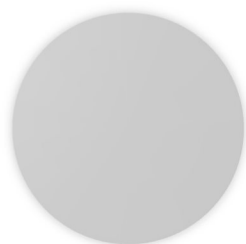
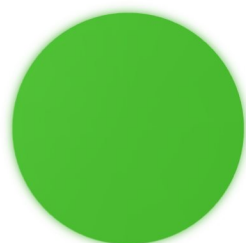
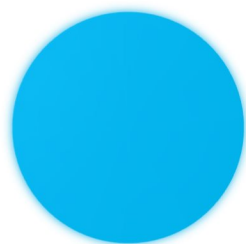
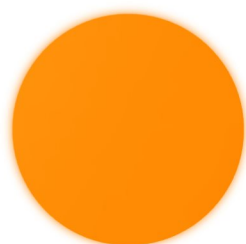


Livscykelanalys (LCA) avseende påbyggnad, fasad och vinterträdgård



Orgelpipan 7, Stockholm



Uppdragsnamn
**Livscykelanalys (LCA) Orgelpipan 7
kommun, Stockholm Stad**

Uppdragsgivare
Hufvudstaden

Uppdragsansvarig
Robert af Wetterstedt

Datum Rev.
2020-02-03 2020-02-28

Innehåll

Sammanfattning	2
Bakgrund och syfte	2
Livscykelanalysens omfattning	3
Livscykelanalysens resultat	3
1 Inledning	4
1.1 Syftet med livscykelanalysen	4
1.2 Avgränsningar	4
2 Beskrivning av Orgelpipan 7 och analyserade alternativen.....	5
3 Livscykelanalys metodik	6
3.1 Standarder för Livscykelanalys	6
3.2 Systemgränser	7
3.3 Funktionell enhet	7
4 Indata	8
5 Resultat.....	8
5.1 Klimatpåverkan för påbyggnadsalternativen	8
5.1.1 Klimatpåverkan Alternativ 1 - Platsgjuten stomme	9
5.1.2 Klimatpåverkan Alternativ 2 - Plattbärlag	10
5.1.3 Klimatpåverkan Alternativ 3 - Prefabricerad betong + stål.....	12
5.1.4 Klimatpåverkan Alternativ 4 - Träalternativ	14
5.2 Klimatpåverkan för fasadalternativen.....	16
5.2.1 Klimatpåverkan Alternativ 1 - System KoolTherm	17
5.2.2 Klimatpåverkan Alternativ 2 - Plockfasad	18
5.3 Klimatpåverkan för vinterträdgården	20
6 Diskussion.....	22
7 Referenser	22

Sammanfattning

Bakgrund och syfte

Hufvudstaden planerar att bygga på och utveckla fastigheten Orgelpipan 7 (i nuläget kontorsbyggnad med handelslokaler) i Stockholm.

Stockholms Stad har tillsammans med Hufvudstaden utvärderat de förslag som inkommit avseende den arkitektoniska utformningen. Förslaget från Tham & Videgård arkitekter utsågs som vinnare, se illustration 1 nedan.



Illustration 1. Orgelpipan 7, Klarabergsgatan

Förslaget går ut på att bygga en indragen trappstegsformad påbyggnad med terrass, ny fasad för hela bygganden, samt att bygga en vinterträdgård som placeras i den befintliga delen av byggnaden mot Mäster Samuelsgatan.

Det befintliga fläktrummet på taket kommer att rivas som det första steget av byggnation av påbyggnaden. Ett nytt fläktrum planeras att byggas på taket av påbyggnaden. Ny fasad för hela byggnaden innebär också att fasaden på den befintliga byggnaden kommer att rivas.

Syftet med denna livscykelanalys är att beräkna och jämföra klimatpåverkan för fyra stomalternativ för påbyggnaden (Alternativ 1 - Platsgjuten stomme, Alternativ 2 - Plattbärlag, Alternativ 3 - Prefabricerad betong och stål, och Alternativ 4 - Träalternativ). Analysen omfattar även två alternativ för fasaden (Alternativ 1 - System KoolTherm, Alternativ 2 - Plockfasad), samt även klimatpåverkan för vinterträdgården.

Livscykelanalysens omfattning

Denna livscykelanalys omfattar klimatpåverkan från produktion av byggmaterial (modul A1-A3), transport av byggmaterial till byggarbetsplats (modul A4), rivning och avfallshantering av det befintliga fläktrummet och den befintliga fasaden (modul A5). I A5 har vi valt att inte räkna på den energi som går åt vid ny byggnation då indata saknas.

Livscykelanalysens resultat

De analyserade påbyggnadsalternativen omfattar rivning, transporter och avfallshantering av det befintliga fläktrummet, byggnation av stomme för påbyggnaden, byggnation av terrassen, samt byggnation av det nya fläktrummet. Alternativ 2 - Plattbärlag ger upphov till den högsta klimatpåverkan om totalt 1 538 ton CO₂-ekv. Alternativ 4 - Träalternativ har lägsta klimatpåverkan av de fyra alternativen. Den huvudsakliga anledningen är klimatpåverkan kopplad till produktion och transport av de nya material som behövs för påbyggnaden. Viss klimatpåverkan kommer även från rivning av det befintliga fläktrummet samt transport och avfallshantering av rivet material.

De analyserade fasadalternativen omfattar rivning, transporter och avfallshantering av den befintliga fasaden, byggnation av fasaden för den befintliga byggnaden och byggnation av fasaden för påbyggnaden. Alternativ 2 - Plockfasad ger 410 ton CO₂-ekv, vilket är mer än dubbel så hög klimatpåverkan jämfört med Alternativ 1 - System KoolTherm. Den huvudsakliga anledningen är klimatpåverkan kopplad till produktion och transport av de nya material som behövs för byggnation av fasaden. Viss klimatpåverkan kommer även från rivning av den befintliga fasaden, samt transport och avfallshantering av rivet-material.

Livscykelanalysen för **vinterträdgården** omfattar endast byggnation av vinterträdgården. Byggnation av vinterträdgården ger upphov av 200 ton CO₂-ekv. totalt. Klimatpåverkan kommer från produktion och transport av material som behövs för att bygga vinterträdgården.

1 Inledning

För beräkningarna har livscykelanalysverktyget One Click LCA använts. Verktöget är tredjepartscertifierat för överensstämmelse med standarderna SS-EN 15978, ISO 21931-1/29, ISO 14040 och SS-EN 15804.

Information om material och mängder har hämtats från Tyréns konstruktörer i det aktuella projektet.

Jämförelserna och beräkningen görs för den funktionella enheten kg CO₂-ekvivalent. /m² A-temp samt för totalt klimatpåverkan från olika alternativen i ton CO₂-ekvivalent.

1.1 Syftet med livscykelanalysen

Syftet med denna livscykelanalys är att beräkna klimatpåverkan för fyra stomalternativ för påbyggnaden, två alternativ för fasaden, samt klimatpåverkan för vinterträdgården.

1.2 Avgränsningar

Resultaten från livscykelanalysen genererar en bedömning av klimatpåverkan uttryckt i koldioxidekvivalenter.

Koldioxidekvivalenter är ett mått på summan av olika gasers påverkan på växthuseffekten. Olika gasers bidrag till växthuseffekten beräknas med hjälp av indikatorn Global Warming Potential (GWP 100), som beskriver det potentiella bidraget av en gas till växthuseffekten integrerat över en 100-årsperiod.

Livscykelanalysen för de fyra påbyggnadsalternativen omfattar, klimatpåverkan från produktion av byggmaterial (modul A1-A3), transport av byggmaterial till byggarbetsplats (modul A4), rivning och avfallshantering av det befintliga fläktrummet (modul A5). I A5 har vi valt att inte räkna på energianvändning kopplad till byggnation av påbyggnaden, då indata saknas.

Livscykelanalysen för de två fasadalternativen omfattar, klimatpåverkan från produktion av byggmaterial (modul A1-A3), transport av byggmaterial till byggarbetsplats (modul A4), rivning och avfallshantering av den befintliga fasaden (modul A5). I A5 har vi valt att inte räkna på energianvändning kopplad till byggnation av fasaden, då indata saknas.

Livscykelanalysen för vinterträdgården, omfattar endast klimatpåverkan från produktion av byggmaterial (modul A1-A3) och transport av byggmaterial till byggarbetsplats (modul A4), då ingen rivning är aktuell. Energi kopplat till byggnationen av fasaden ingår inte i beräkningen.

Observera att klimatpåverkan för avfallshantering av övriga material, exempelvis lättväggar, installationer och inredning inte ingår i denna livscykelanalys.

2 Beskrivning av Orgelpipan 7 och analyserade alternativen

Hufvudstaden planerar att bygga på och utveckla fastigheten Orgelpipan 7, som är belägen centralt i Stockholm. Fastigheten är idag ett kontors- och handelshus.

I arbetet med att ta fram en ny detaljplan utreds klimatpåverkan från olika alternativ för stomme och fasad samt klimatpåverkan från byggnation av vinterträdgård.

Livscykelanalysen som presenteras i denna rapport bygger på information om material och mängder som hämtats från erhållna materiallistor från Tyréns.

I livscykelanalysen ingår endast beräkningar för de material som ingår i de olika alternativen som beskrivs nedan.

Påbyggnadsalternativ:

Alternativ 1 - Platsgjuten stomme

Alternativ 2 - Plattbärlag

Alternativ 3 - Prefabricerad betong och stål

Alternativ 4 - Träalternativ

Förutom de material som ingår i stomme för ovanstående alternativ, ingår också material för byggnation av terrass och ett nytt fläktrum i beräkningen. Material för terrass och fläktrum är desamma för de olika alternativen.

Rivning av det befintliga fläktrummet ingår i beräkningen.

Fasadalternativ:

Alternativ 1 - System KoolTherm

Alternativ 2 - Plockfasad

Beräkningen görs för byggnation av fasaden för både den befintliga delen av bygganden och påbyggnaden. Allt material för de 2 fasadalternativen ingår i beräkningarna.

Rivningen av den befintliga fasaden ingår i beräkningarna.

Vinterträdgård:

Allt material för byggnation av vinterträdgården ingår i beräkningen.

3 Livscykelanalys metodik

3.1 Standarder för Livscykelanalys

Livscykelanalys är en metodik som används för att bedöma en varas eller en tjänsts miljöpåverkan under hela eller delar av dess livscykel. En fullständig livscykelanalys avser hela produktionskedjan från "vagga till grav" det vill säga från utvinning av råmaterial till avfallshantering.

Det finns många användningsområden för livscykelanalyser; beslutsunderlag, produkt- och processutveckling, forskning, märkning och deklarationer.

International Organization for Standardization, ISO, har publicerat en serie standarder (ISO 14000) som beskriver hur ett företag kan skapa ett miljöledningssystem. Ett antal av standarderna i ISO 14000-serien beskriver hur arbetet med en livscykelanalys ska utföras. Baserat på ISO 14 000-serien har en europeisk standard för byggnader utvecklats; SS-EN 15978 *Hållbarhet hos byggnadsverk - Värdering av byggnaders miljöprestanda*. Livscykelanalysen i detta projekt följer standarden SS-EN 15978.

Den europeiska LCA-standarden beskriver en beräkningsmetod för att utvärdera miljöprestandan för en byggnad och ger riktlinjer för hur resultatet ska presenteras. Standarden är tillämpbar både för nyproduktion, befintliga byggnader och renovering.

Figur 1 visar schematiskt de olika moduler som ingår i standarden SS-EN 15978. De olika modulerna bygger tillsammans upp hela byggnadens livscykel. Klimatpåverkan från respektive modul kan redovisas separat och sedan summeras för att ge resultatet för hela byggnadens livscykel.

Byggnadens livscykelinformation														Information utanför byggnadens livscykel
A1-A3 Produktskede			A4-A5 Byggprocess		B1-B7 Driftskede					C1-C4 Slutskede				D Fördelar och belastningar utanför systemgränsen
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	D
Råmaterial	Transporter	Tillverkning	Transporter	Bygg- och installationsprocesser	Drift	Underhåll	Reparation	Utbyte	Renovering	Rivning	Transporter	Avfallshantering	Deponi	Återanvändnings- Renoverings- Återvinnings- potential
Uppströmsprocesser			Kärnprocesser		Nedströmsprocesser									Frivilligt

Figur 1. Uppbyggnaden av moduler i den europeiska standarden SS-EN15978 *Hållbarhet hos byggnadsverk - Värdering av byggnaders miljöprestanda*.

3.2 Systemgränser

I tabell 1 presenteras modulerna som ingår i SS-EN 15978 samt information om vilka moduler som har inkluderats i livscykelanalysen.

Skede enligt EN 15978	Modul	Benämning	Inkluderat i LCA	Kommentar
Produktskede	A1-A3	Råvaruutvinning, transport, tillverkning	Ja	För antaganden se avsnitt 4
Byggprocesskede	A4	Transport	Ja	För antaganden se avsnitt 4
Byggprocesskede	A5	Konstruktions- och installationsprocess	Ja, delvis, se kommentar	För antaganden se avsnitt 4 Rivning, transporter och avfallshantering för den befintliga fasaden och det befintliga fläktrummet ingår i denna modul som ett första steg i byggprocessen Övriga bygg- och installationsprocesser ingår inte
Användningsskede	B1	Användning av produkter (exkl. el och vatten)	Nej	
Användningsskede	B2	Underhåll	Nej	
Användningsskede	B3	Reparation	Nej	
Användningsskede	B4	Utbyte	Nej	
Användningsskede	B5	Renovering	Nej	
Användningsskede	B6	Energianvändning, drift	Nej	
Användningsskede	B7	Vattenanvändning, drift	Nej	
Slutskede	C1	Demontering, rivning	Nej	
Slutskede	C2	Transport	Nej	
Slutskede	C3	Restproduktshantering	Nej	
Slutskede	C4	Avfallshantering	Nej	
Tilläggsinformation	D	Återvinning utanför systemgränsen	Nej	Inkluderar exempelvis exporterad energi och sekundära produkter från återvinning

Tabell 1. Sammanfattning av vilka moduler som är inkluderade.

3.3 Funktionell enhet

Den funktionella enheten definierar vad som analyseras i en livscykelanalys och beskriver funktionen som det studerade systemet fyller. Den funktionella enheten är en referens till vilket flöden, exempelvis material, transporter och energi, in och ut ur systemet kan relateras. Resultatet från livscykelanalysen, dvs klimatpåverkan, presenteras i relation till den funktionella enhet som används.

I denna livscykelanalys har resultaten relaterats till den funktionella enheten kvadratmeter A-temp. Resultaten presenteras som kg CO₂-ekv. per m², A-temp samt totalt utsläpp kg CO₂-ekv.

4 Indata

För att kunna utföra livscykelberäkningarna har informationsinsamling gjorts för de analyserade alternativen.

För livscykelberäkningarna behövs dels byggnadstekniska data som beskriver de olika byggnaderna (exempelvis ytor, mängder och material) samt emissionsdata som beskriver klimatpåverkan för de olika material och energibärare som används. Som underlag har byggnadstekniska data erhållits från konstruktörer hos Tyréns. Emissionsdata, som har använts i beräkningarna för material, är framför allt produktspecifika data. När det inte finns tillgängliga produktspecifika data, har data för en mest lik produkt valts i första hand, alternativt har generiska data (genomsnittsdata), representativa för den nordiska bygg- och anläggningssektorn, hämtats från One Click LCA.

För modul A4 har transportsträckor för byggmaterialet antagits till 200 km med lastbil. Emissionsdata för transporterna är hämtade från One Click LCA.

För modul A5 ingår energi för rivning av det befintliga fläktrummet och den befintliga fasaden, samt transport och avfallshantering avseende rivet material. Transportsträckan har antagits till 200 km med lastbil. Diesel- och elanvändning vid rivning antas enligt den metod som beskrivs i IVL-rapport U 5176 (IVL, 2015). Observera att energianvändning för övriga bygg- och installationsprocesser, i modul A5, inte ingår i denna beräkning.

5 Resultat

5.1 Klimatpåverkan för påbyggnadsalternativen

I tabell 2 presenteras klimatpåverkan för de analyserade påbyggnadsalternativen för livscykelskede A1-A5, dvs från produktion av byggmaterialet, leverans till byggarbetsplats samt delar av byggprocessen (rivning, transport samt avfallshantering för det befintliga fläktrummet). Observera att förutom material för stomme, ingår material för byggnation av terrassen och det nya fläktrummet också i beräkningen.

	Alternativ 1 - Platsgjuten stomme	Alternativ 2 - Plattbärlag	Alternativ 3 - Prefabricerad betong + stål	Alternativ 4 - Träalternativ
	Klimatpåverkan, totalt, kg CO ₂ -ekv. (fossilt)	Klimatpåverkan, totalt, kg CO ₂ -ekv. (fossilt)	Klimatpåverkan, totalt, kg CO ₂ - ekv. (fossilt)	Klimatpåverkan, totalt, kg CO ₂ - ekv. (fossilt)
A1-A3 Produktskede	901 606	1 435 772	1 267 767	536 413
A4 Transport till byggarbetsplats	134 521	77 084	67 548	12 083
A5 Byggprocessen, rivning och avfalls- hantering av det be- fintliga fläktrummet	259 13	25 913	25 913	25 913
Klimatpåverkan, totalt, A1-A5 (kg CO₂-ekv)	1 062 404	1 538 769	1 361 228	574 409
Klimatpåverkan, totalt, A1-A5 (kg CO₂-ekv/ A-temp)	181	276	232	98

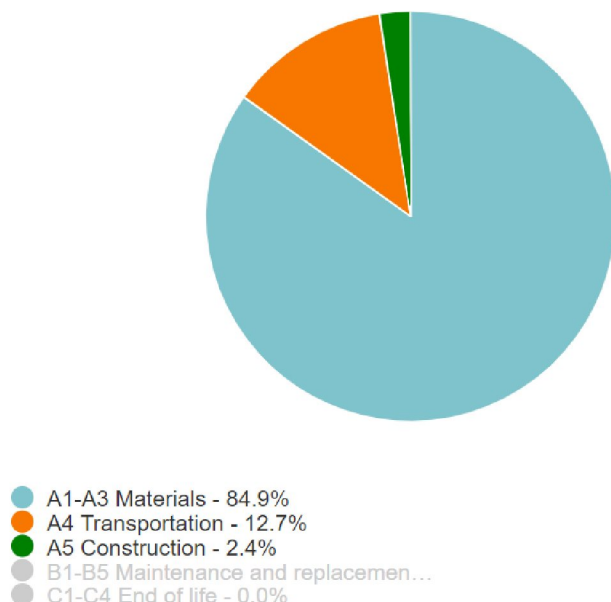
Tabell 2. Klimatpåverkan för de fyra påbyggnadsalternativen för A1-A5

Bland de fyra analyserade påbyggnadsalternativen, har Alternativ 2 - Plattbärlag den högsta klimatpåverkan 1538 ton CO₂-ekv. totalt samt 276 kg CO₂/m² A-temp, utifrån de systemgränser som valts i denna studie. Alternativ 4 - Träalternativ ger 574 ton CO₂-ekv. totalt samt 98 kg CO₂/m² A-temp, vilket är mindre än hälften av Alternativ 2 och den lägsta av de fyra alternativen. Klimatpåverkan för Alternativ 3 - Prefabricerad betong + stål och Alternativ 1 - Platsgjuten stomme är 1062 ton CO₂-ekv. totalt samt 181 kg CO₂/m² A-temp, respektive 1361 ton CO₂-ekv. totalt samt 232 kg CO₂/m² A-temp.

5.1.1 Klimatpåverkan Alternativ 1 - Platsgjuten stomme

I figur 2 presenteras klimatpåverkan, fördelat på livscykelkedan A1-A5 för Alternativ 1 - Platsgjuten stomme. Produktion av material, A1-A3, står för 84,9% av den totala klimatpåverkan. Transport av byggmaterial till byggarbetsplats, A4 står för 12,7%, och rivning och avfallshantering av det befintliga fläktrummet, modellerad i A5, står för 2,4% av den totala klimatpåverkan.

Global warming, kg CO₂e - Life-cycle stages



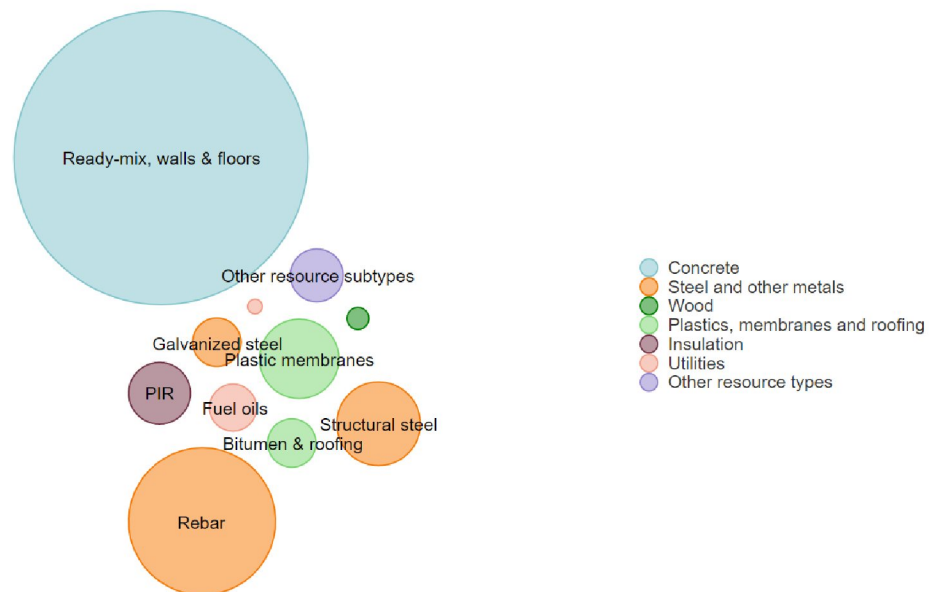
Figur 2. Klimatpåverkan fördelat på livscykelkedan A1-A5. Påbyggnad, Alternativ 1 - Platsgjuten stomme.

I figur 3 nedan presenteras klimatpåverkan i ton CO₂-ekv, för A1-A3 (produktion av material), fördelat på olika resurser. Betong står för 639 ton CO₂-ekv, vilket motsvarar 70% av den totala klimatpåverkan. Stål står för 229 ton CO₂-ekv, vilket gör att materialet har bidragit med 25% av den totala klimatpåverkan för produktion av material.

▼ Most contributing materials (Global warming)			
No.	Resource	Cradle to gate impacts (A1-A3)	Of cradle to gate (A1-A3)
1.	Ready-mix concrete ?	519 tons CO ₂ e	57.6 %
2.	Reinforcement steel (rebar), generic ?	172 tons CO ₂ e	19.0 %
3.	Ready-mix and prefabricated concrete ?	86 tons CO ₂ e	9.5 %
4.	Steel beams, trusses, welded and coated sections ?	36 tons CO ₂ e	4.0 %
5.	Ready-mix concrete ?	34 tons CO ₂ e	3.8 %
6.	EPDM roof sheets ?	16 tons CO ₂ e	1.8 %
7.	PIR insulation panels, unfaced ?	14 tons CO ₂ e	1.5 %
8.	Hot dip galvanized steel roofing, 0,5 mm ?	11 tons CO ₂ e	1.3 %
9.	Steel, hot finished structural hollow sections ?	10 tons CO ₂ e	1.1 %
10.	Extensive green roof system ?	3,5 tons CO ₂ e	0.4 %

Figur 3. Klimatpåverkan, ton CO₂-ekv, fördelat på olika resurser A1-A3. Påbyggnad, Alternativ 1 - Platsgjuten stomme.

Figur 4 visar klimatpåverkan fördelat på olika resurser för A1-A5.

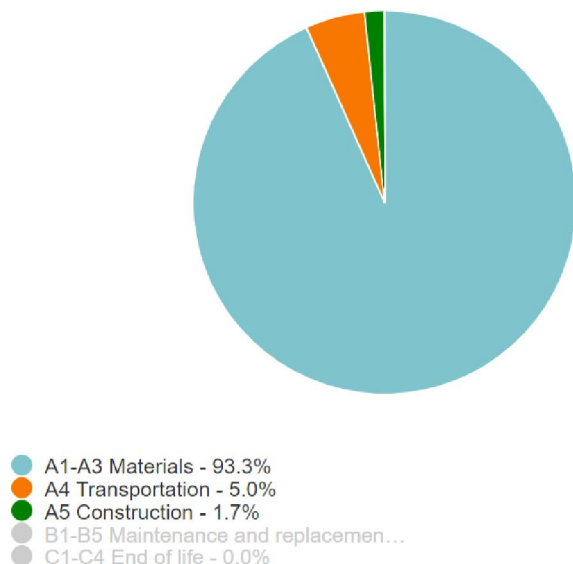


Figur 4. Klimatpåverkan fördelat på olika resurser A1-A5. Påbyggnad, Alternativ 1 - Platsgjuten stomme.

5.1.2 Klimatpåverkan Alternativ 2 - Plattbärlag











I figur 5 presenteras klimatpåverkan, i procent, fördelat på livscykelkedan A1-A5 för Alternativ 2. Produktion av material, A1-A3, står för 93,9% av den totala klimatpåverkan. Transport av byggmaterial till byggarbetsplats, A4 står för 5%, och rivning och avfallshantering av det befintliga fläktrummet, modellerad i A5, står för 1,7% av den totala klimatpåverkan.

Global warming, kg CO₂e - Life-cycle stages



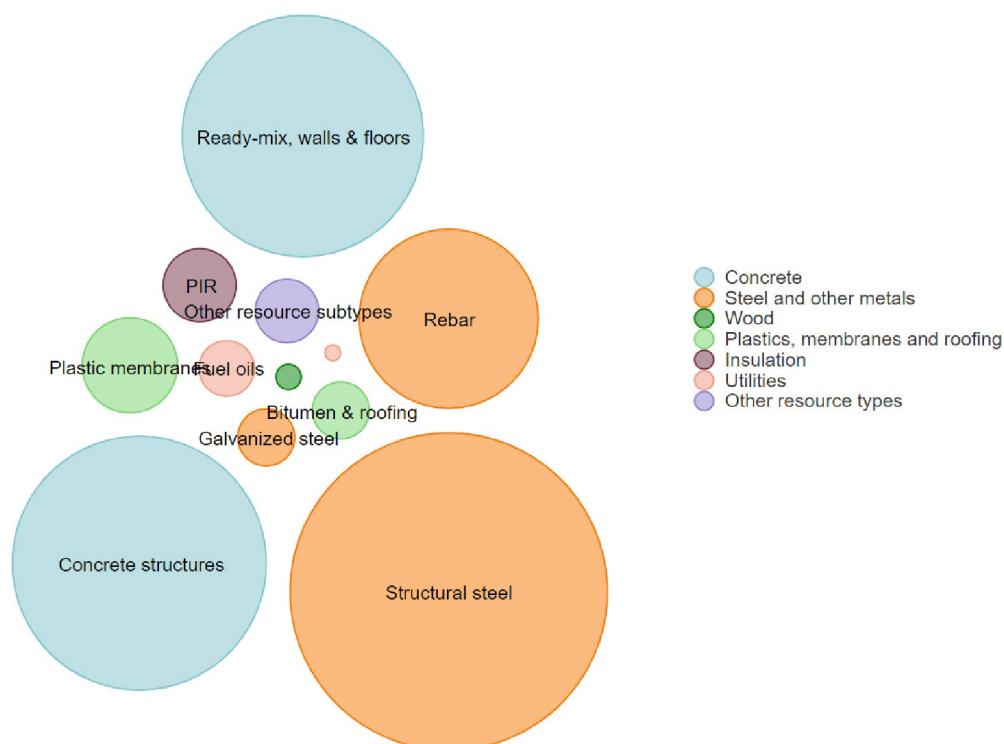
Figur 5. Klimatpåverkan fördelat på livscykelkedan A1-A5. Påbyggnad, Alternativ 2 - Plattbärlag.

I figur 6 nedan presenteras klimatpåverkan i ton CO₂-ekv, för A1-A3 (produktion av material), fördelat på olika resurser för Alternativ 2. Olika typer av stål står för sammanlagt 767 ton CO₂-ekv, vilket gör att materialet har bidragit med nästan 50% av den totala klimatpåverkan för det här skedet. Betong av olika slag står för 621 ton CO₂-ekv, vilket motsvarar 40% av den totala klimatpåverkan.

▼ Most contributing materials (Global warming)			
No.	Resource	Cradle to gate impacts (A1-A3)	Of cradle to gate (A1-A3)
1.	Concrete prefabricated elements, reinforced  ?	354 tons CO ₂ e	24.7 %
2.	Steel beams, trusses, welded and coated sections  ?	251 tons CO ₂ e	17.5 %
3.	Slim-floor composite steel beam  ?	249 tons CO ₂ e	17.4 %
4.	Ready-mix concrete for indoor floor appl., standard  ?	178 tons CO ₂ e	12.4 %
5.	Reinforcement steel (rebar), generic  ?	172 tons CO ₂ e	12.0 %
6.	Steel, hot finished structural hollow sections  ?	95 tons CO ₂ e	6.6 %
7.	Ready-mix and prefabricated concrete  ?	55 tons CO ₂ e	3.8 %
8.	Ready-mix concrete  ?	34 tons CO ₂ e	2.4 %
9.	EPDM roof sheets  ?	16 tons CO ₂ e	1.1 %
10.	PIR insulation panels, unfaced  ?	14 tons CO ₂ e	1.0 %

Figur 6. Klimatpåverkan, ton CO₂-ekv, fördelat på olika resurser A1-A3. Påbyggnad, Alternativ 2 - Plattbärlag.

Figur 7 visar klimatpåverkan fördelat på olika resurser för A1-A5.

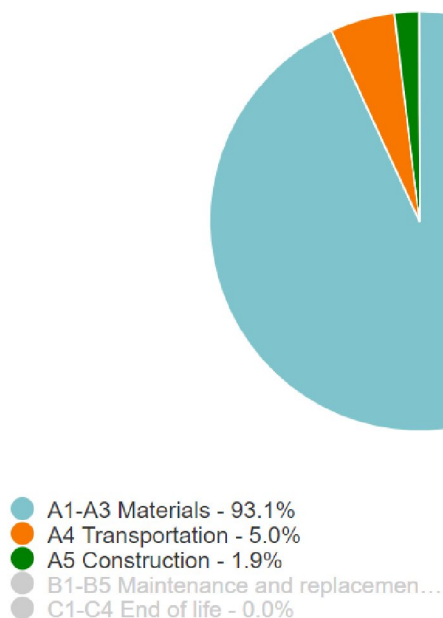


Figur 7. Klimatpåverkan fördelat på olika resurser A1-A5. Påbyggnad, Alternativ 2 - Plattbärlag.

5.1.3 Klimatpåverkan Alternativ 3 - Prefabricerad betong + stål











I figur 8 presenteras klimatpåverkan, i procent, fördelat på livscykelkedan A1-A5 för Alternativ 3 där prefabricerad betong och stål användas för stomme för påbyggnaden. Produktion av material, A1-A3, står för 93,1% av den totala klimatpåverkan. Transport av byggmaterial till byggarbetsplats, A4 står för 5%, och rivning och avfallshantering av det befintliga fläktrummet, modellerad i A5, står för 1,9% av den totala klimatpåverkan.

Global warming, kg CO₂e - Life-cycle stages



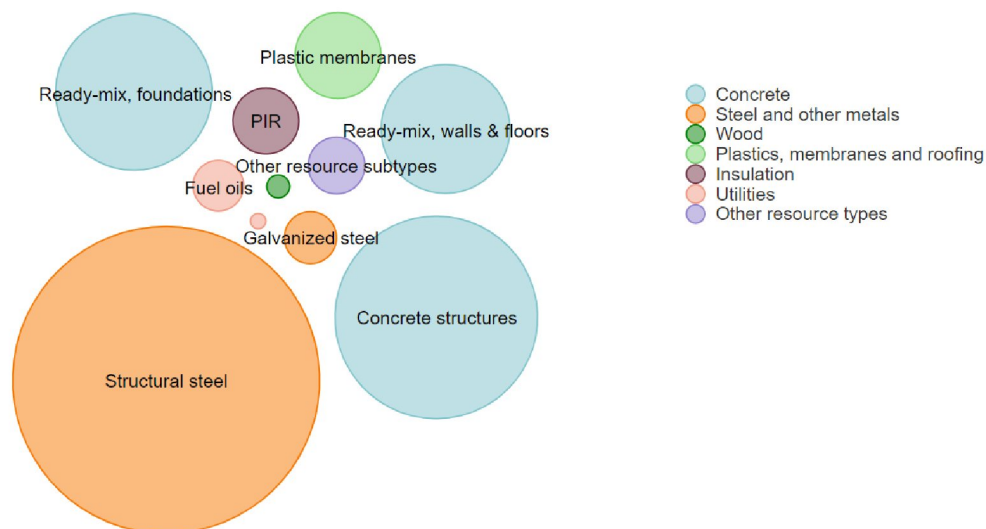
Figur 8. Klimatpåverkan fördelat på livscykelkedan A1-A5. Påbyggnad, Alternativ 3 - Prefabricerad betong + stål.

I figur 9 nedan presenteras klimatpåverkan i ton CO₂-ekv, för A1-A3 (produktion av material), fördelat på olika resurser för Alternativ 3. Olika typer av stål står för sammanlagt 739 ton CO₂-ekv, vilket gör att materialet har bidragit med nästan 60% av den totala klimatpåverkan för det här skedet. Betong av olika slag står för 492 ton CO₂-ekv, vilket motsvarar 39% av den totala klimatpåverkan.

▼ Most contributing materials (Global warming)			
No.	Resource	Cradle to gate impacts (A1-A3)	Of cradle to gate (A1-A3)
1.	Steel beams, trusses, welded and coated sections  ?	625 tons CO ₂ e	49.6 %
2.	Concrete prefabricated elements, reinforced  ?	288 tons CO ₂ e	22.8 %
3.	Ready-mix concrete, normal-strength, generic  ?	115 tons CO ₂ e	9.1 %
4.	Steel, hot finished structural hollow sections  ?	100 tons CO ₂ e	7.9 %
5.	Ready-mix and prefabricated concrete  ?	55 tons CO ₂ e	4.3 %
6.	Ready-mix concrete  ?	34 tons CO ₂ e	2.7 %
7.	EPDM roof sheets  ?	16 tons CO ₂ e	1.3 %
8.	PIR insulation panels, unfaced  ?	14 tons CO ₂ e	1.1 %
9.	Hot dip galvanized steel roofing, 0.5 mm  ?	11 tons CO ₂ e	0.9 %
10.	Steel sheets, generic  ?	3 tons CO ₂ e	0.2 %

Figur 9. Klimatpåverkan, ton CO₂-ekv, fördelat på olika resurser A1-A3. Påbyggnad, Alternativ 3 - Prefabricerad betong + stål.

Figur 10 visar klimatpåverkan fördelat på olika resurser för A1-A5.

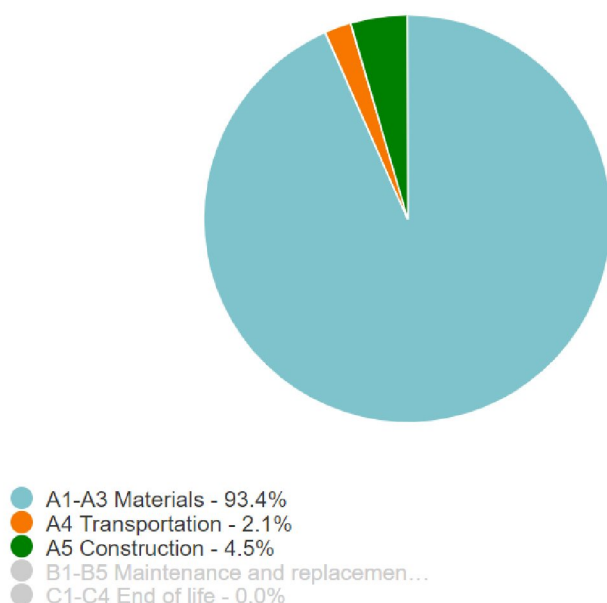


Figur 10. Klimatpåverkan fördelat på olika resurser A1-A5. Påbyggnad, Alternativ 3 - Prefabricerad betong + stål.

5.1.4 Klimatpåverkan Alternativ 4 - Träalternativ

I figur 11 presenteras klimatpåverkan, i procent, fördelat på livscykelkedan A1-A5 för Alternativ 3 där träalternativ används för stomme för påbyggnaden. Produktion av material, A1-A3, står för 93,4% av den totala klimatpåverkan. Transport av byggmaterial till byggarbetsplats, A4 står för 2,1%, och rivning och avfallshantering av det befintliga fläktrummet, modellerad i A5, står för 45 % av den totala klimatpåverkan.

Global warming, kg CO₂e - Life-cycle stages



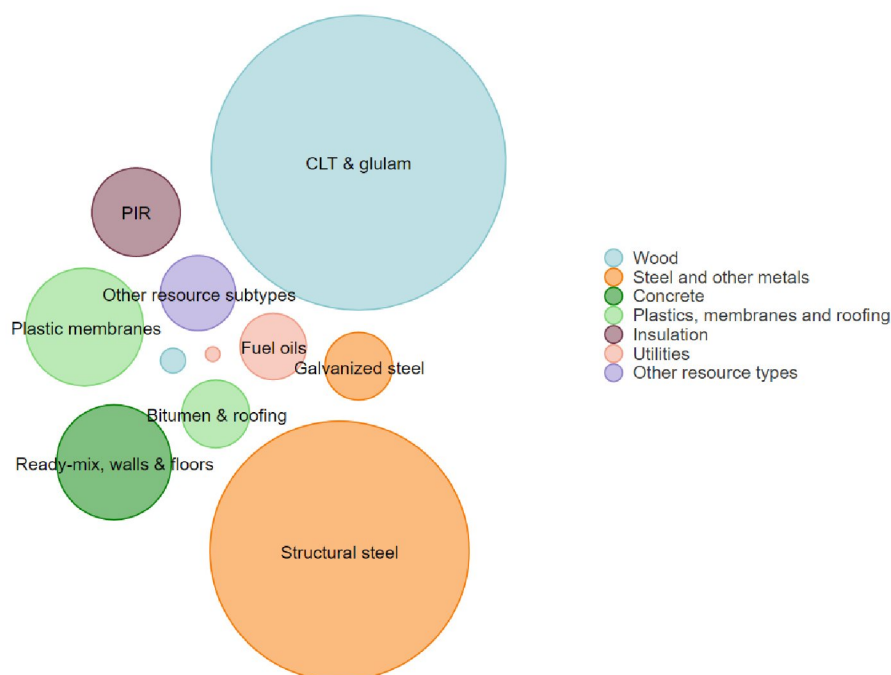
Figur 11. Klimatpåverkan fördelat på livscykelkedan. Påbyggnad, Alternativ 4 - Träalternativ.

I figur 12 nedan presenteras klimatpåverkan i ton CO₂-ekv, för A1-A3 (produktion av material), fördelat på olika resurser för Alternativ 3. Olika typer av stål står för sammanlagt 247 ton CO₂-ekv, vilket gör att materialet har bidragit med 46% av den totala klimatpåverkan för det här skedet. Olika typer av träprodukter står för 40% av den totala klimatpåverkan.

▼ Most contributing materials (Global warming)			
No.	Resource	Cradle to gate impacts (A1-A3)	Of cradle to gate (A1-A3)
1.	Steel beams, trusses, welded and coated sections ?	208 tons CO ₂ e	38.9 %
2.	Solid Timber Panels (Cross-Laminated Timber, CLT) ?	192 tons CO ₂ e	35.7 %
3.	Ready-mix concrete ?	34 tons CO ₂ e	6.3 %
4.	Glulam beams and pillars ?	29 tons CO ₂ e	5.4 %
5.	Steel, hot finished structural hollow sections ?	28 tons CO ₂ e	5.3 %
6.	EPDM roof sheets CO ₂ ?	16 tons CO ₂ e	3.0 %
7.	PIR insulation panels, unfaced ?	14 tons CO ₂ e	2.6 %
8.	Hot dip galvanized steel roofing, 0,5 mm ?	11 tons CO ₂ e	2.1 %
9.	Extensive green roof system CO ₂ ?	3,5 tons CO ₂ e	0.7 %
10.	Planed and strenght-graded timber, pine or spruce ?	0,31 tons CO ₂ e	0.1 %

Figur 12. Klimatpåverkan, ton CO₂-ekv, fördelat på olika resurser A1-A3. Påbyggnad, Alternativ 4 - Träalternativ.

Figur 13 visar klimatpåverkan fördelat på olika resurser för A1-A5.



Figur 13. Klimatpåverkan fördelat på olika resurser A1-A5. Påbyggnad, Alternativ 4 - Träalternativ.

5.2 Klimatpåverkan för fasadalternativen

I tabell 3 presenteras klimatpåverkan för de två analyserade alternativen för livscykel-skede A1-A5, dvs, från produktion av byggmaterialet, leverans till byggarbetsplats samt delar av byggprocessen (rivning, transport samt avfallshantering av befintlig fasad).

	Alternativ 1 – System KoolTherm	Alternativ 2 - Plockfasad
	Klimatpåverkan, totalt, kg CO ₂ -ekv. (fossilt)	Klimatpåverkan, totalt, kg CO ₂ -ekv. (fossilt)
A1-A3 Produktskede	140 423	382 162
A4 Transport till byggarbetsplats	3 102	4 566
A5 Byggprocessen, rivning och avfalls-hantering av befintlig fasad	23 272	23 272
Klimatpåverkan, totalt, A1-A5 (kg CO₂-ekv)	166 797	410 000
Klimatpåverkan, totalt, A1-A5 (kg CO₂-ekv/ A-temp)	5.7	14

Tabell 3. Klimatpåverkan för de två fasadalternativen för A1-A5

Livscykelanalysen visar att klimatpåverkan för Alternativ 2 - Plockfasad är 410 ton CO₂-ekv. totalt utifrån de systemgränser som valts i denna studie. Alternativ 1 - System KoolTherm ger 167 ton CO₂-ekv. totalt, vilket är mindre än hälften av klimatpåverkan för Alternativ 2.

5.2.1 Klimatpåverkan Alternativ 1 - System KoolTherm

Figur 14 visar att produktion av material, A1-A3, står för 84,2% av den totala klimatpåverkan.

Global warming, kg CO₂e - Life-cycle stages



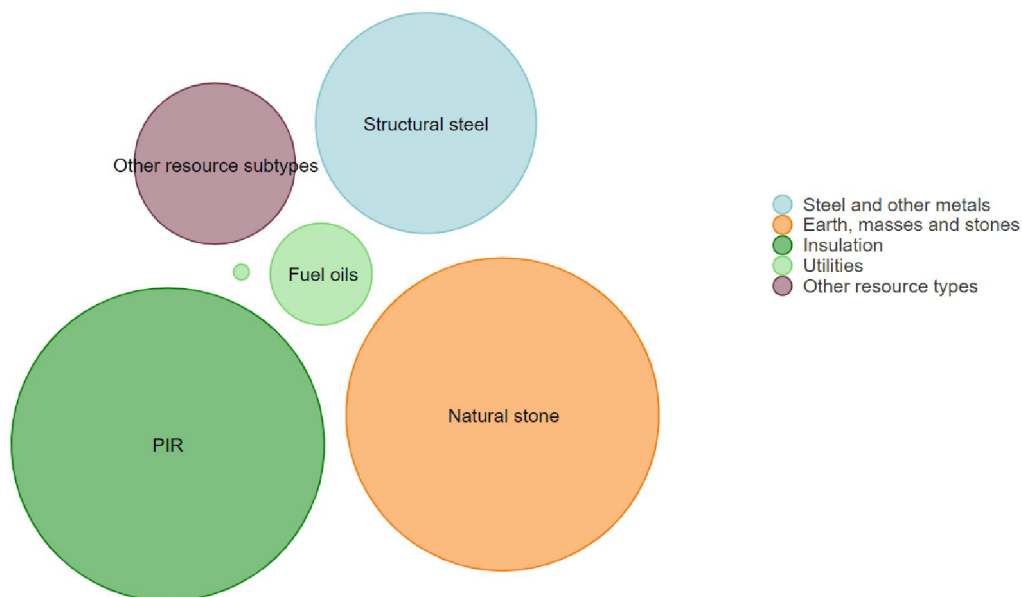
Figur 14. Klimatpåverkan fördelat på livscykelkedan A1-A5. Fasad, Alternativ 1 - System KoolTherm.

Figur 15 nedan visar att sten står för 65 ton CO₂-ekv., vilket är 46% av den totala klimatpåverkan för produktion av material. Material för Isolering och stål står för 31% respektive 23% av den totala klimatpåverkan för livscykelkedan A1-A3.

▼ Most contributing materials (Global warming)			
No.	Resource	Cradle to gate impacts (A1-A3)	Of cradle to gate (A1-A3)
1.	Natural stone slab, flexible, façade  ?	65 tons CO ₂ e	45.9 %
2.	PIR insulation panels, unfaced  ?	43 tons CO ₂ e	30.8 %
3.	Cast-in anchor channel systems  ?	33 tons CO ₂ e	23.2 %

Figur 15. Klimatpåverkan, ton CO₂-ekv, fördelat på olika resurser A1-A3. Fasad, Alternativ 1 - System KoolTherm.

Figur 16 visar klimatpåverkan fördelat på olika resurser för A1-A5.

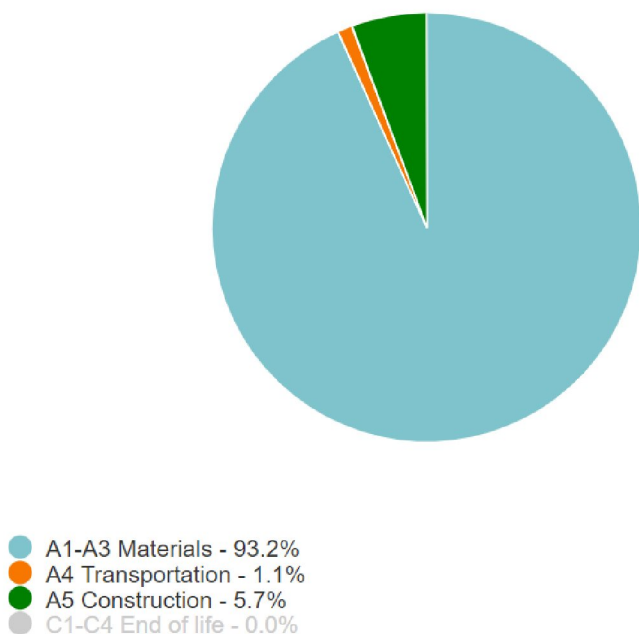


Figur 16. Klimatpåverkan fördelat på olika resurser A1-A5. Fasad, Alternativ 1 - System KoolTherm.

5.2.2 Klimatpåverkan Alternativ 2 - Plockfasad






Livscykelanalysen visar att produktion av material, A1-A3, står för 93,2% av den totala klimatpåverkan för fasadalternativ 2.

Global warming, kg CO₂e - Life-cycle stages



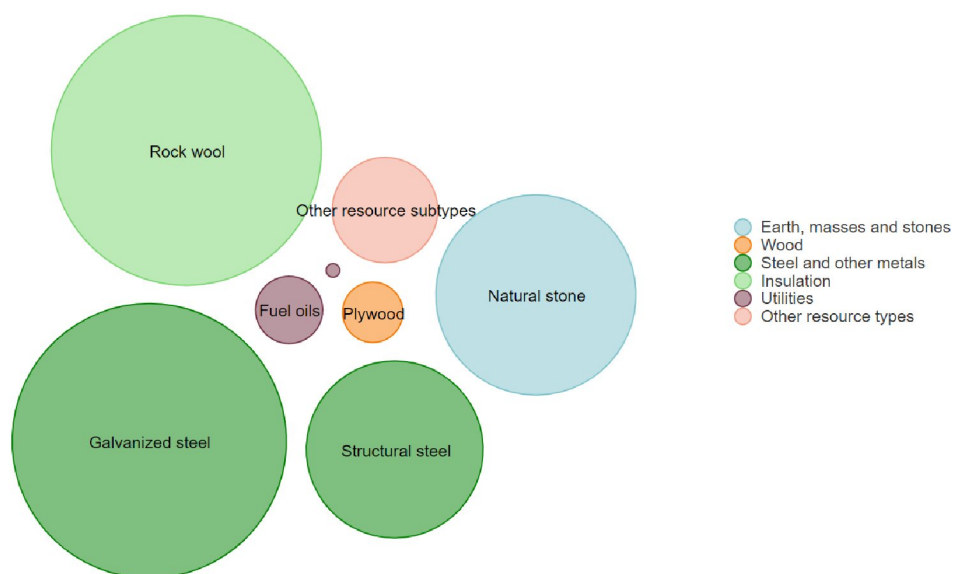
Figur 17. Klimatpåverkan fördelat på livscykelkedan A1-A5. Fasad, Alternativ 2 - Plockfasad.

Bland materialen står olika typer av stål för sammanlagt 48,6 % av den totala klimatpåverkan för A1-A3. Isolering och sten står för 33,5% respektive 16,9% av den totala klimatpåverkan.

▼ Most contributing materials (Global warming)			
No.	Resource	Cradle to gate impacts (A1-A3)	Of cradle to gate (A1-A3)
1.	Hot dip galvanized steel roofing, 0,5 mm  ?	133 tons CO ₂ e	34.9 %
2.	Rock wool insulation in bats  ?	128 tons CO ₂ e	33.5 %
3.	Natural stone slab, flexible, façade  ?	65 tons CO ₂ e	16.9 %
4.	Structural steel profiles, generic  ?	52 tons CO ₂ e	13.7 %
5.	Plywood, generic  ?	4,1 tons CO ₂ e	1.1 %

Figur 18. Klimatpåverkan, ton CO₂-ekv, fördelat på olika resurser A1-A3. Fasad, Alternativ 2 - Plockfasad.

Figur 19 nedan visar klimatpåverkan fördelat på olika resurser för A1-A5.



Figur 19. Klimatpåverkan fördelat på olika resurser A1-A5. Fasad, Alternativ 2 - Plockfasad.

5.3 Klimatpåverkan för vinterträdgården

I tabell 4 presenteras klimatpåverkan för vinterträdgården för livscykelkedje A1-A4, dvs från produktion av byggmaterialet till leverans till byggarbetsplats.

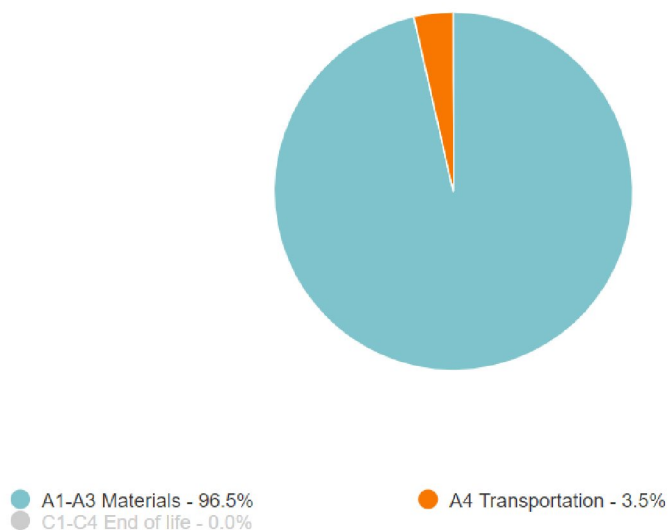
	Vinterträdgården
	Klimatpåverkan, totalt, kg CO ₂ -ekv. (fossilt)
A1-A3 Produktskede	193 011
A4 Transport till byggarbetsplats	7 077
Klimatpåverkan, totalt, A1-A4 (kg CO₂-ekv)	200 088
Klimatpåverkan, totalt, A1-A4 (kg CO₂-ekv/ A-temp)	392

Tabell 4. Klimatpåverkan för Vinterträdgården för A1-A4.

Livscykelanalysen visar att klimatpåverkan för byggnation av vinterträdgården är 200 ton CO₂-ekv. totalt samt 392 kg CO₂/m² A-temp utifrån de systemgränser som valts i denna studie.



Produktion av material, A1-A3, står för 193 ton CO₂-ekv. totalt vilket är 96,5 % av den totala klimatpåverkan.

Global warming, kg CO₂e - Life-cycle stages



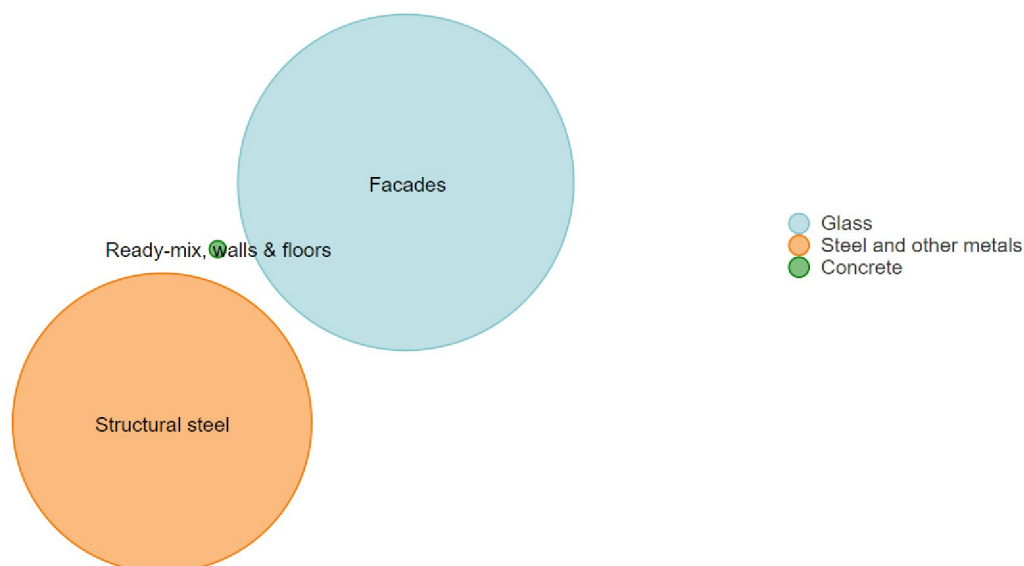
Figur 20. Klimatpåverkan fördelat på livscykelkedjen A1-A4. Vinterträdgården.

Figur 21 visar att produktion av glas står för 45,2% av den totala klimatpåverkan för produktion av material. Materialet som har näst störst påverkan är stål, som står för 39,4% av klimatpåverkan. Betong står för 15,4% av den totala klimatpåverkan.

▼ Most contributing materials (Global warming)			
No.	Resource	Cradle to gate impacts (A1-A3)	Of cradle to gate (A1-A3)
1.	Glass wall system, façade glazing, per m2  ?	87 tons CO ₂ e	45.2 %
2.	Steel beams, trusses, welded and coated sections ?	57 tons CO ₂ e	29.5 %
3.	Ready-mix and prefabricated concrete  ?	30 tons CO ₂ e	15.4 %
4.	Steel, hot finished structural hollow sections  ?	19 tons CO ₂ e	9.9 %

Figur 21. Klimatpåverkan, ton CO₂-ekv, fördelat på olika resurser A1-A3. Vinterträdgården.

Figur 22 nedan visar klimatpåverkan fördelat på olika resurser för A1-A4.



Figur 22. Klimatpåverkan fördelat på olika resurser A1-A4. Vinterträdgården.

6 Diskussion

Syftet med denna livscykelanalys är att beräkna klimatpåverkan för 4 stomalternativ för påbyggnaden, 2 alternativ för fasaden, samt klimatpåverkan för byggnation av vinterträdgården. Omfattningen av livscykelanalysen har varit ett begränsat antal byggnadsdelar. Det framräknade resultatet är därför inte ett mått på hela byggnadens klimatpåverkan.

De analyserade påbyggnadsalternativen omfattar rivning, transporter och avfallshantering av det befintliga fläktrummet, byggnation av stomme för påbyggnaden, byggnation av terrassen, samt byggnation av det nya fläktrummet. Alternativ 2 - Plattbärlag ger upphov till den högsta klimatpåverkan om totalt 1 538 ton CO₂-ekv. Alternativ 4 - Träalternativ ger 574 ton CO₂-ekv, vilket är den lägsta av de fyra alternativen. Den huvudsakliga anledningen är klimatpåverkan kopplad till produktion och transport av de nya material som behövs för påbyggnaden. Viss klimatpåverkan kommer även från rivning av det befintliga fläktrummet samt transport och avfallshantering av rivet material. Eftersom materialen för byggnation av terrassen och det nya fläktrummet är desamma för samtliga av påbyggnadsalternativen, är det i huvudsak materialen för stomme som bidrar till skillnad i klimatpåverkan mellan påbyggnadsalternativen. Produktion av material som ingår i stomme för Alternativ 2 - Plattbärlag är det som bidrar mest till klimatpåverkan.

De analyserade fasadalternativen omfattar rivning, transporter och avfallshantering av den befintliga fasaden, byggnation av fasaden för den befintliga byggnaden och byggnation av fasaden för påbyggnaden. Alternativ 2 - Plockfasad ger 410 ton CO₂-ekv, vilket är mer än dubbel så hög klimatpåverkan än Alternativ 1 - System KoolTherm. Den huvudsakliga anledningen är klimatpåverkan kopplad till produktion och transport av de nya material som behövs för byggnation av fasaden. Viss klimatpåverkan kommer även från rivning av den befintliga fasaden, samt transport och avfallshantering av rivet material. Det är produktion av stål och isoleringsmaterial för Alternativ 2 - Plockfasad som i högst grad bidrar till skillnaden mellan alternativen.

Livscykelanalysen för **Vinterträdgården** omfattar endast byggnation av vinterträdgården. Byggnation av vinterträdgården ger upphov av 200 ton CO₂-ekv. totalt. Klimatpåverkan kommer från produktion och transport av material som behövs för att bygga vinterträdgården.

7 Referenser

IVL Svenska Miljöinstitutet, 2015, *M. Pettersson och D. Pettersson, "U5176 Klimatpåverkan för byggnader med olika energiprestanda - Underlagsrapport till kontrollstation 2015"* IVL.

Bjerking AB

Handläggare: Hongling Liu Wennersten
Teknikansvarig: Johanna Fredén

Granskad av: Robert af Wetterstedt
Pia Andersson

Verification

Transaction ID	HJpZTsvE8-Sy0WpiPVI
Document	LCA_Rapport_Orgelpipan_7_påbygg-fasad-etc_rev_20200228.pdf
Pages	23
Sent by	Robert af Wetterstedt

Signing parties

Robert af Wetterstedt	robert.af.wetterstedt@bjerking.se	Method: Email	Action: Sign
-----------------------	-----------------------------------	---------------	--------------

Activity log

E-mail invitation sent to robert.af.wetterstedt@bjerking.se

2020-02-29 10:22:13 CET,

Clicked invitation link Robert af Wetterstedt

Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; WOW64; Trident/7.0; Touch; rv:11.0) like Gecko,2020-02-29 10:22:36
CET,IP address: 46.39.115.95

Document viewed by Robert af Wetterstedt

Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; WOW64; Trident/7.0; Touch; rv:11.0) like Gecko,2020-02-29 10:22:36
CET,IP address: 46.39.115.95

Document signed by Robert af Wetterstedt

2020-02-29 10:22:48 CET,IP address: 46.39.115.95

robert.af.wetterstedt@bjerking.se

Verified ensures that the document has been signed according to the method stated above.
Copies of signed documents are securely stored by Verified.

