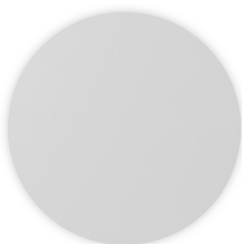
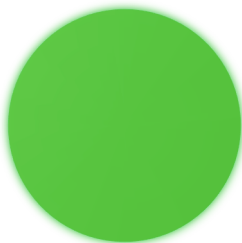
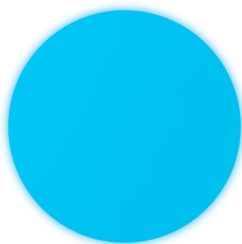
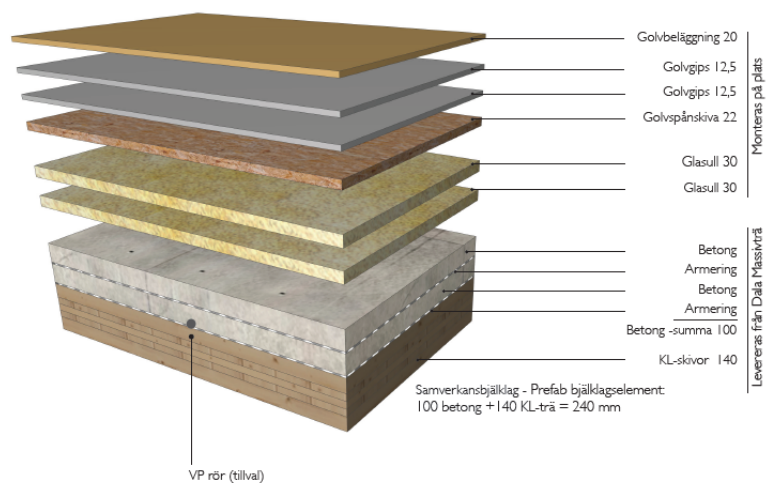
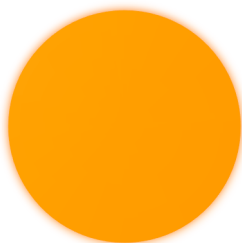


Livscykelanalys (LCA), samverkansbjälklag



FoU-projekt, Boverkets stöd för innovativt byggande





Uppdragsnamn
**Livscykelanalys (LCA) Samverkansbjälk-
lag**

Uppdragsgivare
Torget Arkitekter/Boverket

Uppdragsansvarig
Björn Johanson

Datum
2019-11-21

Rev.
Klicka här för att ange
datum.

Innehåll

1	Inledning	2
1.1	Syftet med livscykelanalysen	2
1.2	Avgränsningar	2
2	Beskrivning av det analyserade samverkansbjälklaget	3
3	Livscykelanalys metodik	4
3.1	Vad innebär livscykelanalys, LCA?	4
3.2	Standarder för Livscykelanalys	5
3.3	Miljövarudeklaration, Environmental Product Declaration, EPD	6
3.4	Systemgränser	7
3.5	Funktionell enhet	7
4	Indata	8
5	Resultat	8
5.1	Klimatpåverkan, modul A1-A5	8
5.2	Klimatpåverkan, per resurs, modul A1-A3	9
5.3	Klimatpåverkan, ingående material med störst påverkan, modul A1-A3	10
6	Diskussion	11
7	Bilaga	12

1 Inledning

Inom ramen för detta FoU-projekt för Boverket har en förenklad livscykelanalys utförts för ett av de alternativ på samverkansbjälklag som utvecklats inom projektet. Två beräkningar har genomförts, ett alternativ där genomsnittsdatabas har använts för betong och armering samt ett alternativ med betong och armering med lägre klimatpåverkan har valts. Det samverkansbjälklag som LCA-beräkningarna har utförts för beskrivs i dokumentet "*Samverkansbjälklag enligt A 191113*".

För beräkningarna har livscykelanalysverktyget One Click LCA använts. Verktyget 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 projektdeltagare från Bjerking, Dala Massivträ samt Torget arkitekter.

Klimatpåverkan presenteras som $kg\ CO_2\text{-ekv}$ för $1\ m^2$ samverkansbjälklag utifrån de specifikationer som framkommer i dokumentet "*Samverkansbjälklag enligt A 191113*".

1.1 Syftet med livscykelanalysen

Syftet med denna livscykelanalys är att beräkna klimatpåverkan för det förslag på samverkansbjälklag som utvecklats inom ramen för FoU-projektet. Livscykelanalysen omfattar klimatpåverkan från utvinning av råmaterial samt transporter till tillverkningsenheten i Dalarna för de material som ingår i samverkansbjälklaget samt hantering av spill från KL-träet (modul A1-A3, A4 samt delar av A5). Som en del av livscykelanalysen görs en jämförelse av betong och armering med olika klimatprestanda.

1.2 Avgränsningar

Livscykelanalysen resulterar i en bedömning av klimatpåverkan för det framtagna samverkansbjälklaget utifrån de systemgränser som har valts. Klimatpåverkan anges med indikatorn Global Warming Potential (GWP 100) och uttrycks i $kg\ CO_2\text{-ekvivalenter}$. GWP 100 beskriver det potentiella bidraget av en gas till växthuseffekten integrerat över en 100-årsperiod, beräknat enligt IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Ett standardiserat sätt att uttrycka GWP för att bedöma olika klimatpåverkande gasers bidrag till växthuseffekten är att räkna om dem till kg fossila $CO_2\text{-ekvivalenter}$.

Livscykelanalysen för samverkansbjälklaget, omfattar klimatpåverkan från utvinning av råmaterial, produktion och transport av de material som ingår i samverkansbjälklaget samt spill från KL-träet som uppkommer vid tillverkningen. Observera att klimatpåverkan från energianvändning i produktionen inte ingår i analysen samt ev. övrigt spill.

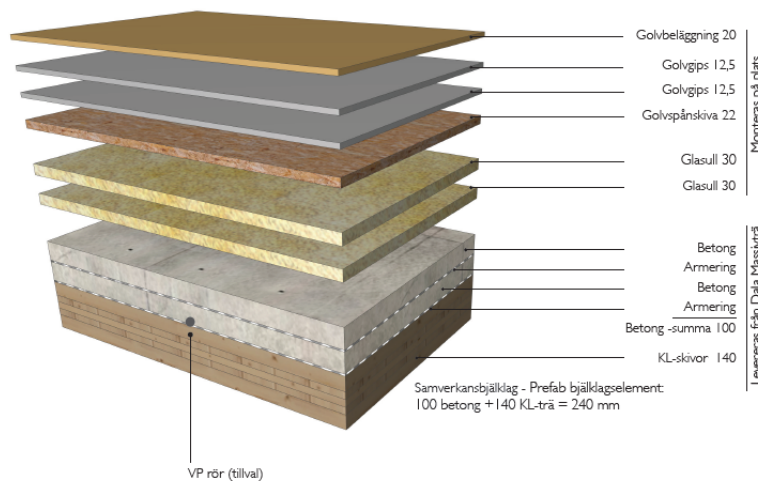
2 Beskrivning av det analyserade samverkansbjälklaget

Flera olika samverkansbjälklag har utvecklats inom ramen för FoU-projektet. LCA-beräkningar har utförts för det samverkansbjälklag som man har valt att testa vidare.

Två alternativ för samverkansbjälklaget har analyserats:

- *Samverkansbjälklag*, genomsnittsdata för svensk betong C30/37 (20% återvunna bindemedel) samt för svensk armering (97% återvunnen metall)
- *Samverkansbjälklag, alt 2* Grön bjälklagsbetong, Skanska C32/40 samt armering från Celsa steel

Figur 1 beskriver schematiskt uppbyggnaden av samverkanbjälklaget.



Figur 1 Uppbyggnad samverkansbjälklag, hämtat från "Samverkanbjälklag enligt A 191113"

LCA-beräkningarna har utgått från ovanstående mängder, med en justering för KL-skivorna som enligt uppgift från Dala Massivträ ska ha en tjocklek på 160 mm istället för 140 mm samt en liten justering av betongen.

Följande uppbyggnad av samverkansbjälklaget har antagits för LCA-beräkningarna:

Produkt/Material	Tjocklek (mm)
Ingående material för att producera samverkansbjälklaget per 1 m ² :	
Golvbeläggning (flooring)	15
Golvgips (plasterboard)	12,5 * 2 st.
Golvspånskiva (chipboard/particleboard)	22
Glasull (glass wool)	30 * 2 st.
Betong C30/37 med armering (concrete and rebar)	101,77
KL-trä 5-skikt (cross laminated timber, X-lam)	160

Samverkansbjälklaget produceras i Linghed av Dala Massivträ. Betong köps in från Swerock i Falun och transporteras 34 km till Linghed. KL-trä köps in från Stora Enso i Grums och transporteras 286 km. För övriga material som används i samverkansbjälklaget har genomsnittliga transportsträckor hämtats från One Click LCA.

Samverkansbjälklaget monteras på plats i Linghed enligt följande process:

- Lossning från lastbil och inkörning till lager i produktionshall med dieseldriven lastmaskin (snabb/kort process).
- Lyft från lager till produktionslinje (eltruck).
- Manuellt bygge av gjutform på respektive element med hjälp av elhandverktyg. Jämförbart med snickeri.
- Skruvning och tillkapning och montage av armeringsjärn.
- Framkörning betong med pumpbil enligt tidigare. I framtiden eventuellt från egen betongstation.
- Gjutning och täckning av element i väntan på härdning. Huvudsakligen manuellt.
- Vätning av betong.
- Uttorkning

I LCA-beräkningarna har även resterande material i samverkansbjälklaget antagits monteras på plats i Linghed.

Energianvändningen i produktionen samt uppvärmning av lokaler och belysning har inte ingått i beräkningarna.

Det spill som uppkommer när man bearbetar KL-skivan hos Stora Enso i Grums ingår i LCA-beräkningarna. Detta används i förbränning hos Stora Enso. Inga uppgifter har erhållits om övrigt eventuellt spill från produktionen av samverkansbjälklaget.

3 Livscykelanalys metodik

3.1 Vad innebär livscykelanalys, LCA?

Livscykelanalys, LCA, är en metodik som används för att bedöma en varus eller en tjänsts miljöpåverkan under hela eller delar av dess livscykel. De olika livscykelkedena för en byggnad illustreras i *Figur 2*. En livscykelanalys resulterar i en bedömning av miljöpåverkan, exempelvis klimatpåverkan. Olika systemgränser kan väljas för klimatberäkningarna: en livscykelanalys kan göras för delar eller för hela byggnadens livscykel. Man kan även välja att inkludera alla byggdelar eller bara några av dem.



Figur 2 Byggnadens livscykel Bild: Infab AB/ Boverket

3.2 Standarder för Livscykelanalys

Metodiken för hur livscykelanalyser ska utföras beskrivs i en serie ISO-standarder. Beräkningen av klimatpåverkan för samverkansbjälklaget följer *SS EN 15978*, då samverkansbjälklaget ses som en del av en byggnad. Om samverkansbjälklaget i sin helhet istället betraktas som en byggprodukt kan man använda sig av *SS EN 15804* som beskriver hur en Environmental Product Declaration, EPD, kan tas fram.

Figur 2 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
					B6 Energianvändning i drift									
					B7 Vattenanvändning i drift									
Uppströms- Processer			Kärn- processer		Nedströmsprocesser								Frivilligt	

Figur 2. Uppbyggnaden av moduler i den europeiska standarden SS-EN15978 Hållbarhet hos byggnadsverk - Värdering av byggnaders miljöprestanda.

3.3 Miljövarudeklaration, Environmental Product Declaration, EPD

En miljövarudeklaration eller Environmental Product Declaration (EPD) innehåller detaljerad, livscykelbaserad miljöinformation för en eller flera produkter. En EPD är tredjepartsgranskad och frivillig och beskriver exempelvis klimatpåverkan för en produkt per producerad enhet. EPD:er finns publicerade i EPD-databaser (bl.a. the International EPD system <https://www.environdec.com/>, EPD Norge https://www.epd-norge.no/?lang=no_NO samt IBU <https://ibu-epd.com/en/>). EPD:er bygger på internationella standarder:

- ISO14025 Miljödeklarationer
- ISO 14040/14044 Livscykelanalys LCA
- EN15978/15804 Hållbarhet hos byggnadsverk

Alternativet till att använda produktspecifika uppgifter om klimatpåverkan från EPD:er är att använda så kallade generiska data, genomsnittsdata, för en hel produktkategori eller ett material.

3.4 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 Samverkansbjälklag	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 Spill från tillverkning av KL-träet ingår i analysen Övrigt spill ingår inte Energi från tillverkningsprocessen av samverkansbjälklaget 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.

3.5 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.

Resultaten i denna livscykelanalys presenteras som *kg CO₂-ekv. per m² producerat samverkansbjälklag*.

4 Indata

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

För livscykelberäkningarna behövs dels information om vilka material som ingår i samverkansbjälklaget, vilka mängder som behövs samt emissionsdata som beskriver klimatpåverkan för de olika material och energibärare som används. Som underlag har information erhållits från projektets deltagare på Bjerking, Dala Massivträ samt Torget arkitekter. Emissionsdata som har använts i beräkningarna för material och energibärare är generiska data (genomsnittsdata), representativa för den nordiska bygg- och anläggningssektorn, hämtade från One Click LCA.

För modul A4 har transportsträckor erhållits för betong (34 km) och KL-trä (286 km). För övriga byggmaterial har genomsnittliga transportsträckor hämtats från One Click LCA (70–130 km). Emissionsdata för transporterna är hämtade från One Click LCA.

För modul A5 ingår spill från bearbetning av KL-träet hos Stora Enso (förbränning i tillverkarens egen panna). Övrigt ev. spill från tillverkningen ingår inte i LCA-beräkningarna. Observera att energianvändning för tillverkningsprocessen av samverkansbjälklaget, i modul A5, inte ingår i denna beräkning.

5 Resultat

5.1 Klimatpåverkan, modul A1-A5

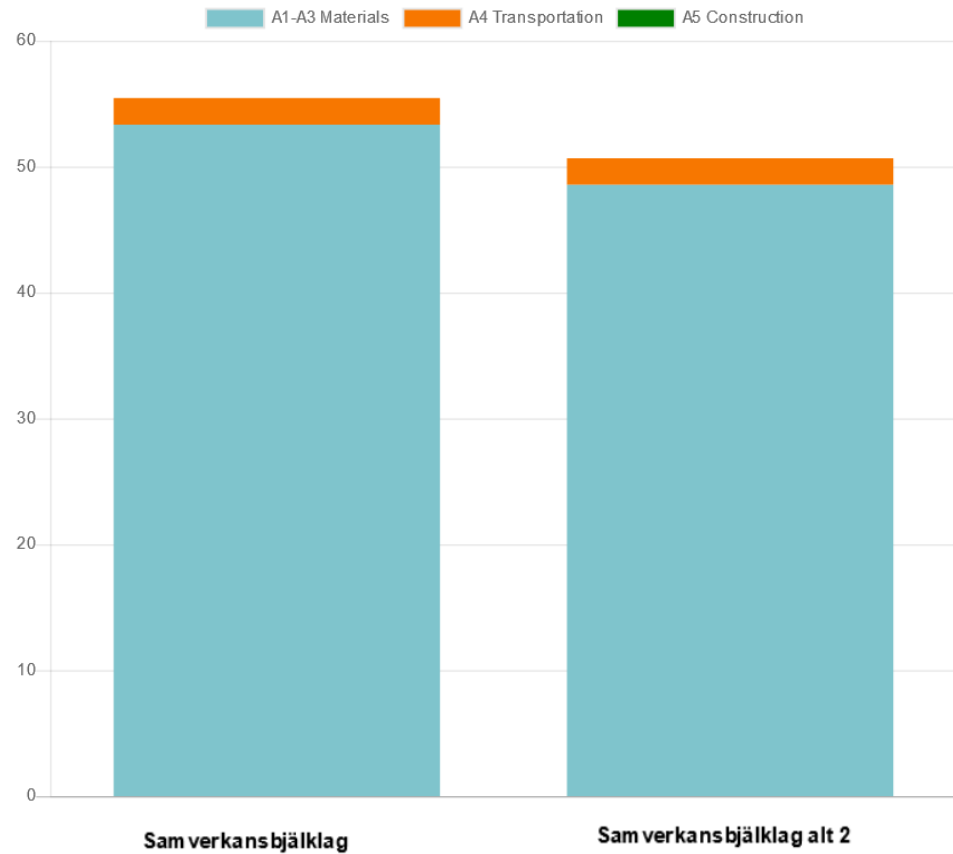
I tabell 2 presenteras klimatpåverkan för de analyserade alternativen för livscykelkedan A1-A5, dvs, från produktion av byggmaterialet, leverans till Lingshed samt delar av tillverkningsprocessen (spill från KL-trä ingår i beräkningarna, ej spill från övriga material eller energianvändning).

	Samverkansbjälklag, genomsnittsdata för betong och armering	Samverkansbjälklag, genomsnittsdata för betong och armering	Samverkansbjälklag, alt. 2, "grön" betong och armering	Samverkansbjälklag, alt. 2, "grön" betong och armering
	Klimatpåverkan, per m ² samverkansbjälklag, kg CO ₂ -ekv. (fossil)	Biogen kolinlagring, per m ² samverkansbjälklag, kg CO ₂ -ekv. (bio)	Klimatpåverkan, per m ² samverkansbjälklag, kg CO ₂ -ekv. (fossil)	Biogen kolinlagring, per m ² samverkansbjälklag, kg CO ₂ -ekv. (bio)
A1-A3 Produktskede	53,3	156	48,6	156
A4 Transport till byggarbetsplats	2,1	-	2,1	-
A5 Tillverkningsprocessen	0,007	-	0,007	-
Klimatpåverkan, totalt, A1-A5 (kg CO₂-ekv/ m² samverkansbjälklag)	55,4	-	50,7	-

Tabell 2. Klimatpåverkan för de två alternativen för livscykelkedan A1-A5

Klimatpåverkan för modul A1-A5 för de två alternativen skiljer sig något åt. Klimatpåverkan för samverkansbjälklag med genomsnittsdata för betong och armering är 55 kg CO₂/m² utifrån de systemgränser som valts i denna studie. Samverkansbjälklag, alt. 2, "grön" betong och armering resulterar i en beräknad klimatpåverkan på 51 kg/m² samverkansbjälklag. Den beräknade klimatpåverkan för alternativ 2 är 91% av klimatpåverkan för alternativ 1, se även Figur 3. Båda alternativen innehåller samma mängd trä vilket ger

upphov till en biogen kolinlagring för modul A1-A3 på 126 kg CO₂-ekv._{bio} per m² samverkansbjälklag. Observera att denna CO₂ frigörs i slutet av byggnaden livscykel (modul C4) när träet eldas upp vilket ger netto noll utsläpp över livscykeln.

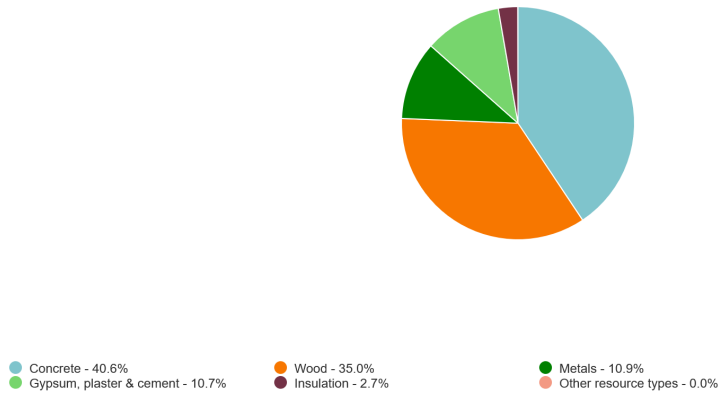


Figur 3. Klimatpåverkan, kg CO₂-ekv. per m² samverkansbjälklag för de två alternativen, modul A1-A5

5.2 Klimatpåverkan, per resurs, modul A1-A3

I Figur 4 presenteras klimatpåverkan för modul A1-A3 i kg CO₂-ekv. per m² samverkansbjälklag fördelat på olika resurser för samverkansbjälklag, genomsnittsdata betong och armering.

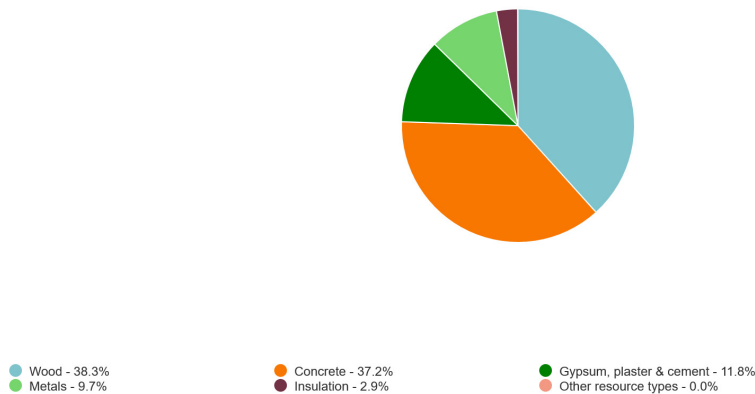
Global warming, kg CO₂e - Resource types
This is a drilldown chart. Click on the chart to view details



Figur 4. Klimatpåverkan, kg CO₂-ekv. per m² samverkansbjälklag, för modul A1-A3, fördelat på resurser för samverkansbjälklag, genomsnittsdata betong och armering

I Figur 5 presenteras klimatpåverkan för modul A1-A3 i kg CO₂-ekv. per m² samverkansbjälklag fördelat på olika resurser för samverkansbjälklag, alt. 2, "grön" betong och armering.

Global warming, kg CO₂e - Resource types
This is a drilldown chart. Click on the chart to view details



Figur 5. Klimatpåverkan, kg CO₂-ekv. per m² samverkansbjälklag, för modul A1-A3, fördelat på resurser för samverkansbjälklag, alt. 2, "grön" betong och armering

5.3 Klimatpåverkan, ingående material med störst påverkan, modul A1-A3

I Figur 6 presenteras en lista över de material som har störst påverkan avseende utsläpp av växthusgaser för modul A1-A3 för samverkansbjälklag, genomsnittsdata betong och armering.

▼ Most contributing materials (Global warming)			
No.	Resource	Cradle to gate impacts (A1-A3)	Of cradle to gate (A1-A3)
1.	Ready-mix concrete, normal-strength, generic 🌱 ?	0,02 tons CO ₂ e	40.3 %
2.	Cross laminated timber (CLT), pine or spruce 🌱 ?	0,01 tons CO ₂ e	18.0 %
3.	Wooden particleboard 🌱 ?	0,01 tons CO ₂ e	14.3 %
4.	Reinforcement steel (rebar), generic 🌱 ?	0,01 tons CO ₂ e	11.2 %
5.	Gypsum board 🌱 ?	0,01 tons CO ₂ e	11.1 %
6.	Insulation, glass wool/mineral wool, (mineral wool), in rolls 🌱 ?	0 tons CO ₂ e	2.8 %
7.	Multi-layer parquet flooring 🌱 ?	0 tons CO ₂ e	2.4 %

Figur 6. Klimatpåverkan, modul A1-A3, vilka material påverkar mest för samverkansbjälklag, genomsnittsdata betong och armering

I Figur 7 presenteras en lista över de material som har störst påverkan avseende utsläpp av växthusgaser för modul A1-A3 för samverkansbjälklag, alt. 2, "grön" betong och armering.

▼ Most contributing materials (Global warming)			
No.	Resource	Cradle to gate impacts (A1-A3)	Of cradle to gate (A1-A3)
1.	Ready-mix concrete 🌱 ?	0,02 tons CO ₂ e	36.7 %
2.	Cross laminated timber (CLT), pine or spruce 🌱 ?	0,01 tons CO ₂ e	19.8 %
3.	Wooden particleboard 🌱 ?	0,01 tons CO ₂ e	15.7 %
4.	Gypsum board 🌱 ?	0,01 tons CO ₂ e	12.1 %
5.	Steel, reinforcement/rebar 🌱 ?	0 tons CO ₂ e	10.0 %
6.	Insulation, glass wool/mineral wool, (mineral wool), in rolls 🌱 ?	0 tons CO ₂ e	3.1 %
7.	Multi-layer parquet flooring 🌱 ?	0 tons CO ₂ e	2.6 %

Figur 7. Klimatpåverkan, modul A1-A3, vilka material påverkar mest för samverkansbjälklag, alt 2., "grön" betong och armering

6 Diskussion

Syftet med denna livscykelanalys var att beräkna klimatpåverkan för det förslag på samverkansbjälklag som har utvecklats inom ramen för det aktuella FoU-projektet. Livscykelanalysen omfattar klimatpåverkan från utvinning av råmaterial samt transporter till tillverkningsenheten i Dalarna för de material som ingår i samverkansbjälklaget samt hantering av spill för KL-träet (modul A1-A3, A4 samt delar av A5). Som en del av livscykelanalysen görs en jämförelse av betong och armering med olika klimatprestanda.

Detta är en förenklad LCA som har gjorts med utgångspunkt i SS EN 15978. Den utförda livscykelanalysen är inte en Environmental Product Declaration, EPD, enligt SS EN 15804, mer detaljerade beräkningar och indata krävs för detta. Den utförda LCA-beräkningen ringar ändå in var klimatpåverkan är störst utifrån de valda systemgränserna. För båda analyserade alternativen uppkommer klimatpåverkan framförallt från de ingående materialen, transporterna av råmaterialen till site spelar mindre roll.

Störst klimatpåverkan av de ingående resurserna kommer från betongen, följ av träet, för båda analyserade alternativ.

Att använda trä i samverkansbjälklaget ger lägre klimatpåverkan jämfört med bjälklag helt i betong, då KL-trä har lägre klimatpåverkan än betong.

Genom att aktivt välja ingående material med bra klimatprestanda så kan man sänka produktens klimatpåverkan ytterligare. Genom att välja "grön" betong och armering enligt alternativ 2 kan den totala klimatpåverkan sänkas med cirka 10%.



Livcykelanalys kan vara ett användbart verktyg i produktutveckling för att hitta ingående material med så bra klimatprestanda som möjligt samt att identifiera "hot spots" i produktionsprocessen.

7 Bilaga

"Samverkansbjälklag enligt A 191113. Pdf" Torget arkitekter

Bjerking AB

Upprättad av:
Johanna Fredén