätt.



Figur 3.5. Procentuell fördelning av energiklasser för olika fastighetstyper i Sverige (Boverket, energideklarationsregistret, 2019).

Förslaget för energiprestandadirektivet är ännu inte fastställt och kan komma att ändras. I mailkorrespondens med Boverket kan man med god säkerhet räkna med att beslutet kommer att tas av Europeiska kommissionen tidigast i början på 2023. Efter beslutet så har medlemsländerna 18 månader på sig att implementera direktivet i sina nationella lagstiftningar. För Sverige innebär de förändringar i BBR, PBF och energideklarationsreglerna.

Studien har inte beaktat klimatpåverkan från energianvändning, men området anses ändå relevant i syftet att omfattande klimatrelaterade lagkrav börjar implementeras på befintlig byggnation. Som följd av lagkraven kommer behovet av renoveringar eller ombyggnationer på det befintliga fastighetsbeståndet att öka.

## 4. Fallstudie - Olika arbetsmetoder för lägenhetsrenovering

I fallstudien har olika arbetsmetoder för lägenhetsrenoveringar studerats och gett insikt i hur dessa metoder utförs. I detta kapitel ges en översiktlig presentation av de två arbetsmetoderna som har varit utgångspunkten för LCA-studien.

I samtal med Coreco har studien givits en inblick i hur Boomer-konceptet appliceras på ett renoveringsprojekt. Resultatet från intervjuerna som utförts används som bedömningsunderlag för att klargöra hur en lägenhetsrenovering går till på ett mer traditionellt vis. Som en del av fallstudien gjordes i februari 2022 ett studiebesök hos Holgers Stugmaterial AB i Borås, där avsikten var att på nära håll få en inblick i hur logistiken kring materialleveranser till Corecos Boomer-konceptet hanteras.

### 4.1 Coreco och Boomer-konceptet

Coreco, som grundades 2015, är ett konsultbolag inom kontraktering av byggrelaterade tjänster och material. Företagets huvudsyfte är att arbeta med bygg- och fastighetsbranschens två primära utmaningar, höga produktionskostnader och sektorns stora miljöpåverkan. Coreco vill belysa värdet av ett mer strategiskt arbetssätt att hantera inköp, upphandlingar, investeringar och leverantörsrelationer, allt för att öka produktiviteten, sänka byggkostnader och uppnå ställda miljömål. Coreco erbjuder sina kvalificerade tjänster till företag och offentlig sektor, som tillsammans med beställare skapar leverantörskedjor och kontrakt för nyproduktion och ombyggnation. Genom kontinuerlig kontakt med Coreco under arbetets gång har arbetsmetoden för Boomer-konceptet kunnat förstås.

#### 4.1.1 Boomer-konceptet

Coreco har alltså utformat ett renoveringskoncept som benämns Boomer, konceptet riktar sig mot successionsrenovering av hyreslägenheter där de har en färdigpakterad lösning där projektledning, inköp, material, logistik, entreprenad samt dokumentation och uppföljning ingår och är i processen synkade med varandra. Denna studie ska belysa miljöaspekten av en lägenhetsrenovering och därför är konceptets hantering av material och logistik av extra intresse.

Konceptet förser renoveringsprocessen med projektledning, här hanteras hela skedet från flytt tills att nyckeln återlämnas efter avslutat renoveringsprojekt. Konceptet riktar sig till fastighetsägare av alla slag och bygger på att ett standardval av material, som med viss flexibilitet används i alla lägenheter som renoveras enligt konceptet. Allt ingående material levereras i en 20-fots container, detta genom välplanerad logistik för att minimera onödiga transporter. Materialet levereras av Holgers Stugmaterial i Borås. Materialåtgången bestäms via noggrann inmätning av lägenheten, för att kunna leverera rätt mängd material. Överblivet material skickas tillbaka till materialleverantör och kan sedan användas i nästa projekt, vilket ger en cirkulär hantering av material som minimerar materialavfall. Tillsammans med andra funktioner i konceptet ges projektet certifierade entreprenörer som är utbildade i arbetssättet. Under arbetets gång stöds projektet av system med dokumentation och uppföljning av

ekonomi, tidplaner, besiktningsprotokoll, med mera. Vidare ges fastighetsägaren ett underlag för planering av framtida underhåll.

Holgers Stugmaterial AB, grundat 1967 är en bygghandel belägen i Borås och levererar byggmaterial till byggföretag, kommuner, skolor och privatpersoner. Företaget har idag ca 85 årsanställda och levererar byggmaterial över hela landet men huvudsaklig verksamhet bedrivs i Borås och Göteborg med omnejd.

2017 startades konceptet Holgers Byggvarulogistik, då investerades i en ny lagerbyggnad anpassad för successionsrenoveringar, som sedan starten har försörjt cirka 4000 lägenhetsrenoveringar med material.

Holgers Stugmaterial hanterar inmätningar och leveranser av materialet till Corecos Boomer-koncept. Inmätningar görs med företagets egen programvara som fylls i digitalt på plats vid varje renoveringsprojekt.

Under studiebesöket som gjordes i februari 2022 visades Holgers lagerbyggnad, där allt material som ingår i Boomer-konceptet lagerhålls. Materialet levereras i en 20 fots container som packas i lagerbyggnaden och transporteras med egna lastbilar ut till arbetsplatsen. Byggmaterial, kök, vitvaror, färg samt material för el, VVS, ventilation har sina egna avdelningar i lagerbyggnaden för en effektiv logistik när containrarna packas. Leveransen sker direkt till lossningsplats med lastbilar som kan lastas med tre containrar per leverans. Efter avslutat renoveringsprojekt hämtas containern som innehåller eventuellt överblivet material som entreprenören lagt tillbaka i containern. Material som anses kunna användas i nästa renoveringsprojekt kan sedan packas in i nästa containerleverans, vilket minimerar materialspill.

## **4.2 Traditionell renoveringsmetod**

En traditionell renoveringsmetod för successionsrenoveringar har en stor varians beroende på vem som utför arbetet. Därav har resultatet från utförda intervjuer legat till bakgrund för att generalisera för hur en traditionell renoveringsmetod genomförs.

### **4.2.1 Intervjustudie**

Som en del av fallstudien har olika byggentreprenörers arbetsmetoder för lägenhetsrenoveringar studerats, där tre företag intervjuats. Intervjun utfördes som en semistrukturerad intervju där frågorna var förutbestämda och samma frågor ställdes till samtliga intervjurespondenter där följdfrågor kunde ställas för att ge respondenten möjlighet att fördjupa sig. Frågorna för intervjustudien fokuserar på hantering och logistik rörande material-, transport- och avfallsprocesser under en lägenhetsrenovering. Intervjustudien har gjorts i syfte att användas som bedömningsunderlag för att ge en bild av hur en lägenhetsrenovering går till på ett mer traditionellt vis, jämfört med en lägenhetsrenovering där Corecos Boomer-konceptet används. I kommande avsnitt ges en presentation av intervjurespondenter samt en sammanfattning av resultatet från intervjustudien. För att ta del av vilka frågor som ställdes under intervjun, se bilaga 2.

## 4.2.2 Intervjurespondenter

De tre företagen är alla verksamma inom byggbranschen och utför ROT-projekt, där projektens storlek varierar och utförs för alla typer av beställare. Företagens storlek har medvetet valts att variera för att få en bredare bild av olika arbetssätt för ROT-projekt. En kort beskrivning av de tre intervjurespondenterna följer nedan.

### Intervjurespondent 1

Tre personer deltog i intervjun, i form av projektledare och platschef på ett av Sveriges största byggkoncerner. Koncernens huvudverksamhet omfattar bland annat entreprenad inom bygg och anläggning samt projektutveckling, med huvudsaklig verksamhet i Sverige. Intervjun genomfördes under ett platsbesök på ett av företagets pågående ROT-projekt,

### Intervjurespondent 2

Platschef på mellanstort byggföretag med ca 70 medarbetare. Företaget leder och utför byggentreprenader samt underhåll och utveckling av fastigheter. Företaget erbjuder bland annat tjänster inom nybyggnation, ROT-renoveringar och ombyggnation av exempelvis lägenheter, offentliga lokaler, kontorsmiljöer och sjukhus. Intervjun genomfördes under digitalt videomöte.

### Intervjurespondent 3

Två personer deltog i intervjun, i form av ägare av ett mindre byggföretag med för nuvarande 7 anställda. Företaget utför byggentreprenader i olika storlekar, allt ifrån nybyggnation av villor till mindre ROT-renoveringar. Intervjun genomfördes under ett platsbesök på företagets kontor.

## 4.2.3 Resultat från intervjustudie – Traditionell arbetsmetod vid lägenhetsrenovering

Intervjustudien visar att det är svårt att definiera en generell arbetsmetod när det kommer till lägenhetsrenoveringar, där arbetets utförande beror på många faktorer. Trots variation i arbetssätt har vissa slutsatser dragits för att ge en utgångspunkt för LCA-studien.

Den vanligaste entreprenadformen för successionsrenoveringar är totalentreprenad där entreprenören ansvarar för alla delar av renoveringsprocessen, allt från projektering till utförande och färdigställande av projektet. Även arbeten utförda på löpande räkning är vanligt förekommande, men där det finns någon form av projektbudget. Vem som bär ansvar för inmätningar skiljer sig mellan olika projekt och dess storlek men verkar inte ha någon större betydelse i slutändan gällande hur stor materialåtgången blir. Vid olika typer av ROT-arbeten är osäkerheten större vad som faktiskt behövs utföras för att uppnå överenskommet resultat. Det kan vara svårare att avgöra vad som gömmer sig bakom väggar och golv om inte dokumentation från tidigare insatser finns att tillgå. En av intervjurespondenterna berättar att en invändig totalrenovering av en enskild lägenhet tar i genomsnitt 8 veckor.

Material levereras allt som oftast av leverantör, efter att en beställning av material lagts. I ett generellt fall levereras huvuddelen av material till arbetsplatsen med lastbil från leverantör, detta kompletteras sedan med ytterligare leveranser från leverantör eller att entreprenören själv åker och inhandlar material. Med osäkerheten i vad som faktiskt behövs utföras i ROT-



projekt kan antalet kompletterande transporter öka avsevärt. Ett generellt antal kompletterande transporter har utifrån intervjustudien antagits till 2-3st/vecka. Vart en entreprenör väljer att köpa material anses baseras på två faktorer, närhet till leverantör eller eventuella ramavtal som finns med leverantör. Ramavtal ses vara mer förekommande hos större entreprenörer som utför ett större antal renoveringar. Antalet materielleveranser som sker till ett renoveringsprojekt skiljer sig från fall till fall, det kan i många fall råda platsbrist på arbetsplatsen för lagerhållning vilket gör att fler leveranser krävs.

Hantering av rivningsavfall och avfall från byggspill under arbetets gång sorteras vanligtvis i container eller i ”stor säck” där det finns förordningar hur avfallet ska sorteras.

Tillgängligheten är avgörande för vilken metod som är möjlig. I ett fåtal fall lastas avfall in i entreprenörens egna fordon och körs till återvinning. Överblivet användbart material slängs till stor del, detta på grund av att det är mer kostsamt att lagerhålla eller flytta. Material tas sällan med till nästa projekt när det gäller successionsrenoveringar, då det ofta är många olika modeller, varianter och fabrikat. Generellt blir det dock sällan stora mängder material över, det är rivningsmaterialet och emballage som utgör de största avfallsvolymer.

Viktigt att nämna är att svaren från intervjuerna har för studien tolkats för att ge en representativ och generell bild av ett mer traditionellt arbetssätt för lägenhetsrenoveringar, detta för att ge en så objektiv bild som möjligt av arbetsmetoder som används i branschen idag.

## 5. Resultat från LCA-studie – Klimatpåverkan från lägenhetsreovering

LCA-studien har utförts i syfte att bedöma och redovisa klimatpåverkan från processen med en invändig lägenhetsreovering. Systemgränsen har satts till en enskild lägenhet och begränsats till att beräkna klimatpåverkan, dvs CO<sub>2</sub> ekvivalenter. Genom att studera vedertagna metoder för klimatpåverkansberäkningar, och med stöd av teori- och litteraturstudie samt insamlade data och kunskap på området så har klimatpåverkan från material och transportprocesser vid ett reoveringsprojekt kunnat beräknas. Sammanställning och beräkningar i LCA-studien har gjorts i Microsoft Excel och sedan presenterats i tabeller i kommande avsnitt.

### 5.1 Klimatpåverkansberäkning – Material

Beräkning av klimatpåverkan från det ingående materialet i en lägenhetsreovering har gjorts utifrån informationsmodulen *Produktskede A1-A3* i en LCA. Produktskedet avser produktionen av byggprodukten och resursutnyttjande vid processen då produkten framställs, allt från råmaterialutvinning till transporter, förädling och tillverkning.

Beräkningen har gjorts med utgångspunkt i en materiallista som baseras på ett verkligt scenario av en reovering utförd på en 67 kvm stor lägenhet. Beräkningsresultatet gäller därför en 67 kvm stor lägenhet. Materiallistan har tagits del av från Holger Stugmaterial. Ett urval av material och tillhörande mängd har utifrån materiallistan sammanställts i syfte att representera poster med betydande klimatpåverkan. Grupperingen av materialet har gjorts med hänsyn till att visa klimatpåverkan vid olika åtgärder vid lägenhetsreovering, där läsaren ges möjlighet att se klimatpåverkan för en specifik åtgärd under ett reoveringsprojekt. I studien antas att samma typ och mängd material används i de båda reoveringsmetoderna.

Klimatdata har inhämtats och sammanställts från klimatdatabaser hos Boverket och IVL Svenska Miljöinstitutet. Boverkets klimatdatabas bygger på generiska data som ger ett representativt värde för byggprodukter som används i den svenska byggsektorn. Klimatdata från IVL Svenska Miljöinstitutet har med godkännande hämtats från E2B2-projektet *Arkitektur, materialflöden och klimatpåverkan i bostäder* (Femenías et al., 2016), där grunddata är hämtad ur databasen IVL500.

Hållbarhetsplattformen Prodikt har nyttjats i studien. Nyttjade klimatdata från Prodikts plattform är baserad på generiska data från Boverkets klimatdatabas, men med fördelen att klimatdata presenteras i en mer användarvänlig enhet. Exempel på detta är att i Boverkets klimatdatabas redovisas klimatpåverkan/kg byggprodukt för en viss produkt, medan Prodikt redovisar klimatpåverkan/m<sup>2</sup> byggprodukt vilket har underlättat sammanställningen av klimatdata.

I ett fåtal fall har produktspecifika klimatdata analyserats i form av EPD:er, detta för att komplettera data som inte återfunnits i någon av databaserna. EPD:er har tagits del av från produkttillverkaren Gustavsberg, som finns tillgängliga på tillverkarens webbsida.

Viktigt att notera är att sammanställningen av klimatdata gjorts från flera olika databaser och är framtagna för att övergripande representera byggprodukters klimatpåverkan. Utsläppsfaktorer har i vissa fall varit väldigt begränsat och bör därför inte ses som direkt

applicerbara för alla produkter i ett renoveringsprojekt. Värden för klimatpåverkan bör därför ses med viss reservation och som ett generellt värde för koldioxidutsläpp.

Sammanställning av urval av material och insamlade klimatdata redovisas i tabell 5.1, för att ta del av beräkningar i Microsoft Excel, se bilaga 3.

Tabell 5.1. Sammanställning av material som inkluderats i beräkningen och data för klimatpåverkan från ingående material i en renovering av en 67 kvm stor lägenhet.

Kategori	Antal	Enhet	Klimatpåverkan/enhet (A1-A3) [kg CO <sub>2</sub> -e]	Total klimatpåverkan (A1-A3) [kg CO <sub>2</sub> -e]	Källa
<b>Kök</b>					
Komplett stomme	1	st	188	188	IVL500
Bänkskiva (3,6m) *	1	st	20	20	Boverket/ Produkt
Kakel	2	m <sup>2</sup>	3,4	6,8	IVL500
				<b>214,8</b>	
<b>Kapitalvaror kök</b>					
Kyl	1	st	202	202	IVL500
Frys	1	st	202	202	IVL500
Spis/ugn	1	st	152	152	IVL500
Diskmaskin	1	st	126	126	IVL500
				<b>682</b>	
<b>Badrum</b>					
Kakel	21	m <sup>2</sup>	3,4	71,4	IVL500
Klinker	9	m <sup>2</sup>	2,3	20,7	IVL500
				<b>92,1</b>	
<b>Kapitalvaror badrum</b>					
Toastol	1	st	10	10	IVL500
Duschväggar i glas (2st)	1	par	50	50	IVL500
Duschset+blandare	1	st	7	7	EPD Gustavsberg
Tvättställ+blandare	1	st	8	8	EPD Gustavsberg
				<b>75</b>	
<b>Ekparkett</b>					
	62	m <sup>2</sup>	2,4	<b>148,8</b>	IVL500
<b>Dörrar</b>					
Tamburdörr	1	st	63,5	63,5	Boverket/ Produkt
Innerdörrar	3	st	5,9	17,7	Boverket/ Produkt
				<b>81,2</b>	
<b>Målning **</b>					
Färg	300	m <sup>2</sup>	0,3	90	IVL500
Spackel	130	m <sup>2</sup>	0,3	39	IVL500
				<b>129</b>	
<b>Garderober</b>					
	3	st	21	<b>63</b>	IVL500
<b>Totalt</b>				<b>1447</b>	

\* Klimatdata för 32 mm spånskiva har använts

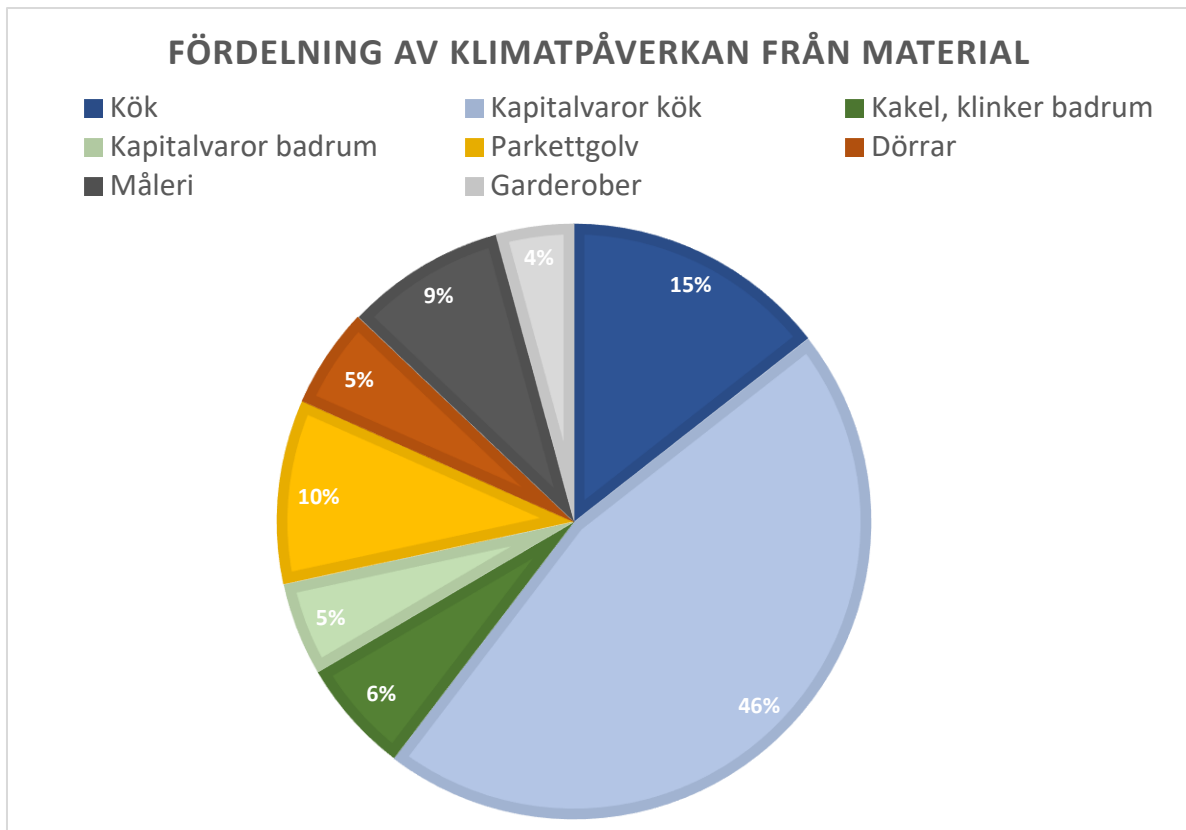
\*\* Följande antagande har gjorts: Färgåtgång: 1 liter/3 m<sup>2</sup>, Spackelåtgång: 1 liter/m<sup>2</sup>

Resultatet från klimatpåverkansberäkningarna för materialet redovisas som total klimatpåverkan per renoveringsprojekt. Beräkning av materialets klimatpåverkan har endast gjorts i syfte att redovisa materialets klimatavtryck och kommer vidare inte att jämföras mellan de olika renoveringsmetoderna.

Resultat från sammanställning och beräkning av klimatpåverkan från det ingående materialet i renovering av en 67 kvm stor lägenhet redovisas i tabell 5.2. Resultatet redovisas även i ett cirkeldiagram, se figur 5.1, som visar procentuell fördelning av klimatpåverkan mellan olika materialkategorier.

*Tabell 5.2. Resultat från klimatpåverkansberäkningen. Visar klimatpåverkan för varje kategori samt total klimatpåverkan från en renovering av en 67 kvm stor lägenhet.*

<b>Kategori</b>	<b>Klimatpåverkan (A1-A3) [kg CO<sub>2</sub>-e]</b>
Kök	214,8
Kapitalvaror kök	682
Badrum	92,1
Kapitalvaror badrum	75
Ekparkett	148,8
Dörrar	81,2
Målning	129
Garderöber	63
<b>Totalt</b>	<b>1447</b>



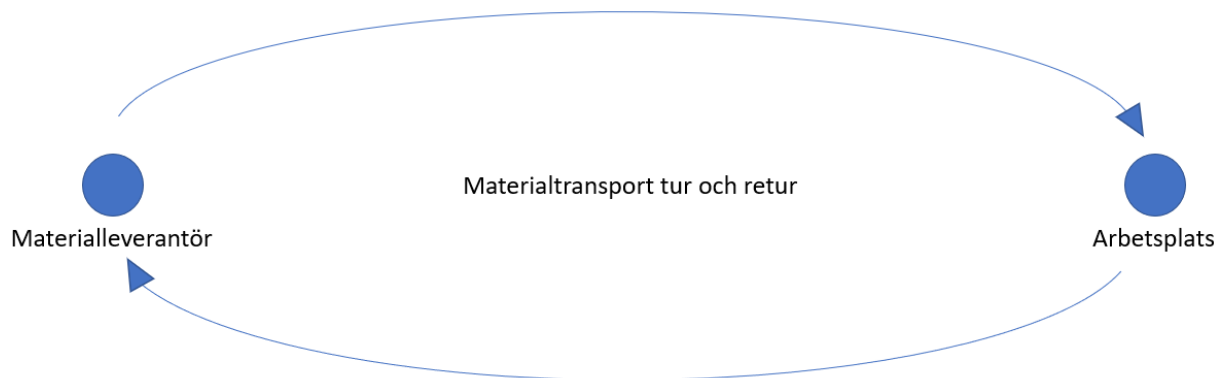
Figur 5.1. Procentuell fördelning av klimatpåverkan från ingående material i en renovering av en 67 kvm stor lägenhet.

Resultat från klimatpåverkansberäkning av materialet gäller för en lägenhetsrenovering av en 67 kvm stor lägenhet. För att resultatet ska kunna appliceras på projekt av annan storlek redovisas även klimatpåverkan/m<sup>2</sup> i tabell 5.3.

Tabell 5.3. Koldioxidekvivalenter per kvm från materialet applicerat i renoveringen

	[kg CO <sub>2</sub> -e/m <sup>2</sup> ]
<b>Materialets klimatpåverkan/m<sup>2</sup></b>	21,6

## 5.2 Klimatpåverkansberäkning – Transporter



Figur 5.2. Förenklat flödesschema för transportprocessen vid materialleveranser.

Beräkning av klimatpåverkan från transportprocesser för de två renoveringsmetoderna har gjorts utifrån två huvudfall som ansatts i syfte att representera hur transportprocessen går till i respektive renoveringsmetod. I de båda fallen inkluderas endast transporter av materialet tur och retur mellan materialleverantör och arbetsplatsen, enligt figur 5.2. Hänsyn tas alltså inte till tidigare skeden i transportkedjan som importprocesser och inrikes distributionstransporter. De två huvudfallen har ansatts utifrån resultat från intervjustudie samt samtal med Coreco och Holgers Stugmaterial i Borås för att i största möjliga mån representera verkliga scenarion av transportprocesser i de båda renoveringsmetoderna.

Fall 1: Transporter från Holgers Stugmaterial i Boomer-konceptet.

Fall 2: Transporter när material inhandlas på orten.

### 5.2.1 Beräkningsförutsättningar

Med resultat från intervjustudie, samtal med Coreco samt Holgers Stugmaterial har följande antaganden gjorts för att kunna genomföra beräkningar av klimatpåverkan från transporter vid leveranser av material till en lägenhetsrenovering.

- Det sker generellt 8 leveranser av material under ett renoveringsprojekt utfört med traditionell arbetsmetod. Leveranserna benämns i studien som disciplintransporter och representerar en leverans per följande disciplin:
  - Byggvaror
  - Golv
  - Måleri
  - Kakel, klinker, badrumsporslin
  - El
  - VVS
  - Vitvaror
  - Kök

- En invändig totalrenovering av en lägenhet tar generellt åtta veckor att genomföra med en traditionell arbetsmetod.
- Antalet kompletterande transporter antas till 2,5/vecka, vilket ger att 20 kompletterande transporter sker under ett renoveringsprojekt (8 veckor) utfört med traditionell arbetsmetod. Dessa transporter innebär att ytterligare transporter sker utöver disciplintransporterna, där dessa beror på att kompletterande materialinköp är nödvändiga.
- Varje lastbilstransport från Holgers Stugmaterial förser i genomsnitt 2,61 lägenheter/transport, där lastbilarna uteslutande drivs med HVO100.

### 5.2.2 Drivmedelsförbrukning:

För att kunna utföra beräkning av klimatpåverkan från transportprocessen i de båda fallen har förbrukningsdata tagits del av och gett beräkningen bestämmande information gällande snittförbrukning. Snittförbrukningen gäller inte för ett specifikt fordon utan har tagits fram med hänsyn till att representera ett genomsnitt för drivmedelsförbrukning. Snittförbrukningen har använts som ingångsvärde för beräkningar av transporter med lastbil samt transportbil i båda fallen. Med transportbil menas ett fordon som entreprenör nyttjar som arbetsbil. Transportbilen kan nyttjas för persontransporter och har lastutrymme för materialtransporter, exempel på modell är Mercedes Sprinter. Snittförbrukningen redovisas i tabell 5.4.

Snittförbrukning för lastbil respektive transportbil är hämtad från en rapport av Trafikanalys, där förbrukningsdata grundas på uttag från *Handbook emission factors for road transport: HBEFA* (Trafikanalys, 2017).

Tabell 5.4. Snittförbrukningar för lastbil respektive transportbil vid tätort- och landsvägskörning (Trafikanalys, 2017).

Fordon	Förbrukning landsväg [liter/km]	Förbrukning tätort [liter/km]
Lastbil	0,339	0,452
Transportbil	0,066	0,071

### 5.2.3 Växthusgasutsläpp från olika typer av drivmedel

Tre drivmedel har valts ut att ingå i beräkningen för klimatpåverkan från transporter. Växthusgasutsläpp (CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) från olika typer av drivmedel har tagits del av. Olika drivmedel har valts ut att ingå i beräkningen på grund av osäkerhet i vilka typer av drivmedel som används av aktörer som utför materialleveranser vid en traditionell arbetsmetod. Urvalet av drivmedel har gjorts utifrån en rapport av Trafikanalys (Trafikanalys, 2019), där hänsyn har tagits till att representera vanliga drivmedel som används i transportsektorn samt ett mer miljövänligt alternativ som främjar en omställning mot klimatneutralitet i bygg- och fastighetssektorn.

Data för växthusgasutsläpp är hämtade från Energimyndigheten. Beräkningsmodellen för framtagandet av data tillämpas enligt förnybartdirektivet, som återfinns i svensk lagstiftning genom hållbarhetslagen (Energimyndigheten, 2021). Växthusgasutsläpp för de olika

drivmedlen beräknas över hela livscykeln. Beräkningsmodellen innebär att utsläpp från hela tillverkningsprocessen är medräknat, samt koldioxidutsläppen från förbränningen av de fossilbaserade komponenterna i drivmedlet. Metoden är även känd som "well-to-wheel" och representerar ett drivmedels växthusgasutsläpp per energiinnehåll, utan att ta hänsyn till vilket fordon som drivmedlet används i. I framtagningen av data har Energimyndigheten utgått från en genomsnittlig andel biokomponent i drivmedlet, samt antagit den förnybara andelens sammansättning. Växthusgasutsläpp från urvalet av drivmedel redovisas i tabell 5.5.

Tabell 5.5. Växthusgasutsläpp från ett urval av drivmedel presenteras som ett genomsnittligt utsläppsvärde per liter förbrukat drivmedel (Statens energimyndighet, 2020).

Drivmedel	kg CO <sub>2</sub> -eq/liter
Bensin MK1	2,86
Diesel MK1	2,68
HVO100	0,70

### 5.3 Beräkning av klimatpåverkan från transporter - Fall 1

Vid beräkning av transportsträckor för fall 1, då materialet levereras från Holgers Stugmaterial i Borås har fem städer valts ut för att ingå i klimatberäkningen.

Transportsträckor till respektive stad har sammanställts, där städerna har valts med hänsyn till att få en geografisk spridning i landet och är platser dit leveranser sker idag. Urvalet av städer tillsammans med tur och retur transportsträckor redovisas i tabell 5.6.

Tabell 5.6. Urval av städer som ingår i beräkningen av klimatpåverkan från transporter i Corecos Boomer-koncept tillsammans med tur och sträckor.

Transport från Borås-tur och retur till:	Transportsträcka, tur och retur [km]
Göteborg	140
Malmö	540
Stockholm	860
Linköping	440
Karlstad	520

För fall 1 görs beräkningen med förutsättningen att transporter sker med lastbil och snittförbrukningen antas för landsvägskörning till 0,339 liter/km. Förbrukat drivmedel till respektive stad redovisas i tabell 5.7.

Tabell 5.7. Förbrukat drivmedel vid transport från Borås tur och retur till respektive stad.

Transport från Borås-tur och retur till:	Avstånd [km]	Förbrukat drivmedel [liter]
Göteborg	140	47
Malmö	540	183
Stockholm	860	292
Linköping	440	149
Karlstad	520	176



Data för växthusgasutsläpp används sedan för att beräkna klimatpåverkan per lastbilstransport till respektive stad. Beräkningarna gör med urvalet av tidigare presenterade drivmedel. Klimatpåverkan per lastbilstransport redovisas i tabell 5.8.

*Tabell 5.8. Sammanställning av klimatpåverkan per lastbilstransport i Corecos Boomer-koncept till respektive stad för ett urval av drivmedel.*

<b>Drivmedel</b>	<b>Stad</b>	<b>Klimatpåverkan [kg CO<sub>2</sub>-eq]</b>
Bensin MK1	Göteborg	134
	Malmö	523
	Stockholm	835
	Linköping	426
	Karlstad	503
Diesel MK1	Göteborg	126
	Malmö	490
	Stockholm	783
	Linköping	400
	Karlstad	472
HVO100	Göteborg	33
	Malmö	128
	Stockholm	204
	Linköping	104
	Karlstad	123

Holgers Stugmaterial i Borås levererar material till renoveringsprojekt som utförs med Boomer-konceptet, där lastbilstransporterna i genomsnitt levererar 2,61 containrar/transport. Holgers lastbilar drivs uteslutande med HVO100. Klimatpåverkan redovisas för transporter till ett urval av städer och som den totala klimatpåverkan uppkommen från transportprocessen för ett enskilt renoveringsprojekt i tabell 5.9.

*Tabell 5.9. Klimatpåverkan från transportprocessen i en lägenhetsrenovering utförd med Boomer-konceptet. Redovisas för ett enskilt renoveringsprojekt i respektive stad, där lastbilstransporter drivs med HVO100.*

<b>Transport från Borås till:</b>	<b>Klimatpåverkan/projekt [kg CO<sub>2</sub>-eq]</b>
Göteborg	13
Malmö	49
Stockholm	78
Linköping	40
Karlstad	47

## 5.4 Beräkning av klimatpåverkan från transporter - Fall 2

Antal transporter:

Med beräkningsförutsättningar i avsnitt 5.2 antas antal transporter för respektive fordonstyp per renoveringsprojekt vid traditionell arbetsmetod.

Lastbil: x 4st disciplintransporter

Transportbil: x 4st disciplintransporter

x 20st kompletterande transporter

Vilken fordonstyp som används för respektive materialdisciplin har antagits utifrån resultat från intervjustudie och litteraturstudien. Större materielleveranser som byggvaror, kakel, klinker, badrumsporslin, vitvaror samt kök antas levereras med lastbil. Golv, färg samt el- och VVS-produkter tar inte lika stora volymer i anspråk och antas därför levereras med transportbil. Transportmetod för respektive materialdisciplin presenteras i tabell 5.10.

Tabell 5.10. Transportmetod för respektive materialdisciplin.

Transportmetod	
Lastbil	Byggvaror
	Kakel, klinker, badrumsporslin
	Vitvaror
	Kök
Transportbil	Golv
	Färg
	El
	VVS

### 5.4.1 Transportsträckor

Vid beräkning av transportsträckor för fall 2, då material antas inhandlas i närområdet har en tillgänglighetsanalys genomförts. Med utgång från en central punkt i städerna har avstånd till närmaste leverantör tagits fram. Val av leverantör har gjorts utifrån etablerade välkända butiker och grossister, med antagandet att det där handlas störst volymer. Avståndet till fem leverantörer inom varje disciplin har tagits fram i syfte att representera ett medelvärde på den sträcka som materialet transporteras från leverantör till arbetsplats.

Medelavstånden som bestämts genom tillgänglighetsanalysen presenteras som tur- och retursträckor mellan materialleverantör och arbetsplats i tabell 5.11.

För att ta del av tillgänglighetsanalysen i sin helhet, se bilaga 1.

Tabell 5.11. Medelavstånd från tillgänglighetsanalys för respektive disciplin.

Disciplin	Medelavstånd-Kort [km]	Medelavstånd [km]	Medelavstånd-Lång [km]
Byggvaror	8,0	13,2	21,2
Golv	8,0	10,4	17,2
Färg	6,0	9,2	12,0
Kakel, klinker, badrumsporslin	9,2	14,0	18,0
El	7,6	11,2	15,2
VVS	7,2	9,8	13,6
Vitvaror	7,6	13,0	17,6
Kök	10,0	13,2	20,8
<b>Alla discipliner</b>	<b>8,0</b>	<b>11,8</b>	<b>17</b>

**Medelavstånd-Kort:** Medelavstånd mellan närmast liggande leverantör och central punkt i staden, genomsnitt av avstånd i de fem presenterade städerna.

**Medelavstånd-Lång:** Medelavstånd mellan leverantör längst bort från central punkt i staden, genomsnitt av avstånd i de fem presenterade städerna.

**Medelavstånd:** Medelavstånd mellan leverantör och central punk i staden, genomsnitt av avstånd i de fem presenterade städerna.

Tillgänglighetsanalysen visar en spridning av sträckor som materialet transporteras mellan materialleverantör och arbetsplats. Spridningen redovisas i tabell 5.12 som kortaste, medel och längsta transportsträcka som körs i ett renoveringsprojekt.

Tabell 5.12. Spridning av transportsträckor för respektive transportmetod. Presenteras som total transportsträcka per renoveringsprojekt.

Transportmetod	Kortaste transportsträcka totalt/projekt [km]	Längsta transportsträcka totalt/projekt [km]	Medel transportsträcka totalt/projekt [km]
Lastbil	32	68	47
Transportbil	192	408	283
<b>Totalt</b>	<b>224</b>	<b>476</b>	<b>330</b>

### 5.4.3 Transportscenario

För att ge studien ett jämförbart resultat för transporter i fall 2 har ett transportscenario antagits.

Det sker 4 disciplintransporter med lastbil och snittförbrukningen antas för tätortskörning till 0,452 liter/km.

Det sker 4 disciplintransporter samt 20 kompletterande transporter med transportbil och snittförbrukningen antas för tätortskörning till 0,071 liter/km.

Utifrån transportscenariot beräknas sedan klimatpåverkan per projekt för de tre drivmedlen som valts att ingå i beräkningarna. Resultatet redovisas som lägsta, högsta och genomsnittlig klimatpåverkan per renoveringsprojekt i tabell 5.13-5.16.

### Fall 2.1

Tabell 5.13. Mest sannolika transportscenario med *bensin MKI* som drivmedel.

Transportmetod	Lägsta klimatpåverkan /projekt [kg CO <sub>2</sub> -eq]	Högsta klimatpåverkan /projekt [kg CO <sub>2</sub> -eq]	Genomsnittlig klimatpåverkan /projekt [kg CO <sub>2</sub> -eq]
Lastbil	41	88	61
Transportbil	39	83	57
<b>Totalt</b>	<b>80</b>	<b>171</b>	<b>118</b>

### Fall 2.2

Tabell 5.14. Mest sannolika transportscenario med *diesel MKI* som drivmedel.

Transportmetod	Lägsta klimatpåverkan /projekt [kg CO <sub>2</sub> -eq]	Högsta klimatpåverkan /projekt [kg CO <sub>2</sub> -eq]	Genomsnittlig klimatpåverkan /projekt [kg CO <sub>2</sub> -eq]
Lastbil	39	82	57
Transportbil	37	78	54
<b>Totalt</b>	<b>76</b>	<b>160</b>	<b>111</b>

### Fall 2.3

Tabell 5.15. Mest sannolika transportscenario med *HVO100* som drivmedel.

Transportmetod	Lägsta klimatpåverkan /projekt [kg CO <sub>2</sub> -eq]	Högsta klimatpåverkan /projekt [kg CO <sub>2</sub> -eq]	Genomsnittlig klimatpåverkan /projekt [kg CO <sub>2</sub> -eq]
Lastbil	10	22	15
Transportbil	10	20	14
<b>Totalt</b>	<b>20</b>	<b>42</b>	<b>29</b>

Resultatet från klimatpåverkansberäkningarna redovisas som lägsta, högsta och genomsnittlig klimatpåverkan per renoveringsprojekt (kg CO<sub>2</sub>-e/projekt) för ett urval av drivmedel i tabell 5.16. Redovisningen från lägsta till högsta klimatpåverkan görs med hänsyn till variation av transportsträckor som tillgänglighetsanalysen visade.

Tabell 5.16. Klimatpåverkan från transportprocessen i en lägenhetsrenovering utförd med traditionell arbetsmetod. Redovisas för ett enskilt renoveringsprojekt för ett urval av drivmedel.

<b>Drivmedel</b>	<b>Lägsta klimatpåverkan /projekt [kg CO<sub>2</sub>-eq]</b>	<b>Genomsnittlig klimatpåverkan /projekt [kg CO<sub>2</sub>-eq]</b>	<b>Högsta klimatpåverkan /projekt [kg CO<sub>2</sub>-eq]</b>
Bensin MK1	80	118	171
Diesel MK1	76	111	160
HVO100	20	29	42

## 6. Resultat från litteraturstudie - Klimatpåverkan från avfallsprocessen vid en lägenhetsrenovering

I litteraturstudien har olika källor studerats för att ge studien underlag att kunna redovisa vilken typ av klimatpåverkan avfallsprocessen vid en lägenhetsrenovering ger upphov till. Litteraturen som tagits del av förklarar olika metoder för avfallshantering, data för avfallsmängder samt hur indelningen av avfallsfraktioner ska ske.

Vid en lägenhetsrenovering kan det uppkomma olika typer av avfall. De stora volymerna utgörs av rivningsavfall men även byggspill och emballage behöver beaktas som avfall.

### 6.1 Avfallssortering

Hur sorteringen av avfall ska ske är sällan en självklarhet. Ett urval av material som kan förekomma vid en lägenhetsrenovering presenteras i tabell 6.1 och kan ses som en referens för hur avfallshanteringen kan se ut i ett verkligt renoveringsprojekt. Fraktionsindelningen baseras på avfallsförordningens lagkrav och rekommendationer (Sveriges riksdag, 2020).

Tabell 6.1. Materialsortering av rivningsmaterial och byggspill i avfallsfraktioner.

Fraktion	Sorteras i fraktion	Får inte sorteras i fraktion
Konstruktionsmaterial	Tegel, betong, kakel, klinkers, porslin, puts	Isoleringsmaterial, sanitetsporcelain
Trä	Rivningsvirke, emballage, brädor, möbler i trä utan metall	Reglar med gips, impregnerat trä, trämöbler med metall.
Skrot och metall	Metall	Vitvaror, elektronik
Gips	Använt gips, gipsspill	Gipsväggar med reglar kvar
Plast	Plastförpackningar, emballage, transport- & bubbfilm.	Cellplast (frigolit), plastband
Glas	Rent glas utan ram, flaskor	Fönster med ram (glaskrossning får ej ske på arbetsplats)
Brännbart avfall	Papper, Cellplast, mjukplast (påsar), kartong	Brännbart används vid fall att materialet inte går att slänga i resterande fraktioner
Kommunalt avfall	Hushållsavfall	Rivningsavfall, byggspill.
Isolering	Alla typer av isolering	Gips

Wellpapp	Wellpapp	Annat papper, kartong.
Vitvaror	Kyl, Frys, tvättmaskin, torktumlare, diskmaskin	Vitvaror behandlas separat från annat avfall.
Elektronik	Elkablar, elapparater, vägguttag.	Lysrör, glödlampor
Farligt avfall	Farliga avfall hanteras separat	

## 6.2 Klimatpåverkan från avfallet

För att undersöka klimatpåverkan från olika återvinningsmetoder hämtas värden från figur 3.2, där resultatet visar klimatpåverkan i form av koldioxidutsläpp från återvinningen av detta avfall. Resultatet ställs sedan i jämförelse med koldioxidutsläpp som produktion med nya råvaror hade gett upphov till (Hillman et al., 2015).

Hamnar materialet i någon av fraktionerna förutsätts det att det inte kan återanvändas. Fraktionerna är indelade enligt lagkrav och rekommendationer från avfallsförordningen (2020:614) §10 övriga fraktioner som kan finnas på en byggarbetsplats beaktas ej. Klimatpåverkan från återvinningen av fraktionerna redovisas i tabell 6.2.

Tabell 6.2. Återvinningsmetoder för avfallsfraktioner och dess klimatpåverkan.

Fraktion	Kategori	Klimatpåverkan
Konstruktionsmaterial	Materialåtervinning	Koldioxidutsläpp i nedbrytning av materialen. Utökad klimatpåverkan om materialet är förorenat.
Deponi	Ingen återvinning	Koldioxidutsläpp och kemikalier/ämnen i mark.
Gips	Materialåtervinning eller Ingen återvinning	Försurande utsläpp vid förbränning. Utsläpp vid deponering. Materialåtervinning ger ingen negativ klimatpåverkan. Nuvarande återvinningsgrad för gips 20%.
Glas	Materialåtervinning eller Ingen återvinning	Materialåtervinning: Utsläpp från smältprocessen 41 % mindre än produktion med ny råvara. Rent glas kan återvinnas flera gånger,

Plast	Materialåtervinning eller energiåtervinning	Utsläpp vid återvinning med besparing på 37 % jämfört med produktion med ny råvara. Energiåtervinning i stället för materialåtervinning ger 55 % större koldioxidutsläpp.
Metall	Materialåtervinning eller Ingen återvinning	Materialåtervinning aluminium, stål 96 %, resp. 87 % lägre koldioxidutsläpp jämfört med ny råvara. Alla typer av metaller kommer ha lägre koldioxidutsläpp jmf med ny råvara vid materialåtervinning, exakt data saknas.
Kommunalt avfall	Energiåtervinning	Koldioxidutsläpp från förbränning till energiåtervinning.
Elektronik	Materialåtervinning och/eller Ingen återvinning	Materialåtervinning efter bearbetning av komponenter sker i metall/plast, påverkan enligt fraktioner ovan.
Vitvaror	Materialåtervinning och energiåtervinning	Materialåtervinning efter bearbetning av komponenter sker i metall/plast/glas, påverkan enligt fraktioner ovan. Potentiellt utsläpp av freoner.
Trä	Materialåtervinning eller energiåtervinning	Utsläpp vid förbränning för energiåtervinning. Besparing av träråvara vid återvinning.

*Kommentar: "Ingen återvinning" innebär att fraktionen deponeras. Detta innebär störst klimatpåverkan, dels på grund av utsläpp som sker vid nedbrytning av deponiavfall, men också klimatpåverkan som tillkommer på grund av behovet att använda nya råvaror för produktion.*

Alla avfallsfraktioner har i olika utsträckning en påverkan på klimatet. Vilken typ av material som slängs i de olika fraktionerna avgör vilken typ av återvinningsmetod som är möjlig. En gipsskiva har exempelvis möjlighet att materialåtervinnas medan en gipsskiva med regler kommer att deponeras då materialåtervinningsprocessen inte är tillräckligt utvecklad för att separera gips från trä.

I enlighet med avfallstrappan är materialåtervinning och energiåtervinning prioriterat efter återanvändning. I proportion till att nyttja nya resurser för att tillverka material är det avsevärt mycket bättre, ur klimataspekten, att materialåtervinna. Energiåtervinning förser en stor andel av svensk fjärrvärme och elproduktion, däremot finns det bättre lämpade fraktioner för energiåtervinning än de som antas ingå i en lägenhetsreovering, exempelvis hushållsavfall.



Samtliga förbränningsprocesser skapar restprodukter där få uppfyller någon användning, restprodukter och slam bildas av inerta material och går till deponi.

### 6.3 Tolkning av resultat från litteraturstudie

Med förutsättningen att alla fraktioner sorterats korrekt i enlighet med tabell 6.1 och behandlats enligt avfallstrappan kommer huvuddelen av materialet kunna undgå deponering. Avfall från en lägenhetsreovering kan bestå av trä (kök, parkett, dörrar, garderober, emballage), kakel och klinker, och plast (plastmattor, emballage och plastdetaljer). Med bakgrund mot arbetets LCA-studie, där det ingående materialet i en lägenhetsreovering presenteras ses att majoriteten av avfallet som uppkommer vid en reovering hamnar på energiåtervinning på grund av oförmågan att materialåtervinna de största fraktionerna. Träprodukter materialåtervinns som flisor med vilket det kan skapas nya trämaterial, men den större andelen av flisorna går till energiåtervinning. Energiproduktion med träavfall kommer ge upphov till koldioxidutsläpp. Kakel och klinkers har ingen förmåga att vare sig material- eller energiåtervinnas, de fraktioneras som konstruktionsmaterial som anses ha en lägre påverkan på klimatet så länge som avfallet inte är förorenat.

Allt plastavfall som uppkommer har möjligheten att materialåtervinnas så länge de är av typen HDPE, PE eller PET, som är återvinningsbara plastprodukter. Om plastprodukter går till energiåtervinning tillkommer höga koldioxidutsläpp i jämförelse med andra fraktioner. Elektronikavfall som uppkommer kan materialåtervinnas med god marginal med förutsättningen att fraktionen behandlats separat.

Resultatet för LCA-studien visar även att vitvaror står för en betydande del av den totala klimatpåverkan vid en lägenhetsreovering. Eftersom vitvarorna ska behandlas separat på en avfallsanläggning och innehåller material som har hög potential för materialåtervinning ger inte avfallshandling av vitvaror en betydande klimatpåverkan. Om vitvarorna under någon omständighet skulle behandlas i någon annan fraktion kommer klimatpåverkan öka avsevärt. Exempelvis på grund av freoninnehållet i äldre produkter, läckage av freoner leder till att fraktionen inte skulle kunna återvinnas. Därav rekommendationer om separat behandling för vitvaror.

För att ta vara på möjligheten att minimera deponiavfall från reoveringsavfall bör avfallshandlingen på arbetsplatsen ske enligt avfallsförordningens krav och rekommendationer. Den avgörande faktorn blir att sortera rätt material i rätt fraktion samt att hantera avfall som ska sorteras separat på rätt sätt.

## 7. Analys

I analysen tolkas resultaten från LCA-studien samt litteraturstudien, där klimatpåverkan från material samt transport- och avfallsprocessen vid en lägenhetsrenovering sätts i jämförelse mellan metoderna. Detta för att kunna besvara frågeställningar kring vilka skillnader som kan tillkomma mellan de olika renoveringsmetoderna samt vilka poster som ger en betydande klimatpåverkan.

### 7.1 Skillnader i klimatpåverkan mellan Boomer-konceptet och traditionell arbetsmetod

För att redogöra för skillnader i klimatpåverkan mellan de två renoveringsmetoderna riktas fokus mot en sammanställning av de båda metodernas klimatpåverkan från transporter baserat på LCA-studien, se tabell 5.9 och tabell 5.16. I kapitlet redogörs även skillnader mellan metodernas hantering av avfall och materialspill ses som en skillnad av betydelse.

#### 7.1.1 Transportprocessen visar tydliga skillnader

Klimatpåverkan från transportprocesserna i de två studerade metoderna är där det går att peka på de största skillnaderna. Renoveringsmetodernas klimatpåverkan från transporter redovisas i tabell 7.1.

*Tabell 7.1. Klimatpåverkan från transportprocesser i en lägenhetsrenovering utförd med Boomer-konceptet. Redovisas för ett enskilt renoveringsprojekt i respektive stad, där lastbilstransporter drivs med HVO100.*

*Klimatpåverkan från transportprocessen i en lägenhetsrenovering utförd med traditionell arbetsmetod, där material inhandlas i närområdet. Redovisas för ett enskilt renoveringsprojekt för ett urval av drivmedel.*

Transporter	Klimatpåverkan/projekt [kg CO <sub>2</sub> -eq]
<b>Boomer-konceptet: Från Borås till: (drivmedel: HVO100)</b>	
Göteborg	13
Malmö	49
Stockholm	78
Linköping	40
Karlstad	47
	<b>Genomsnittlig klimatpåverkan/projekt [kg CO<sub>2</sub>-eq]</b>
<b>Traditionell arbetsmetod</b>	
Bensin MK1	118
Diesel MK1	111
HVO100	29

I fallet då traditionell arbetsmetod används, alltså när material inhandlas i närområdet till arbetsplatsen visar resultatet att den genomsnittliga klimatpåverkan generellt är mycket högre.

I scenariot då alla materialtransporter i det traditionella fallet skulle ske med HVO100 visar resultatet att klimatpåverkan i samma storleksordning uppkommer vid materielleverans till Linköping i fallet med Boomer-konceptet.

I litteraturstudien gavs uppfattningen att fordon som förser renoveringsprojekt med material drivs till största del av diesel. En rapport från Trafikanalys visar att mer än 90 procent av tung lastbilstrafik i Sverige är dieseldrivna (Trafikanalys, 2019). Om i stället resultatet för diesel analyseras i fallen med traditionell arbetsmetod ses att vederbörande är betydligt högre än samtliga analyserade städer i Boomer-konceptet.

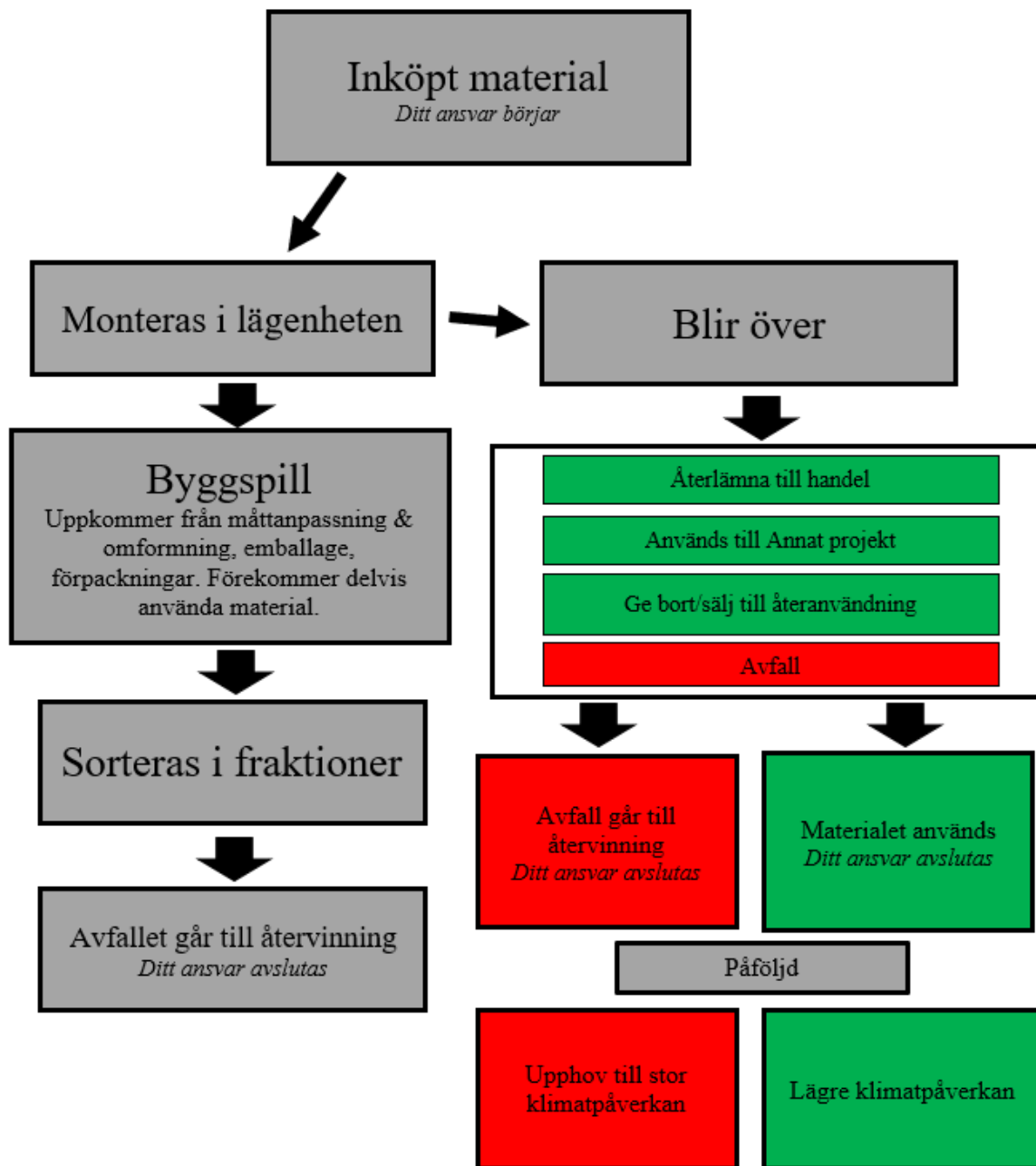
Vid vidare analys ges att klimatpåverkan från transporter med diesel i fallet med traditionell arbetsmetod ger samma klimatpåverkan som en transport 60 mil från Borås med Boomer-konceptet.

### **7.1.2 Skillnader i materialanvändning och uppkommit avfall**

I resultatet från intervjustudien gavs uppfattningen att det är vanligt förekommande att överblivet användbart material slängs vid en traditionell arbetsmetod. Anledningen är att det är mer kostsamt att lagerhålla eller flytta. Möjligheten att ta med material till nästa projekt är dessutom begränsad. Detta på grund av att det ofta är många olika modeller, varianter och fabrikat på material, vilket gör att det inte lämpar sig att använda igen. Intervjurespondenterna berättade dock att om möjligheten finns att överblivet material kan användas i andra projekt så görs givetvis detta i största möjliga mån. Intervjurespondenterna berättade även att det kan vara svårt att veta innan projektet startar hur mycket material som kommer behövas just vid styckevisa lägenhetsrenoveringar.

Även coronapandemin har försvårat konceptet ”just in time” där brist på varor och försenade leveranser är konsekvenser av pandemin. Oavsett arbetsmetod eftersträvas alltid att ha tillgång till material och resurser när dessa behövs. Detta har resulterat i att entreprenörer i stället behöver beställa för mycket material, för att inte riskera att stå utan. Därför anses det vid traditionell arbetsmetod vara mer förekommande att ha material över efter avslutat projekt, vilket leder till större avfallsmängder än i Boomer-konceptet. Det finns fler faktorer som kan resultera att material blir över vid ett projekt. Exempelvis slarvig inmätning, brist på kunskap och oansvarighet hos personen som hanterar materialet, vilket kan leda till skador på materialet samt oönskade mängder materialspill.

För att ge en generell översikt av materialets väg från handel till avfallshantering redovisas ett flödesschema för materialanvändning i ett traditionellt arbetssätt i figur 7.1. Flödesschemat har gjorts utifrån insamlad kunskap i intervjustudie samt litteratur och bör ses som ett generellt fall för materialanvändningen.

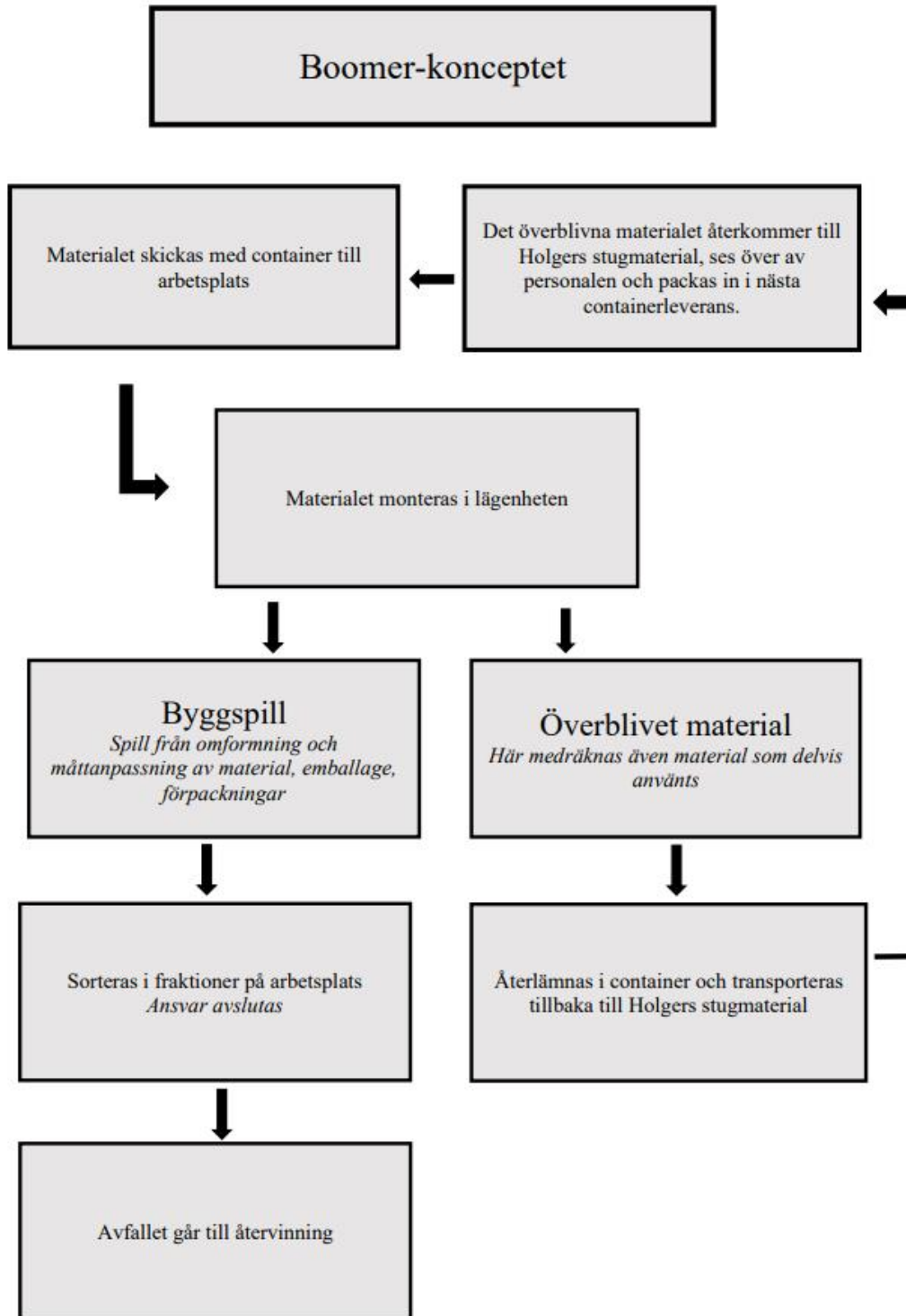


Figur 7.1. Flödesschema för materialanvändningen vid en traditionell arbetsmetod.

Materialåtgången i Boomer-konceptet bestäms genom inmätning med ett specialanpassat verktyg som enligt Coreco har en hög träffsäkerhet när det gäller att bestämma mängd material till en lägenhetsrenovering. Att redan i tidigt skede lägga stort fokus på en noggrann inmätning innebär att överblivet material reduceras. Boomer-konceptet eftersträvar att skicka ut så exakta mängder material som möjligt, vilket vidare ger att entreprenören inte kan hantera material på ett slösaktigt sätt. Dock ges möjligheten att leverera lite ”extra” material, då överblivet material går tillbaka i returcontainern och kan användas i nästa projekt, vilket minimerar uppkommet avfall. Även material som delvis använts går som retur i containern, som exempelvis halvfulla brukssäckar, öppnade färgburkar eller installationslådor med skruv och beslag. När materialet kommer tillbaka till Holgers Stugmaterial ses materialet över av

personalen och kan sedan packas för nästa leverans. Denna hantering påvisar att materialet används på ett effektivt sätt och mängden material som slängs minskas avsevärt.

En generell översikt av materialanvändningen redovisas som ett flödesschema för Boomer-konceptet i figur 7.2.



Figur 7.2. Flödesschema för materialanvändningen i Boomer-fallet

Från platsbesöket tilldelades information om att Holgers stugmaterial även har en handelsbutik öppen för allmänheten där det finns möjlighet att fynda mindre volymer byggmaterial. Försäljning sker av varor som återkommer i containrarna men som av olika anledningar inte är lämpade för nästa projekt. Denna återanvändning är något som flera kommuner runt om i Sverige försökt implementera på sina återvinningsanläggningar, detta för att öka möjligheten till att minimera byggavfall.

### 7.1.3 Hotspots – Vad ger upphov till störst klimatpåverkan?

För att klimatpåverkan från material och transporter ska sättas i perspektiv till varandra, redovisas en sammanställning av klimatpåverkansberäkningarna i tabell 7.2. Variationen i klimatpåverkan från transporter redovisas med hänsyn till olika scenarion och förutsättningar i LCA-studien.

*Tabell 7.2. Klimatpåverkan från material samt transportprocesser för de båda renoveringsmetoderna. Klimatpåverkan redovisas för ett enskilt renoveringsprojekt, där klimatpåverkan från transporter redovisas med variation på grund av resultat från LCA-studie.*

	Klimatpåverkan/projekt [kg CO <sub>2</sub> -eq]
<b>Boomer-konceptet</b>	
Material	1447
Transporter	13-78
<b>Traditionell arbetsmetod</b>	
Material	1447
Transporter	20-171

### 7.1.4 Hotspots - Material

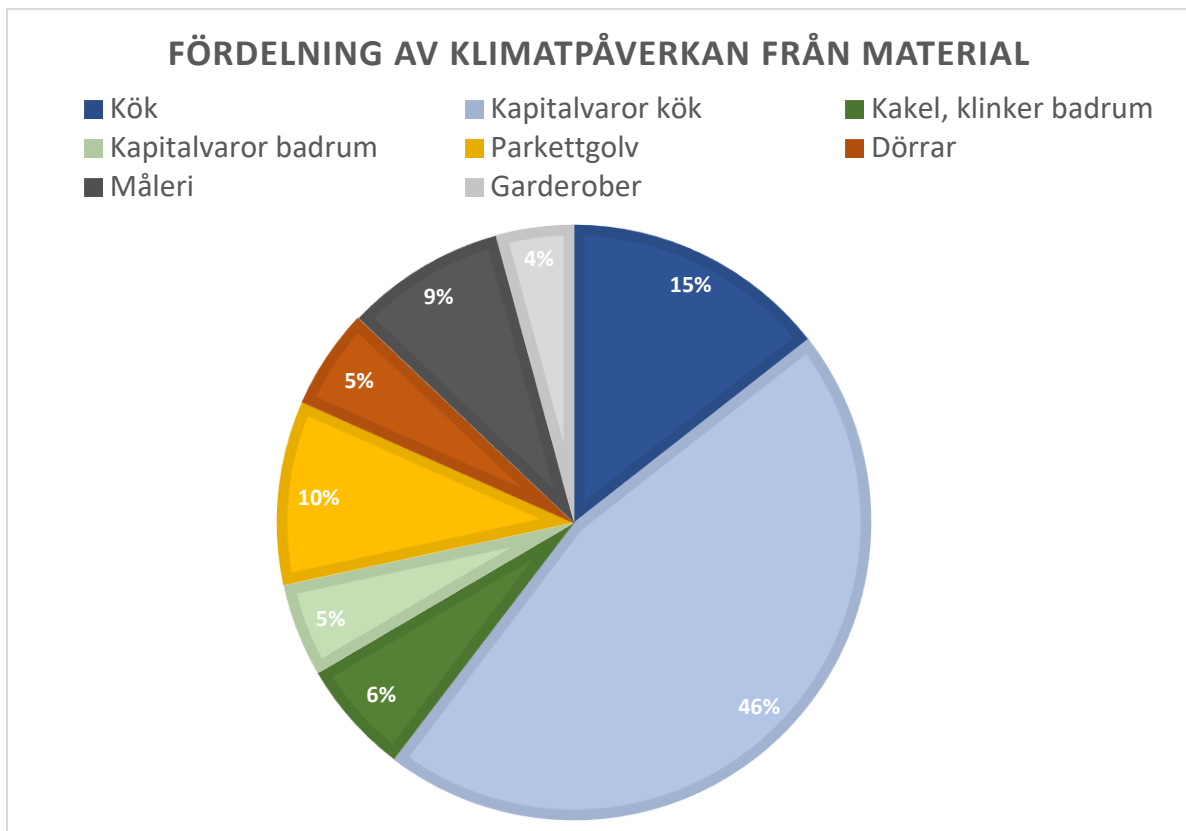
Resultatet från LCA-studien visar att den betydande klimatpåverkan uppkommer från materialet som används vid en lägenhetsrenovering.

LCA-studien av ingående material i en lägenhetsrenovering gjordes utifrån informationsmodulen *Produktskede A1-A3* i en LCA, därför inkluderas endast processer från råmaterialutvinning till transporter, förädling och tillverkning av byggprodukten. Resultatet från arbetets LCA-studie blir därför begränsat till att endast inkludera en del av byggprodukternas livscykel. Resultatet visar därför materialets klimatpåverkan fram till den dagen det byggs in eller installeras i lägenheten.

Klimatpåverkansberäkningen gjordes med utgångspunkt i en materiallista som baseras på ett verkligt scenario av en renovering utförd på en 67 kvm stor lägenhet. I LCA-studien gjordes ett urval från materiallistan för att endast inkludera material och installationer som utgjorde större volymer och därför upphov till betydande klimatpåverkan. Materiallistan innehöll närmare 300 artiklar och därför bör resultatet av klimatpåverkan från det ingående materialet ses med hänsyn till att alla artiklar inte är inkluderade.

Genom att studera den procentuella fördelningen av klimatpåverkan från materialet ses att kök (stomme, bänkskivor, kakel) samt kapitalvaror kök (vitvaror) står för 61% av den totala

klimatpåverkan, se figur 7.3. Det är framför allt kapitalvaror som utgör den betydande andelen, där produktionen av dessa har en hög belastning på klimatet.



Figur 7.3. Procentuell fördelning av klimatpåverkan från ingående material i en renovering av en 67 kvm stor lägenhet.

### 7.1.5 Hotspots – Transporter

Resultatet från LCA-studien visar att transporter har i jämförelse med materialet längre klimatpåverkan vid en lägenhetsrenovering.

En betydande post vid en traditionell arbetsmetod är de kompletterande transporterna som sker vid en lägenhetsrenovering. Antalet kompletterande transporter har förvisso antagit utifrån resultat från intervjustudie, men utgör 20 transporter av totalt 28 transporter som antagits vid en traditionell arbetsmetod. De kompletterande transporterna utgör i genomsnitt 236 km av renoveringsprojekts totala transportsträcka på 330 km vid en traditionell renoveringsmetod.

## 8. Diskussion

### 8.1 LCA-studien har behövt begränsas

Som nämnts tidigare har LCA-studien gjorts utifrån informationsmodulen *Produktskede A1-A3* i en LCA, och därför begränsas resultatet till att endast inkludera en del av byggprodukternas livscykel. Begränsningen gjordes för att ta hänsyn till arbetets tidsramar, där en mer omfattande LCA-studie inte hade hunnits med.

Tankar som väckts under arbetet är att det hade varit intressant att se byggprodukternas klimatpåverkan i ett längre tidsperspektiv, där det under en byggnads livscykel kan antas att byggprodukter och installationer byts ut ett flertal gånger. Även att fler skeden av en byggprodukts livscykel hade kunnat inkluderas, som produktion-, användning, och slutskedet, hade gett studie än djupare insyn och en komplett redovisning av byggprodukternas klimatpåverkan.

I LCA-studien gjordes urval från materiallistan för att endast inkludera byggprodukter som utgjorde större volymer och därför upphov till den betydande delen av klimatpåverkan. Materiallistan behövde begränsas då den innehöll närmare 300 artiklar. Om studiens fokus endast hade riktats mot materialet klimatpåverkan hade en djupare analys kunnat göras där fler artiklar från materiallistan kunnat inkluderas.

En nödvändig avgränsning i LCA-studien där transporter analyserades var att endast ta hänsyn till transportsträckan mellan materialleverantör och arbetsplatsen. Även här hade studiens fokus kunnat riktats mot transportprocessen, då hade fler skeden i transportkedjan som importprocesser samt inrikes distributionstransporter kunnat tas hänsyn till. Vilket hade resulterat i en mer verklighetsförankrad redovisning av klimatpåverkan från transportprocessen.

### 8.2 Förändring av ett renoveringsprojekts struktur

De två renoveringsmetoderna har inga betydande skillnader när det kommer till utförandet av själva renoveringsarbetet, där den resulterande slutprodukten av utförandet kommer vara i princip densamma. Många andra branscher jobbar idag efter industrialiserade processer, vilken anses vara svårare att åstadkomma i byggbranschen. Varje projekt är mer eller mindre unikt med nya platser och förutsättningar för exempelvis material-, transport- och avfallsprocesser. Studien ger uppfattningen att det inte är enkelt att uppnå industrialiserade processer i byggnadsprojekt eftersom omständigheterna ständigt är under förändring samt att det är många aktörer och processer som ska samverka.

Om omständigheter och förutsättningar kring ett renoveringsprojekt tydligare kan kartläggas så kan det således fås en större precision i vad som kan förväntas sig projektet, vare sig de handlar om klimatpåverkan, arbetstid eller kostnader. Renoveringsarbeten innebär än mer oförutsägelser vilket också förklarar varför entreprenörer i dagsläget "försäkrar" sig med att utföra arbetet på löpande räkning, där bland annat påslag på olika moment och kompletterande transporter blir en nödvändighet. Entreprenadformerna beror därför delvis på osäkerheten i renoveringsarbeten, där det inte finns samma möjlighet att klagöra förutsättningar redan innan projektet påbörjas.



Sätts detta resonemang till vad studiens resultat har visat styrks argumentet om att man inte vet vilken klimatpåverkan projektet ger upphov till förrän det har fastställts vad som faktiskt ska genomföras. Efterfrågan på information och förutsättningar innan det skrivs avtal kan därför bli en konflikt mellan entreprenör och beställare. På grund av osäkerheten i ROT-projekt är det därför vanligt att utförandet som ingår i avtalet kan behöva kompletteras under projektets gång. Det är först efter färdigställande det faktiskt kan fastställas den slutliga resursåtgången, oavsett om det handlar om klimatpåverkan, ekonomi eller tidsåtgång.

Studien visar att Boomer-konceptet ger möjlighet till en bättre överblick över projektet redan innan renoveringsarbetet är utfört. Detta på grund av att konceptet har kontroll över samtliga delar av projektet, där de omkringliggande faktorerna kan påverkas på ett annat sätt än vid en traditionell arbetsmetod. Boomer-konceptet bidrar därför till ett steg i rätt riktning när det kommer till industrialiserade renoveringsprojekt för enskilda lägenhetsrenoveringar. Där bland annat utvecklade metoder för inmätningar med hög träffsäkerhet kan förmedla beställaren vad som faktiskt kommer behövas i projektet och vad avtalet för kunden kommer innebära.

### **8.3 Osäkerheter i tillgänglighetsanalysen**

Tillgänglighetsanalysen gjordes i syfte att ge underlag för att kartlägga transportsträckor för materialleveranser vid en traditionell arbetsmetod. Analysen gjordes med antagandet att renoveringsprojektet var beläget i en central punkt i fem olika städer. Detta antagande är givetvis inte generellt för var ett renoveringsprojekt är beläget. Ett urval gjordes sedan av fem närmast liggande materialleverantörer (bygghandel och grossist) i närområdet till den centralt belägna punkten i syfte att ta fram transportsträckor till dessa. Tillgänglighetsanalysen resulterade i en genomsnittlig transportsträcka för en materialleverans. Det viktigaste att påpeka är osäkerheten i hur långt en entreprenör behöver åka för att inhandla material eller få materialet levererat. Därför redovisades en variation av transportsträckor i resultatet av tillgänglighetsanalysen.

Arbetsplatsen skulle kunna vara belägen både längre ifrån, men också närmare än den redovisade variationen av transportsträckor. Förutsättningen om att allt material som används vid lägenhetsrenovering finns tillgängligt hos någon av dessa leverantörer är också antagen. Rådande materialbrist och leveransproblem, som kan innebära längre transportsträckor har inte heller tagits hänsyn till.

Baserat på intervjustudien väljer entreprenörer varuhandlare efter två faktorer, närheten samt tecknade ramavtal som ger entreprenören de bästa priserna. Har entreprenören ett ramavtal att förhålla sig till kan det betyda att transportsträckorna blir längre då entreprenören kan tvingas åka längre än till närmaste handlare.

### **8.4 Materialval blir avgörande för hur ofta renovering krävs**

I tabell 3.1 visas livslängder för ett urval av material, där den genomsnittliga livslängden är 24,5 år. Även om enskilda material kan bytas ut tidigare, ger det en indikering på hur ofta en komplett invändig renovering kan behöva utföras. Livslängden på materialet avgör därför hur ofta renovering krävs. Med den genomsnittliga livslängden kan det antas att en komplett

invändig renoveringen kommer ske var 20 – 30 år. Om då byggnadens livslängd antas vara 100 år, blir livslängden en avgörande faktor för den totala klimatpåverkan under en byggnads livstid. Om renoveringsintervallet är 20 år kommer fyra renoveringar genomföras. Om renoveringsintervallet är 30 år kommer i stället tre renoveringar genomföras. Den totala klimatpåverkan för byggnaden kommer därför vara påverkad av vilket materialval som görs.

## **8.5 Europakommissionen ställer krav på befintliga bostäder**

Energiprestandakontrakt (EPC) är en offentlig-privat kollaboration där fastighetsägarens investering för ett projekt finansieras av de energibesparingar som kan göras i projektet. Kontrakten används för att kunna motivera entreprenörer till att utnyttja kompetens och kreativitet för en så stor energieffektivisering som möjligt under projekt. För att kunna säkerställa en noggrann jämförelse mellan länder så ska alla EPC:er som görs vara samordnade inom samma skala tills år 2025. I framtiden kommer energiprestandakontrakten att skalas om för att uppnå netto nollutsläpp år 2050.

De ökade energipriserna, medvetenheten om miljöpåverkan och framför allt de föreslagna kraven på hur EPCer ska användas som mätdata för byggnader gör det högaktuellt att tillämpa mätningar på klimatpåverkan för befintliga byggnader. Entreprenören garanterar en viss energibesparing för fastigheten. Om detta inte uppnås blir entreprenören återbetalningsskyldig till beställaren. Dessa direktiv talar om att större krav kommer ställas i framtiden på mätningar av olika slag, gällande miljöfrågor i byggsektorn.

Det nuvarande koldioxidpriset på eluppvärmning och fjärrvärme kommer också att kompletteras med ett koldioxidpris på bostadsuppvärmning. Detta innebär att det tillkommer ytterligare kostnader om inte omställning till miljövänligare energialternativ sker (Cuffe, 2022). Den europeiska kommissionen förespråkar att denna omställning är en nödvändighet för att kunna uppnå klimatneutralitet senast år 2050.

Nu när EU kommissionen nästan realiserat miljökrav på en form av klimatredovisning för befintliga bostäder kan man ställa sig frågan vad nästa krav kommer handla om. Strävan efter klimatneutralitet är något som kommer jobbas med i byggsektorn i många år framöver med hög intensitet.

### **8.5.1 Nya krav för att minska klimatpåverkan för befintliga byggnader**

Byggbranschen i stort gör omställningar mot en mer klimatvänlig sektor, men förändringar av befintliga byggnader är något som inte tagits lika stor hänsyn till hittills. Att direktiven från EU-kommissionen också implementerar koldioxidpriser för uppvärmningen av bostäder talar om allvaret i att arbeta med så låg klimatpåverkan som möjligt. Litteraturstudien talade om att driftskedet av byggnaderna ger upphov till majoriteten av koldioxidutsläppen under dess livstid, jämfört med byggskedet. Den större andelen kommer från energianvändningen och är där de första kraven blir ställda. Resterande klimatpåverkan från driftskedet kommer från bland annat underhåll, reparationer och sist men inte minst renoveringar. Om det i framtiden skulle tillkomma någon form av krav eller regelverk för att redovisa klimatpåverkan i form av koldioxidutsläpp som en renovering ger, kommer Boomer metoden skapa en betydligt högre

träffsäkerhet i sina resultat jämfört med den traditionella metoden, eftersom den är så pass komplicerad och oförutsägbar att mäta. En klimatredovisning hade kunnat visas likt denna studie med klimatpåverkan från tillverkning av material för renovering, transporter av material till arbetsplats, klimatpåverkan från avfallshanteringen av överblivet material men också något som inte tagits hänsyn till i denna studie vilket är relaterade arbetsprocesser. Relaterade arbetsprocesser kan bland annat innebära mängden energi som nyttjats under arbetets gång och vidare vilken klimatpåverkan som detta gett upphov till.

## **8.6 Elektrifiering kommer minska utsläppen från transporter i byggsektorn.**

Fordonsindustrin utvecklats snabbt, där elektrifiering av transporter i byggsektorn kommer vara ett intressant utvecklingsområde. När större andel av fordon kommer kunna drivas på el kommer klimatpåverkan från transporterna minska avsevärt. Fortfarande måste drivmedlets hela livscykel tas hänsyn till och det blir därför viktigt att förnyelsebara energikällor blir normen i sektorn. Det blir därför klimatpåverkan från elproduktionen som blir en avgörande faktor. Eftersom omställningen till eldrivna fordon i transportsektorn fortfarande är under utveckling togs ingen hänsyn till att inkludera en sådan aspekt i denna studie. Det finns därför stor utvecklingspotential i att alla aktörer i byggsektorn ställer om till att använda transportmetoder som drivs med förnyelsebar energi. Entreprenörer och materialleverantörer skulle med en omställning kunna minska sin klimatpåverkan avsevärt under ett renoveringsprojekt.

## **8.7 Affärsmodeller kan påverka materialanvändningen**

Med bakgrund mot litteratur som tagits del av har uppfattningen varit att det inte eftersträvas minimering av materialanvändning i den utsträckning som tidigare trots. Uppfattningen är att det många gånger är motsatsen, detta på grund av hur affärsmodellen för tjänster som entreprenörer erbjuder är uppbyggd. Modellen bygger på att entreprenör ofta har ett påslag på materialet, där vederbörande tjänar pengar, vilket ses som en norm för denna arbetsmodell. Detta resulterar i att entreprenörer inte tar samma hänsyn till att minimera materialanvändningen, vilket leder till en utökad mängd avfall. Viktigt att poängtera är att uppfattningen av denna affärsmodell inte bygger på intervjurespondenternas svar utan har studerats genom litteratur på området.

## **8.8 Utvecklingspotential i avfallsstudien**

Klimatpåverkan från avfallsprocessen vid en lägenhetsrenovering har inte kunnat redovisas numeriskt, som var studiens önskemål tidigt i processen. Anledningen är att tillgången på avfallsstatistik och klimatdata för olika typer av avfall inte kunnat tas del av. För att på ett tydligare sätt kunna kartlägga klimatpåverkan från avfallet studien behövt rikta sitt fokus mot att göra verkliga mätningar av avfallsmängder vid ett verkligt projekt. Mätning hade behövt göras av rivningsavfall, som anses utgöra de stora volymerna vid en lägenhetsrenovering. Men också genom att mäta mängden överblivet material och byggspill hade studien kunnat undersöka den faktiska klimatpåverkan som uppkommer från avfall och byggspill.

Genom att studera ett verkligt projekt där observationer hur entreprenören tar sitt ansvar i sortering av material hade studien kunnat utreda hur ansvarstagandet stämmer med kraven som finns gällande avfallshantering. Studien fick dessvärre inte tillgång till avfallsstatistik och då arbetets tid var begränsad kunde heller inga mätningar utföras.

Studien har därför presenterat teoretiska, men verklighetsförankrade förutsättningar för hur avfallsprocessen ser ut vid en lägenhetsreovering. Trots att studien inte presenterar några numeriska resultat av klimatpåverkan från avfall ger studien ändå ett svar på vilka typer av avfall ett reoveringsprojekt ger upphov samt på vilket sätt det påverkar vårt klimat.

## 9. Slutsats

I detta kapitel presenteras de främsta slutsatserna som har framkommit i studien.

Studien redovisar att det ingående materialet för en invändig lägenhetsrenovering ger upphov till utsläpp motsvarande 1447 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i de två studerade renoveringsmetoderna. Entreprenör eller beställare har inte så stor möjlighet att påverka tillverkningsprocessen av material, däremot kan materialval göras för att bidra till minskad klimatpåverkan. Genom ökad kunskap på området kan entreprenör eller beställare göra val av material som har en lång livslängd, som i produktion ger lägre klimatpåverkan och som är återvinningsbara för att minska avfallsprocessens klimatbelastning. Genom att använda sig av hållbara material kan antalet renoveringar minskas som behöver ske under en byggnads livscykel, och vidare byggnadens totala klimatpåverkan.

Studien redovisar att klimatpåverkan från transporter av material ger upphov till utsläpp som visas i tabell 9.1.

*Tabell 9.1. Klimatpåverkan från transporter av material vid en lägenhetsrenovering utförd med Boomer-konceptet samt traditionell arbetsmetod. Klimatpåverkan redovisas för ett enskilt renoveringsprojekt.*

Transporter	Klimatpåverkan/projekt [kg CO <sub>2</sub> -eq]
<b>Boomer-konceptet: Från Borås till:</b> (drivmedel: HVO100)	
Göteborg	13
Malmö	49
Stockholm	78
Linköping	40
Karlstad	47
<b>Traditionell arbetsmetod</b>	
Bensin MK1	118
Diesel MK1	111
HVO100	29

För att minska klimatpåverkan från transporter vid ett renoveringsprojekt bör dessa i första hand minimeras. Vid en traditionell arbetsmetod anses det krävas en mer omfattande samordning när det gäller leveranser av material. Genom en välarbetad logistikplan kan antalet transporter minskas och leveransförseningar undvikas. Rådande materialbrist och leveransproblematik anses vara en bidragande faktor för att de kompletterande transporter ökar vid en traditionell arbetsmetod. Resultatet av studien visar att de kompletterande transporter som sker står för 70 procent av alla transporter som sker under en lägenhetsrenovering. I Boomer-konceptet förses renoveringsprojektet med material som genom en noggrann inmättningsprocess har bestämts med hög precision. Detta gör att de kompletterande transporter i detta fall uteblir. Holgers Stugmaterial levererar materialet till

Boomer-konceptet med lastbilar som drivs med HVO100 och anses vara en avgörande faktor för minskade koldioxidutsläpp från transporter.

Som entreprenör kan inte avfallets hela kretslopp kontrolleras, men entreprenören har ett ansvar och utifrån sina beslut en påverkan på vart avfallet till slut hamnar. Det entreprenören kan påverka är mängden byggspill, genom ansvarfull hantering av materialet. Även en noggrann inmätning av projektet gör att mängden material som blir över minskar och avfallsmängden minskar. Entreprenören ska också hålla sig underrättad om lagar och krav på hur avfallet från en renovering ska hanteras, följa upp att avfallet hamnar i rätt fraktion och sortera ut de avfall som ska behandlas separat.

I Boomer-konceptet ses fördelar med hur materialanvändningen hanteras. Genom noggrann inmätning levereras inte för mycket material till renoveringsprojektet. Eventuellt överblivet material kan sedan returneras till leverantör för att sedan användas i nästa projekt, vilket minimerar avfallsmängden. Boomer-konceptet påvisar därför en större kontroll och säkerhet kring de två första stegen i avfallstrappan, minimering och återanvändning. Vid en traditionell arbetsmetod ger den rådande materialbristen en påverkan på hur mycket material som beställs till projektet. Det beställs hellre lite för mycket material med fruktan över att hamna i materialunderskott vilket innebär att arbetet står stilla. Studien indikerar att mängden avfall från Boomer-konceptet förutspås vara lägre än mängden avfall vid traditionell arbetsmetod.

## 10. Referenser

- A. Tapani. (2018). Europaparlamentets och rådets direktiv. *Europeiska Unionens Officiella Tidning*.
- Avfallsverige. (n.d.). *Återanvändning av bygg- och rivningsmaterial och produkter i kommuner*. 2020.  
<https://www.avfallsverige.se/aktuellt/nyhetsarkiv/artikel/ateranvandning-av-bygg-och-rivningsmaterial-och-produkter-i-kommuner/>
- Avfallsverige. (2022a). *Energiåtervinning | Avfall Sverige*.  
<https://www.avfallsverige.se/avfallshantering/avfallsbehandling/energiatervinning/>
- Avfallsverige. (2022b). *Materialåtervinning | Avfall Sverige*.  
<https://www.avfallsverige.se/avfallshantering/avfallsbehandling/materialatervinning/>
- Boverket. (2009). *Så mår våra hus - Redovisning av regeringsuppdrag beträffande byggnaders tekniska utformning m.m.*
- Boverket. (2019a). *Introduktion till livscykelanalys (LCA) - Boverket*.  
<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/introduktion-till-livscykelanalys-lca/>
- Boverket. (2019b). *Mer om miljövarudeklaration för byggprodukter (EPD) - Boverket*.  
<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/miljodata-och-lca-verktyg/miljovarudeklaration-for-byggprodukter-epd/>
- Boverket. (2019c). *Metodval för LCA - Boverket*.  
<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/sahar-gors-en-lca/metodval-for-lca/>
- Boverket. (2019d). *Miljödata - Boverket*. <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/miljodata-och-lca-verktyg/miljodata/>
- Boverket. (2019e). *Standarder för LCA - Boverket*.  
<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/miljodata-och-lca-verktyg/standarder-for-lca/>
- Boverket. (2019f). *Vad visar en LCA? - Boverket*.  
<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/vad-visar-en-lca/>
- Boverket. (2020). *Under miljonprogrammet byggdes en miljon bostäder - Boverket*.  
<https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/stadsutveckling/miljonprogrammet/>
- Boverket. (2021a). *Transporter - Boverket*. [https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/allmannaintressen/hansyn/miljo\\_klimat/klimatpaverkan/positiv\\_negativ/transporter/](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/allmannaintressen/hansyn/miljo_klimat/klimatpaverkan/positiv_negativ/transporter/)
- Boverket. (2021b). *Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn - Boverket*.  
<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/vaxthusgaser/>

- Brinkhagen Anna, Ekvall Thomas, & Lindqvist Patric. (2019). *Renoveringsbehov i Miljonprogrammet*.
- Cuffe, C. (2022). *Revision of the Energy Performance of Buildings Directive | Legislative train schedule | European Parliament*. <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-a-european-green-deal/file-revision-of-the-energy-performance-of-buildings-directive>
- Energimyndigheten. (2021). *Hållbarhetslagen*. <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/hallbarhetslagen/>
- Europeiska kommissionen. (2020). *EU:s gröna giv | Europeiska kommissionen*. [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_sv](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_sv)
- Europeiska rådet. (2022). *EU:s plan för en grön omställning - Consilium*. <https://www.consilium.europa.eu/sv/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>
- Femenías, P., Holmström, C., Jonsdotter, L., & Thuvander, L. (2016). *Arkitektur, materialflöden och klimatpåverkan i bostäder*.
- Fossilfritt Sverige. (2018). *Färdplan för fossilfri konkurrenskraft-Bygg- och anläggningssektorn*. <https://fossilfritt sverige.se/roadmap/bygg-och-anlaggningssektorn/>
- Göteborgs stad. (2021). *Gips - Göteborgs Stad*. <https://goteborg.se/wps/portal/start/avfall-och-atervinning/sortera-avfall-hushallet/byggavfall-gips-och-dack/gips>
- Hans Bolander. (2018). *Dagens industri*. <https://www.di.se/nyheter/sa-drommer-svenskarna-om-att-bo/>
- Hillman, K., Damgaard, A., Eriksson, O., Jonsson, D., & Fluck, L. (2015). *Climate Benefits of Material Recycling*. <https://www.recycling.se/wp-content/uploads/2021/01/Climate-Benefits-of-Material-Recycling-Inventory-of-Average-Greenhouse-Gas-Emissions-for-Denmark-Norway-and-Sweden-2.pdf>
- IVL Svenska Miljöinstitutet. (2019). Avfallets roll i framtidens energisystem. In *IVL*.
- IVL Svenska Miljöinstitutet. (2021). *Vad är LCA, PCR och EPD - IVL Svenska Miljöinstitutet*. <https://www.ivl.se/projektwebbar/klimatanpassad-och-cirkular-upphandling/vad-ar-lca-pcr-och-epd.html>
- Josephson, P., & Saukkoriipi, L. (2005). *Slöseri i byggprojekt, Behov av förändrat synsätt*. [www.bygg.org](http://www.bygg.org)
- Landelius Henrik, & Belarbi Hakim. (2020). *Hållbar upprustning av miljonprogrammet*.
- Landshypoteket. (n.d.). *Resultat av ny Novus: Unga och storstadsbor vill flytta från stan | Landshypotek Bank*. 2022. Retrieved April 28, 2022, from <https://www.landshypotek.se/om-landshypotek/press-nyheter/pressmeddelanden/2021/resultat-av-ny-novus-unga-och-storstadsbor-vill-flytta-fran-stan/>
- Liljenström, C., Malmqvist, T., Erlandsson, M., Fredén, J., Adolfsson, I., Larsson, G., & Brogren, M. (2015). *Byggandets klimatpåverkan Sammanfattning för beslutsfattare*.



- Naturskyddsföreningen. (2022). *Avfallstrappan*.  
<https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/avfallstrappan/>
- Naturvårdsverket. (n.d.). *Materialinventering och sortering av bygg- och rivningsavfall*. Retrieved March 26, 2022, from <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/avfall/bygg--och-rivningsavfall/materialinventering-och-sortering/>
- Naturvårdsverket. (2021a). *Bygg- och rivningsavfall*.  
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/avfall/avfallslag/bygg--och-rivningsavfall/>
- Naturvårdsverket. (2021b). *Plastavfall*.  
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/avfall/avfallslag/plastavfall/>
- Naturvårdsverket. (n.d.). *Sveriges klimatmål och klimatpolitiska ramverk*. Retrieved May 5, 2022, from <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomställningen/sveriges-klimatarbete/sveriges-klimatmal-och-klimatpolitiska-ramverk/>
- Prezero. (2021). *Vad händer med färgavfall?* <https://www.prezero.se/hallbar-atervinning/vad-hander-med-avfallet/fargavfall>
- Ragnsells. (n.d.). *Återvinning av olika sorters trä*. 2021. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.ragnsells.se/vara-tjanster/material/tra/>
- Ragnsells. (2020). *Brännbart avfall*. <https://www.ragnsells.se/det-vi-gor/sorteringsguide/brannbart-och-blandat/brannbart-avfall-grovt/>
- SCB. (2022). *Nästan 5,1 miljoner bostäder i landet*. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/boende-byggande-och-bebyggelse/bostadsbyggande-och-ombyggnad/bostadsbestand/pong/statistiknyhet/bostadsbestandet-31-december-2021/>
- Statens energimyndighet. (2020). *Drivmedel 2020 – Redovisning av rapporterade uppgifter enligt drivmedelslagen, hållbarhetslagen och reduktionsplikten*.  
[www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)
- Svenskbetong. (2018). *Livslängd för byggnader - Svensk Betong*.  
<https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-prefab/miljo-och-hallbarhet/livslangd-for-byggnader>
- Svenskt kunskapscentrum för förnybara drivmedel. (2013). *Well-to-wheel livscykeldatabas för fossila och förnybara transportbränslen på den svenska marknaden*.  
<https://f3centre.se/sv/forskningsprojekt/well-to-wheel-livscykeldatabas-for-fossila-och-fornybara-transportbranslen-pa-den-svenska-marknaden/>
- Sveriges lantbruksuniversitet. (2021). *Vad är livscykelanalys?*  
<https://www.slu.se/institutioner/energi-teknik/forskning/lca/vadar/>
- Sveriges miljömål. (2022a). *Giftfri miljö - Sveriges miljömål*.  
<https://www.sverigemiljomal.se/miljomalen/giftfri-miljo/>

- Sveriges miljömål. (2022b). *God bebyggd miljö - Sveriges miljömål*.  
<https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/god-bebyggd-miljo/>
- Sveriges miljömål. (2022c). *Sveriges miljömål*. <https://www.sverigesmiljomal.se/>
- Sveriges miljömål. (2022d). *Utsläpp av växthusgaser till år 2045*.  
<https://www.sverigesmiljomal.se/etappmalen/utslapp-av-vaxthusgaser-till-ar-2045/>
- Sveriges riksdag. (2020). *Avfallsförordning (2020:614) Svensk författningssamling 2020:2020:614 t.o.m. SFS 2021:1008 - Riksdagen*.  
[https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/avfallsforordning-2020614\\_sfs-2020-614](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/avfallsforordning-2020614_sfs-2020-614)
- Tengvall, R. (2021). *Miljonprogrammets renoveringsbehov, Frakkas tjänster och EU:s gröna giv*. <https://frakka.se/miljonprogrammets-renoveringsbehov-frakkas-tjanster-eus-grona-giv/>
- Trafikanalys. (2017). *Inventering av datakällor om lätta lastbils transporter i urbana miljöer Rapport 2017:21*.
- Trafikanalys. (2019). *Styrmedel för tunga miljövänliga lastbilar Rapport 2019:2*.
- Transportstyrelsen. (2021). *Miljöklassade bränslen - Transportstyrelsen*.  
<https://transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Miljo/Luftkvaliet-i-tatorter/Miljoklassade-branslen/>
- Vitvaruexperten. (2016). *Vad händer med gamla vitvaror?*  
<https://www.vitvaruexperten.com/experten/vad-hander-med-gamla-vitvaror>
- Ömsen Försäkringar. (n.d.). *Husets byggtekniska livslängd*. Retrieved April 27, 2022, from <https://www.omsen.ax/privat/forebygg-skada/skydda-ditt-hem/livslangd-pa-ditt-hus>

# 11. Bilagor

## Bilaga 1: Tillgänglighetsanalys, sammanställning i excel.

Transportsträckor renovering		5 vanuhandlare/disciplin		Kortaste sträcka: Kortast sträcka varje disciplin/stad		Längsta sträcka: Längsta sträcka varje disciplin/stad			
Disciplin	Stad	1	2	3	4	5	Total sträcka	Genomsnitt	
Byggsvaror	Göteborg	Derome oskvädersgatan 11km	Derome marieholmogatan 5km	Beijer Hisingbacka 5km	Optimera marieholmogatan 6km	Hornbach Minelundsvägen 7km	32km	6,4km	
Golv	Göteborg	Skandinaviska trägol, ekändag, 2km	Beijer, exportg, 5km	Nordsjö, lillamunkebäckg, 5km	Golvpolen, viktorsasselbladsg, 8km	golvmattuset, grafiskav, 5km	25km	5 km	
Färg	Göteborg	Nordsjö, Norra delavägen 6km	Fluger, ringögatan, 7km	Colorama, danskavägen, 3km	Färg&tapetspecialisten, backav, 6km	Hornbach Minelundsvägen 7km	29km	5,8km	
Kakel/klinkers/porslin	Göteborg	Stigs kakel, Trankärrsgatan, 12km	Stigs kakel, August Barks gata, 14km	Göteborgs kakelhus, Hantverksvägen	Höganäs kakel, Transportgatan, 8km	FF Kakel, Ringögatan, 5km	52km	10,4km	
El	Göteborg	Rexel, lillamarieholmog, 6km	Ahlicells, almedalsv, 5km	Rexel, Polstjärneg, 10km	Storel, Augustbarksg, 14km	Selga, Göteborgsv, 8km	43km	8,6km	
VVS	Göteborg	dahl, gamlestads, 5km	dahl, augustbarksg, 9km	Ahlicell, Almedalsv, 5km	Abbröpojarna, gustavmelinsg, 8km	Abbröpojarna, norraåg, 3km	30km	6km	
Vitvaror	Göteborg	Elon, Angpanneg, 7km	Elgiganten, laxfiskev, 11km	Mediamarkt, Bäckebo, 10km	Elektroluxhome, Askimsverkstads, 10km	Elgiganten, Bäckebo, 10km	48km	9,6km	
Kök	Göteborg	Derome oskvädersgatan 11km	Derome marieholmogatan 5km	Optimera marieholmogatan 6km	Beijer Hisingbacka 5km		27km	6,75km	
<b>Disciplin</b>	<b>Stad</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Total sträcka</b>	<b>Genomsnitt</b>	
Byggsvaror	Stockholm	Beijer Nettovägen 21km	Optimera bryggerivägen 9km	Byggfabriken högborgsgatan 4km	Nordströmstrå lövhölmvägen 5km	Beijer Stockbyvägen 14km	53km	10,6km	
Golv	Stockholm	Parkettbutiken, luvgatan, 4km	PJ parkettgolv, 8km	Stockholmkm, ynglingagatan, 3km	Optimera, Älvsjövägen, 6 km	Beijer Stockbyvägen 14km	30km	6km	
Färg	Stockholm	Fluger, linnegatan, 2km	Fluger, folkungagatan, 4km	Nordsjö, ynglingagatan, 4km	Grutesfärg&tapet, valhallav, 4km	Börje ekmanfärg, Hornsg, 4km	18km	3,6km	
Kakel/klinkers/porslin	Stockholm	Kakelkompaniet, karlav, 2km	Konradssonskakel, karlsbodav, 9km	kakelbolaget, koksagan, 3km	kakeldags, ullsunday, 9km	Höganäskakel, karlsbodav, 9km	32km	6,4km	
El	Stockholm	Selga, Slakthusg, 6km	Rexel, strandbergsg, 5km	Selga, Sveav, 3km	Storel, Ostmästargränd, 8km	Elektroskandia, birgerjarfsg, 3km	25km	5km	
VVS	Stockholm	Dahl, Storaengsv, 4km	Lundagrossisten, Ahlströmrg, 3km	Dahl, Sveav, 4km	VVScentrum, malmgårdsv, 4km	Ahlicell, Mässv, 10km	25km	5km	
Vitvaror	Stockholm	Elon, Sveav, 3km	Elektrolux home, götg, 3km	Elgiganten, Planlav, 9km	Stenlundsvitvaror, Strömög, 13km	Elgiganten, Ulvsundav, 10km	38km	7,6km	
Kök	Stockholm	Beijer Nettovägen 21km	Optimera bryggerivägen 9km	Beijer Stockbyvägen 14km			34km	11,3km	
<b>Disciplin</b>	<b>Stad</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Total sträcka</b>	<b>Genomsnitt</b>	
Byggsvaror	Malmö	Optimera Sallerupsvägen 4km	Beijer fosievägen 5km	Derome Agneslundsvägen 3km	Derome Flintyxegatan 9km	Hornbach Vassvägen 8km	29km	5,8km	
Golv	Malmö	Golvpoolen, Jägersrovägen, 5km	Kvadratmeter Golvbutik, Kronborgsvägen,	Nordic Floor, Jägersrovägen, 5km	Beijer, Fosievägen, 4 km	Hornbach Vassvägen 8km	25km	5km	
Färg	Malmö	Alcrobäckers, Flyplansg, 6km	Nordsjö, Volframg, 3km	Fluger, handelsg, 6km	Fluger, Mariédalsv, 3km	Alcro-bäckers, flyplansg, 6km	24km	4,8km	
Kakel/klinkers/porslin	Malmö	Kakelgiganten, stenyveg, 10km	Svenskakakel, stenyveg, 10km	Konradssonskakel, agnesfridsv, 9km	Kakelcentralen, olsgårdsg, 8km	Höganäskakel, sångleksg, 8km	45km	9km	
El	Malmö	Selga, Olsgårdsg, 7km	Storel, flyplansg, 6km	Elektroskandia, Östrahindbyv, 5km	Malmbergs, agnesfridsv, 7km	Elgross i syd, knivg, 4km	29km	5,8km	
VVS	Malmö	Lundagrossisten, Silverviksg, 5km	Dahl, Östrahindbyv, 5km	Dahl, Lundav, 4km	Proswedel, Baragatan, 4km	Elgross i syd, knivg, 4km	22km	4,4km	
Vitvaror	Malmö	Elektroluxhome, Norg, 7km	Elon, Östraförstadsg, 2km	Tretti, Drakag, 7km	Mediamarkt, Långshusg, 7km	Elgiganten, Trelleborgsv, 4km	27km	5,4km	
Kök	Malmö	Optimera Sallerupsvägen 4km	Beijer fosievägen 5km	Derome Agneslundsvägen 3km	Derome Flintyxegatan 9km		21km	5,25km	
<b>Disciplin</b>	<b>Stad</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Total sträcka</b>	<b>Genomsnitt</b>	
Byggsvaror	Karlstad	Optimera, regnvindsgatan, 6km	Beijer, husbyggaregatan, 5km	Karl Hedin, Axgatan, 7km	K-Rauta Körkarlvägen 7km	XI bygg, rattgatan 5km	30km	6km	
Golv	Karlstad	Optimera, regnvindsgatan, 6km	Nordsjö, Bromsgatan, 6km	Colorama, Säterivägen, 5km	Karl Hedin, Axgatan, 7km	XI bygg, rattgatan 5km	27km	5,4km	
Färg	Karlstad	Colorama, Säteriv, 5km	Fluger, Ramgatan, 4km	Färgbutiken, Örsngatan, 4km	Nordsjö, Bromsgatan, 5km	Färgbad&kakel, säteriv, 5km	23km	4,6km	
Kakel/klinkers/porslin	Karlstad	Kakelbutiken, Gräsdalsg, 7km	Färgbad&kakel, säteriv, 5km	Colorama, Säterivägen, 5km	K-routa- Körkarlvägen, 7km	Optimera, regnvindsg, 6km	30m	6m	
El	Karlstad	Storel, Sägverks, 4km	Malmbergs, Juterig, 5km	Ahlicells, Juterig, 5km	Elektroskandia, Juterig, 5km	SolarSverige, Pumpg, 5km	24km	4,8km	
VVS	Karlstad	Dahl, Sägverks, 5km	Ahlicell, Sägverks, 5km	Optimera, regnvindsg, 6km	K-routa- Körkarlvägen, 6km	Beijer, husbyggareg, 5km	27km	5,4km	
Vitvaror	Karlstad	Elon, bromsg, 4km	Elektroluxhome, Blokg, 5km	Elgiganten, Rävberg, 6km	Nettonet, Bergviksv, 8km	Elon, Gräsdahlg, 7km	30km	6km	
Kök	Karlstad	Optimera, regnvindsgatan, 6km	Beijer, husbyggaregatan, 5km				11km	5,5km	
<b>Disciplin</b>	<b>Stad</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Total sträcka</b>	<b>Genomsnitt</b>	
Byggsvaror	Linköping	Beijer, Industrigatan 3km	K-bygg, gilbergagatan, 4km	Optimera, Roxtorpsgatan, 5km	K-routa, Helgagatan, 5km	XI bygg, Läringsgatan, 4km	21km	4,2km	
Golv	Linköping	Prima Golv, 6km	Golvkomfort, Gottorpsgatan, 4km	Nordsjö, Nya Tanneforsvägen, 3km	K-routa, Helgagatan, 5km	Bauhaus, Östra Svedenvägen, 4km	22km	4,4km	
Färg	Linköping	Colorama, fjärrvärmev, 8km	Fluger, Kylarevägen, 3km	Colorama, Roxtorpsgatan, 4km	Nordsjö, Nyätanneforsv, 3km	Happy Homes, industrig, 3km	21km	4,2km	
Kakel/klinkers/porslin	Linköping	Bad&kakel, industrig, 3km	Kakelcentrum, nyätanneforsv, 3km	Megakakel, Tornbyv, 3km	Nordsjö, Nyätanneforsv, 3km	K-routa, helgag, 5km	17km	3,4km	
El	Linköping	Malmbergs, Gilbergag, 4km	SolarSverige, Svedeng, 4km	Storel, Södraoskarsg, 3km	Elektroskandia, industrig, 3km	Ahlicells, Attorpsg, 4km	18km	3,6km	
VVS	Linköping	Dahl, Attorpsg, 4km	VVSlagret, Slöjd, 3km	Ahlicell, Attorpsg, 4km	Bad&värme, industrig, 3km	Optimera, Roxtorpsg, 4km	18km	3,6km	
Vitvaror	Linköping	Elektrolux home, industrig, 3km	Elon, Duvkullestigen, 5km	Mediamarkt, Bonnorpsg, 5km	Elgiganten, norrasvedeng, 5km	Köksbolaget, Väringsg, 3km	21km	4,2km	
Kök	Linköping	Beijer, Industrigatan 3km	Optimera, Roxtorpsgatan, 5km				8km	4km	
<b>Disciplin</b>	<b>Genomsnittlig sträcka alla städer</b>	<b>Genomsnittlig sträcka oberoende stad och disciplin</b>							
Byggsvaror	6,6km	5,9km							
Golv	5,2km	11,8km							
Färg	4,6km	<b>Genomsnittlig kortaste sträcka</b>							
Kakel/klinkers/porslin	7km	8km							
El	5,6km	<b>Genomsnittlig längsta sträcka</b>							
VVS	4,9km	17km							
Vitvaror	6,5km	Tur och retur							
Kök	6,6km								

## Bilaga 2: Intervjustudie – Intervjufrågor

**Vi har valt att enkelt förtydliga bakgrunden till frågorna i fet text nedan.**

### **Indelande frågor:**

1. Vad är din roll i företaget?
2. Vad är din bakgrund? Hur länge har du jobbat i branschen?
3. Vad har ni på företaget för pågående projekt?

### **Avtalsformer:**

**Här vill vi veta vilken betydelse utförandeentreprenad respektive totalentreprenad har för lägenhetsrenoveringen.**

4. Vilken typ av avtalsform används oftast vid lägenhetsrenoveringar?
5. Föredrar du en viss typ av avtalsform?

**Beroende på avtalsform ges du som entreprenör olika ansvar för projektet. Utgå från svar på tidigare frågor.**

6. Vem ansvarar för projekteringen, exempelvis att göra inmätningar och ta fram materialspecifikationer m.m, alltså vad som ska inkluderas i lägenhetsrenoveringen?
7. Vilka för- eller nackdelar ser du med att få göra inmätningar/specifikationer/projektering själv?

### **Material:**

**Här vill vi veta vem som har ansvar att förse projektet med material och se till att allt finns på plats vid rätt tidpunkt. Även varifrån materialet inhandlas, för att förstå rutiner kring materialinköp. Eftersom flera discipliner är involverade i en lägenhetsrenovering vill vi veta hur det ser ut för dessa, byggvaror, golv, färg, kakel/klinker/porslin, el, VVS, vitvaror och kök.**

8. Vem tillhandahåller materialet, du som entreprenör eller kund?
9. Från vilka leverantör handlas materialet?
10. Handlar ni alltid från samma leverantör eller anpassas det efter arbetsplatsens läge?

### **Transport/Leveranser:**

**Vi utgår från att leveranser av material till arbetsplatsen sker antingen av leverantör eller att du som entreprenör själv hämtar materialet hos leverantören.**

11. Vem transporterar materialet från leverantör till arbetsplatsen?

**För att beräkna klimatpåverkan från transporter hade vi velat ha information om hur leveranserna går till (vi tar inte hänsyn till persontransporter). När det gäller antal transporter förstår vi att det kan skilja sig åt, vi önskar ett generellt svar, exempelvis 8-12 transporter/ (lägenhet, disciplin, dag eller vecka). När det gäller typer av fordon önskar vi få reda på om det är med lastbil eller mindre transportfordon.**

12. Med vilket typ av fordon sker transporten av material?
13. Hur många transporter sker till en lägenhetsrenovering?
14. Hur många transporter sker pga. kompletteringar till en lägenhetsrenovering?

### **Avfall:**

**Lägenheten som ska renoveras ska först rivs ut och avfallet ska tas om hand.**

15. Vem ansvarar för rivningsmaterialet, du som entreprenör eller kund?
16. Hur hanteras rivningsmaterialet, sorteras materialet på plats, container på plats eller körs det i bilar till avfalls-/återvinningshantering?

**Vid renoveringen uppkommer materialavfall, spill, emballage m.m. som ska tas om hand.**

17. Vem ansvarar för övrigt materialavfall, spill, emballage m.m, du som entreprenör eller kund?

**Här vill vi veta hur överblivet material som går att använda igen hanteras. Exempelvis om materialet läggs på lager, slängs eller returneras till leverantör.**

18. Hur hanteras överblivet material som går att använda igen? Slängs det? Lagerhålls? Retur till leverantör?

### **Avslutade frågor:**

19. Bedriver ni på företaget något speciellt arbete för att bidra till minskad klimatpåverkan i era projekt, som inte tagits upp tidigare i intervjun?

## Bilaga 3: Sammanställning och beräkning av materialet klimatpåverkan i Microsoft Excel

Sammanställning - Klimatpåverkan från material					
Materialkategori	Antal	Enhet	Klimatpåverkan/enhet [kg CO2-ekv] A1-A3	Total klimatpåverkan [kg CO2-ekv] A1-A3	Källa
<b>Kök</b>					
Komplett stomme (Typkök på 10m2)	1	st	188	188	IVL500
Bänkskiva (3.6 m 32mm spånskiva)	1	st	19.6	20	Boverket/Prodikt
Kakel	2	m2	3.4	7	IVL500
Kyl	1	st	202	202	IVL500
Frys	1	st	202	202	IVL500
Spis/ugn	1	st	152	152	IVL500
Diskmaskin	1	st	126	126	IVL500
				896	
<b>Badrum</b>					
Kakel	21	m2	3.4	71	IVL500
Klinker	9	m2	2.3	21	IVL500
Toastol	1	st	10	10	IVL500
Duschväggar i glas (2st)	1	par	50	50	IVL500
Duschset + blandare	1	st	7.15	7	EPD Gustavsberg
Kommod + blandare	1	st	8	8	EPD Gustavsberg
				167	
<b>Golv</b>					
Ekparkett 3-stav	62	m2	2.4	149	IVL500
				149	
<b>Dörrar</b>					
Tamburdörr 9x21	1	st	63.51	64	Boverket/Prodikt
Innerdörr 8x21	1	st	6.24	6	Boverket/Prodikt
Innerdörr 7x21	2	st	5.46	11	Boverket/Prodikt
				81	
<b>Målning</b>					
Färg	300	m2	0.3	90	IVL500
Spackel	130	m2	0.3	39	
				129	
<b>Övrigt</b>					
Garderob	3	st	21	63	IVL500
				63	
<b>Sammanställning</b>					
<b>Materialkategori</b>	<b>Total klimatpåverkan [kg CO2-ekv]</b>				
Kök	214				
Kapitalvaror kök	682				
Kakel, klinker badrum	92				
Kapitalvaror badrum	75				
Parkettgolv	149				
Dörrar	81				
Måleri	129				
Garderober	63				
<b>Totalt</b>	<b>1485</b>				

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2022

[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



**CHALMERS**