
Klimatberäkning under byggskedet

A Working Lab

Karin Hedén

Tania Sande Beiro

2019-09-17

Sammanfattning

Akademiska Hus har uppfört kontorbyggnaden A Working Lab, AWL, på Chalmers i Göteborg. Ett miljömål i projektet är att minska klimatpåverkan i byggskedet så väl som under drift. För att följa upp och försöka minimera klimatpåverkan under byggskedet utförde White arkitekter en klimatberäkning av koldioxidutsläpp från grund, stomme och klimatskal under byggproduktionen, 2017-2019.

Klimatberäkningen baseras på en förenklad LCA för byggprocessen, dvs utsläpp från materialtillverkning (A1-A3), transport till byggarbetsplatsen (A4) och byggproduktion (A5). Beräkningen omfattar byggnadsdelarna grund, stomme och klimatskal. Indata om klimatpåverkan baseras i första hand på EPD:er (Environmental Product Declaration) eller om generiska data när produktspecifika EPD:er inte fanns tillgängliga.

Resultatet visar att klimatpåverkan uppgår till ca 2100 ton CO₂e, eller motsvarande 190 kg CO₂e/m² Atemp. Klimatpåverkan vid tillverkning av material (A1-3) står för 89% av klimatpåverkan, medan transport (A4) står för 10% och byggproduktion (A5) för 1%.

Klimatpåverkan från material (A1-3) uppgår till ca 1861 ton CO₂e. Den bärande stommen och bjälklagen är de byggnadsdelarna som har störst klimatpåverkan, med 34% respektive 32% av den totala klimatpåverkan från material. Stål, betong, KL-trä och fasadelement står för ca 75% av materialens klimatpåverkan.

Klimatpåverkan från transport (A4) och byggproduktion (A5) uppgår till ca 218 ton CO₂e respektive 20 ton CO₂e. Köpt el är miljömärkt el med mycket lågt utsläppsvärde, varför utsläppen för byggprocessen är låga.

Studien visar på betydelsen av tidiga analyser av klimatpåverkan från grund och stomme för att åstadkomma en byggnad med låg klimatpåverkan. Det är också viktigt att fortsätta att utvärdera klimatpåverkan från olika byggdelar under hela projekteringen. Analyserna behöver göras med öppet sinne där alternativa lösningar och klimatförbättrade produkter utvärderas för att kunna göra de klimatsmartaste valen. En övergripande rekommendation är att ställa krav på redovisning av klimatpåverkan vid upphandling av material så att produktspecifika data kan jämföras.

Innehåll

| | |
|-------------------|-----------|
| Inledning | 4 |
| Metod | 6 |
| Resultat | 8 |
| Diskussion | 14 |
| Slutsatser | 16 |

Studien har genomförts med medel från Akademiska Hus och White Research Lab (WRL) av White arkitekter AB. WRL är Whites forsknings- och utvecklingsorganisation och har som syfte att stötta uppdragsnära kunskapsutveckling.

Omlagsfoto: Karin Hedén

© 2019 / White arkitekter AB

Inledning

Akademiska Hus har uppfört A Working Lab, AWL, en kontorsbyggnad på Chalmersområdet i Göteborg. Ett av hållbarhetsmålen i projektet är att minimera klimatpåverkan från byggskedet. För att följa upp målet startades innovationsprojektet, "Mätning CO₂-avtryck". Innovationsprojektets mål är att följa upp klimatpåverkan i byggskedet för ett kontorshus med trästomme, samla erfarenheter kring olika materials klimatpåverkan samt att påverka materialleverantörerna att ta fram miljövarudeklarationer (Environmental Product Declarations, EPD:er).

A WORKING LAB, UPPBYGGNAD

Akademiska Hus har uppfört A Working Lab på Chalmersområdet i Göteborg, en kontorsbyggnad på 11 171 m² Atemp som rymmer ca 900 arbetsplatser. AWL utgör den andra etappen av Johanneberg Science Park på Chalmers. Byggnaden ska vara en arena för innovation och samverkan där idé- och kunskapsutbyten mellan akademi, näringsliv och samhällsaktörer uppstår.

AWL har sju våningar ovan mark och källare under del av huset. Byggnaden är pålad. Källaren har utförts med klimatförbättrad betong. Plan 1, entréplan, är av betonghåldäck över källaren samt platsgjutet för delar mot mark. Bjälklag i våning 2 till 7 är av korslimmat trä, KL-trä. Träelementen bärs på balkar av stål, hattprofiler, samt pelare av limträ. Trapphusen är av prefabricerade betongelement. Ytterväggen är en curtain wall bestående av glas med täta isolerade partier och takkonstruktionen har bärande trp-plåt med isolering och papptäckning.

HÅLLBARHETSMÅL

I ett tidigt skede sattes fyra övergripande hållbarhetsmål för A Working Lab:

- Certifiering enligt Miljöbyggnad nivå guld
Certifieringen omfattar högsta ambition för område energi, inomhusmiljö och material.
- Låg energianvändning
Målet är NNE (nära noll energi) med < 35 kWh/m² år, specifik energianvändning enligt BBR.
- Minimera klimatpåverkan från material
Stomme i trä med syfte att minimera CO₂-utsläppen.
- Minimera klimatpåverkan i driftskedet
Förnybar energi produceras i lokal solcellsanläggning.

INNOVATIONSPROJEKT: KLIMATBERÄKNING I BYGGSKEDET

Inom ramen för A Working Lab pågår ett antal innovationsprojekt som Akademiska Hus driver i samarbete med olika företag. Akademiska Hus och White har finansierat innovationsprojektet "Mätning av CO₂-avtryck". Byggentreprenören ByggDialog har varit samarbetspartner i projektet.

Innovationsprojektet syftar till att följa upp klimatpåverkan under byggskedet och utvärdera resultatet för att skapa erfarenheter inför kommande projekt. Av speciellt intresse är att jämföra klimatpåverkan från olika material och/ eller byggdelar.

Denna rapport är en sammanställning av resultaten för innovationsprojektet "Mätning CO₂-avtryck".

SYFTE

Målet med innovationsprojektet är att utföra en klimatberäkning under byggskedet för att följa upp koldioxidpåverkan från material, transporter till bygget och energi på byggarbetsplatsen. Detta för att få en bild av klimatpåverkan i byggskedet för ett kontorshus med trästomme. Syftet är att skapa erfarenheter kring olika materials klimatpåverkan och dra slutsatser om vilka material som bör användas i byggnader med ambition att bli koldioxidneutrala.



Bild: Tengbom

Metod

Klimatberäkningen i denna studie baseras på en förenklad LCA (livscykelanalys). Klimatpåverkan från grund, stomme och klimatskal har beräknats. Beräkningarna redovisas i en uppställning i ett excel-verktyg. Materialmängder, transportsträckor, energi- och drivmedelsförbrukning har under byggskedet tagits fram av entreprenören ByggDialog. Data för klimatpåverkan av byggnadsmaterial har i möjligaste mån inhämtats från produktspecifika miljödeklarationer EPD:er. Då EPD:er för aktuella produkter inte funnits att tillgå har generiska data använts.

LIVSCYKELANALYS (LCA)

Livscykelanalys eller Life Cycle Assessment (LCA) är en metod för att redovisa en helhetsbild av hur stor den totala miljöpåverkan är under en produkts livscykel från råvaruutvinning, via tillverkningsprocesser och användning till avfallshantering, inklusive alla transporter och all energiåtgång i mellanleden.

För att skapa enhetliga och transparenta arbetssätt vid genomförandet av livscykelanalyser finns standarder att ta hjälp av. Dessa standarder underlättar även tolkningen av resultaten. Olika nationella och internationella standardiseringsorganisationer har tagit fram metodstandarder för att beräkna byggnaders och byggprodukters miljöpåverkan.

Riktlinjer för beräkning av miljöpåverkan av byggnadsverk finns i standarden EN15978. Enligt denna standarden kan byggnadens livscykel uppdelas i olika moduler: produktskede (A1-3), byggskede (A4-5), driftskede (B1-7) och slutskede (C1-4).

Riktlinjer för beräkning av miljöpåverkan av byggprodukter finns i standarden EN 15804. Standarden ligger till grund för miljövarudeklarationer (EPD) av byggprodukter.

AVGRÄNSNINGAR

En livscykelanalys innebär en helhetsbedömning avseende miljöpåverkan. Enligt standarden EN 15978 ska följande miljöpåverkanskategorier bedömas: klimatpåverkan, ozonuttuning, försurningspotential, övergödningspotential, bildning av marknära ozon, abiotisk resursförbrukning (mineraler), abiotisk resursförbrukning (fossila råvaror). I den här studien har endast data för klimatpåverkan använts.

Klimatpåverkan beräknas med hjälp av faktorn Global Warming Potential (GWP), som mäts i koldioxidekvivalenter (CO₂e). GWP är ett mått på förmågan hos en växthusgas att bidra till växthuseffekten i förhållande till koldioxid. Utsläppen av olika växthusgaser kan med hjälp av gasernas GWP-värden räknas om till koldioxidekvivalenter, vilket gör det lättare att jämföra dem med varandra.

| BYGGPROCESSEN | | B 1-7 DRIFTSKEDE | C 1-4 SLUTSKEDE |
|---|-------------------------------------|---|---|
| A 1-3 MATERIAL | A 4-5 BYGGSKEDE | | |
| A1- Råmaterial A2- Transport A3- Tillverkning | A4- Transport A5- Byggproduktion | B1- Användning B2- Underhåll B3- Reparation B4- Utbyte B5- Renovering B6- Energianvändning B7- Vattenanvändning | C1- Rivning C2- Transport C3- Avfallshantering C4- Sluthantering |

KLIMATBERÄKNING UNDER BYGGSKEDET

Studien fokuserar på klimatpåverkan från byggprocessen (produktskede och byggskede). Klimatberäkningen omfattar därför endast skedena A1-5 enligt EN15978. Klimatberäkningen omfattar inte klimatpåverkan av materialspill och dess frakt, som ingår i skede A5, på grund av bristande underlag.

Upptag av biogent kol i träbaserade produkter ska redovisas separerat från utsläpp av växthusgaser enligt gällande standarder, dvs nettoutsläppet i GWP-faktorn ska inte minskas med lagring av biogent kol. Däremot ingår denna så kallade kolsänka i den nationella klimatrapporeringen, under förutsättning att kolsänkor är permanenta. Enligt EU-system för miljöavtryck är alla kolsänkor över 100 år betraktade som permanenta. Upptag eller lagring av koldioxid i träprodukter kan därför ses som en potentiell kompensationsåtgärd för koldioxidutsläpp under förutsättning att byggnaden står i minst 100 år.

Klimatberäkningen omfattar byggnadsdelarna grund, stomme och klimatskal. Detta är de byggnadsdelar som bedömts ha störst klimatpåverkan i projektet.

BERÄKNINGSVERKTYG

Klimatpåverkan beräknades genom en uppställning i Excel. Redovisningen är uppdelad efter de olika modulerna A1-A3, A4 och A5 samt för A1-A3 efter olika byggdelar. Uppgifter om materialmängder, transportsträckor, energi- och drivmedelsförbrukning har erhållits löpande under byggskedet från entreprenören ByggDialog och lagts in manuellt i Excel-verktyget.

INVENTERINGSDATA

Material (A1-3)

Mängdberäkningar av material gjordes av entreprenören ByggDialog. Mängderna baseras på projektets BIM-modell och inköpsmängder. Följande byggdelar och material ingår i beräkningen:

- Grund: pålar och pålfundament.
- Källare: skyddsbetong, betongplatta, ytter- och innerväggar av betong, isolering i ytterväggar, armeringsstål, ramp av betong.
- Bärande stomme: trapphus av prefabricerade betongelement, limträpelare, limträbalkar, stålpelare och stål-balkar.
- Bjälklag plan 1, betong: bjälklag av betonghålldäck, platsgjutet bjälklag, isolering, pågjutning, kantbalk, armeringsstål.
- Bjälklag plan 2-7, korslimmat trä: KL-trä, ljudmatta, pågjutning, armering.
- Yttervägg: sockelelement, cellplast, curtain wall fasadelement av glas och aluminium, västkustskiva,

väderbeständig skiva, stålreglar, isolering (mineralull), träreglar, Protect F, perforerad gips, plastfolie, taksarg och formplywood.

- Tak: Trp-plåt, PIR-isolering, takpapp.

Transport (A4)

Transporter från och till arbetsplatsen delades upp i markarbeten och materialleveranser. Beräkningar av markarbeten omfattar transport av schaktmassor från arbetsplatsen, samt återfyllnad. Beräkningar av leveranser inkluderar transporter av material till arbetsplatsen med avstånd till de faktiska leverantörerna samt de drivmedel som använts. Underlag för klimatpåverkan från transport saknas för vissa mindre material grupper, till exempel takkonstruktionen och den täta delen av ytterväggen, och ingår därför inte i beräkningen.

Byggproduktion (A5)

Byggproduktionen delades upp i elåtgång för byggbodnar, elåtgång för byggproduktion, drivmedel och fjärrvärme för uppvärmning av byggnaden. Elåtgången rapporterades månadsvis av Akademiska Hus, fördelat på el till byggbodnar och byggel. Drivmedelsåtgång för maskiner och anläggningsmaskiner följes upp av bygg- och markentreprenören. Fjärrvärmeförbrukning följdes upp av entreprenören via mätare i byggnaden.

UNDERLAG FÖR MILJÖDATA

Data om klimatpåverkan (GWP-värde) samlades från olika källor. I första hand användes produktspecifika EPD:er. När EPD:er inte fanns tillgängliga, hämtades GWP-data från IVLs verktyg BM eller databasen Bau-book. Dessa två databaser innehåller generiska data. Totalsätt baserades ca 60% av klimatpåverkan på produktspecifika EPD:er.

Leverantören av platsgjuten betong, Thomas Betong, tog efter avtal med ByggDialog fram fem EPD:er för betong varav två motsvarade betongkvaliteter använda i projektet. Schüco upprättade en projektspecifik EPD för fasadelementen, dock tredjeparts-certifierades den inte.

JÄMFÖRELSE AV OLIKA STOMLÖSNINGAR

Två beräkningar genomfördes för att jämföra olika stomlösningars klimatpåverkan:

- Bjälklag av KL-trä ersattes med bjälklag av betonghålldäck. Pelare och balkar uppdaterades med ökade dimensioner.
- Hattprofiler i stål ersattes med limträbalkar. Detta medförde också en ökad våningshöjd med 450 mm vilket inkluderades i beräkningen genom att en större fasadyta medräknades.

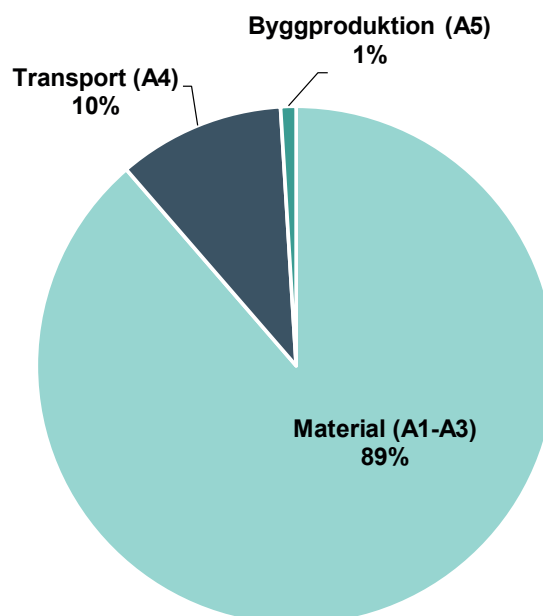
Resultat

Klimatberäkningen omfattar byggprocessens klimatpåverkan. Redovisning av klimatpåverkan under byggprocessen fördelas på material, transport samt energiåtgång och drivmedel under byggproduktion. Beräkningen av den klimatpåverkan från material omfattar byggnadsdelarna grund, stomme och klimatskal. Resultatet visar att byggnadsmaterialet har den största klimatpåverkan (89% av hela byggnadens klimatpåverkan). Bjälklagen och den bärande stommen är de mest klimatpåverkande byggnadsdelarna, medan stål och betong är de material som har störst klimatpåverkan.

BYGGPROCESSENS KLIMATPÅVERKAN

Klimatpåverkan för A Working Lab under byggprocessen uppgår till ca 2100 ton CO₂e, vilket motsvarar ca 190 kg CO₂e/ m² A_{temp}. Redovisning av klimatpåverkan under byggprocessen fördelas i material (A1-A3), transport (A4) och energi under byggproduktion (A5).

Den inbyggda klimatpåverkan från material (A1-A3) står för den största andelen (ca 89%) av byggprocessens totala klimatpåverkan. Transporterna till byggarbetsplatsen ger ett relativt litet bidrag med ca 10% av byggprocessens klimatpåverkan, dock har inte data för transport av alla material erhållits. Energin (el, värme och drivmedel) under byggproduktionen har den lägsta andelen med endast en 1% av klimatpåverkan. En förklaring till den låga siffran är att miljömärkt energi med låg GWP användes under byggnationen.



| | ton CO ₂ | kg CO ₂ e /m ² A _{temp} |
|-----------|---------------------|--|
| Material | 1861 | 167 |
| Transport | 218 | 20 |
| Energi | 20 | 2 |

Byggprocessens klimatpåverkan.

KLIMATBERÄKNING UNDER BYGGSKEDET

KLIMATPÅVERKAN MATERIAL

Beräkningen av klimatpåverkan från material omfattar byggnadsdelarna grund, stomme och klimatskal. I begreppet grund inkluderas pålar, pålfundament och källare. Stommen redovisas som tre olika byggnadsdelar: betongbjälklag på plan 1 (både platsgjuten platta mot mark och prefabricerade betonghåldäck), träbjälklag (plan 2 till 7) och bärande stomme (balkar, pelare och trapphusväggar). Klimatskalet omfattar yttervägg och tak.

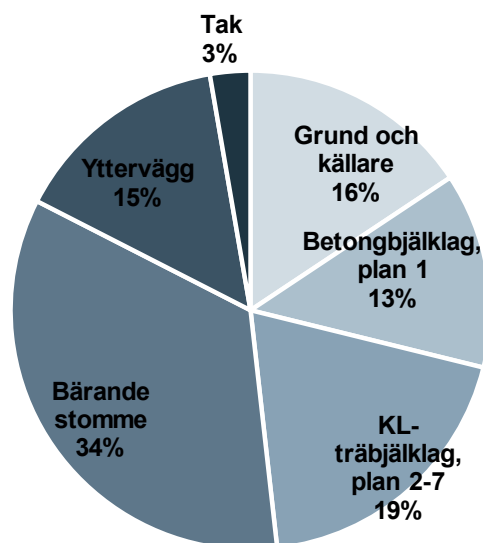
Enligt denna fördelningen har den bärande stommen (balkar, pelare och trapphusväggar) den största klimatpåverkan (34 % av materialens totala klimatpåverkan) och taket den lägsta klimatpåverkan (3 % av materialens totala klimatpåverkan).

Bjälklagen särredovisas i betongbjälklag och korslimmat träbjälklag med 13% respektive 19% av den totala klimatpåverkan. Trä- och betongbjälklag samt bärande pelare och balkar, omfattar 66% av materialens klimatpåverkan. Klimatpåverkan från klimatskalet omfattar 18% av materialens klimatpåverkan, fördelade på ytterväggen, 15%, och taket, 3%. Klimatpåverkan från grunden omfattar 16% av materialens klimatpåverkan.

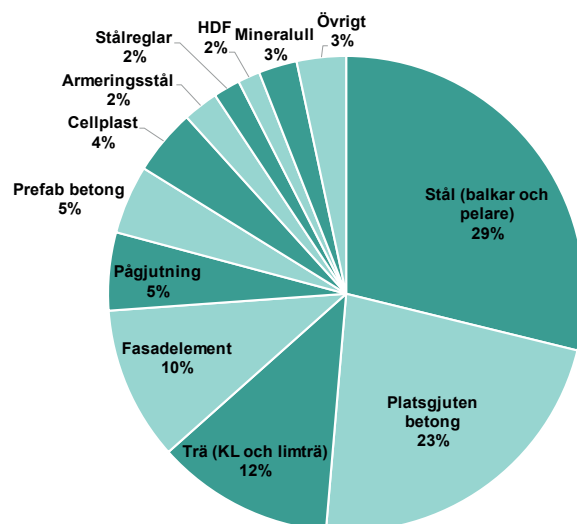
Resultatet visar att betongbjälklaget i första våningen (entréplan) har en stor klimatpåverkan i jämförelse med resterande sex KL-träbjälklag tillsammans. Den bärande stommen (balkar, pelare och trapphusväggar) har en stor klimatpåverkan, trots att mängden material är mindre än för andra byggnadsdelar. Stålbalkarna har hög klimatpåverkan i förhållande till materialåtgång.

En uppdelning av klimatpåverkan av material kan även göras utifrån förekomst av olika material. Stål och betong, inklusive pågjutning, prefabricerade betongelement, stålreglar med mera, står för över 60% av hela byggandens klimatpåverkan. Andra betydande resurser är trä, fasadelement av glas och aluminium och cellplastisolering. Byggnaden har 6 bjälklag i massivträ, men ändå står trä för endast 12% av klimatpåverkan.

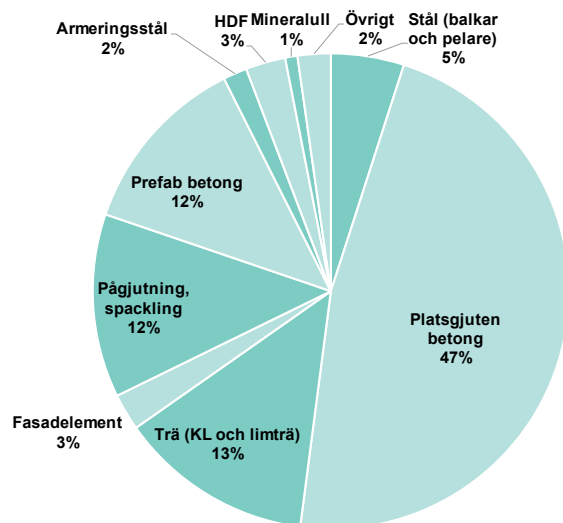
Klimatpåverkan av varje material kan även analyseras gentemot mängden, i vikt, av material som använts i byggnaden. Trots att stål är det materialet med störst klimatpåverkan, så står det för endast ca 5% av materialens vikt. Mängden betong motsvarar nästan hälften av vikten för alla material. Detta visar på vikten av att analysera både mängden och klimatpåverkan vid val av material.



Byggnadsdelar, klimatpåverkan.



Material, klimatpåverkan.

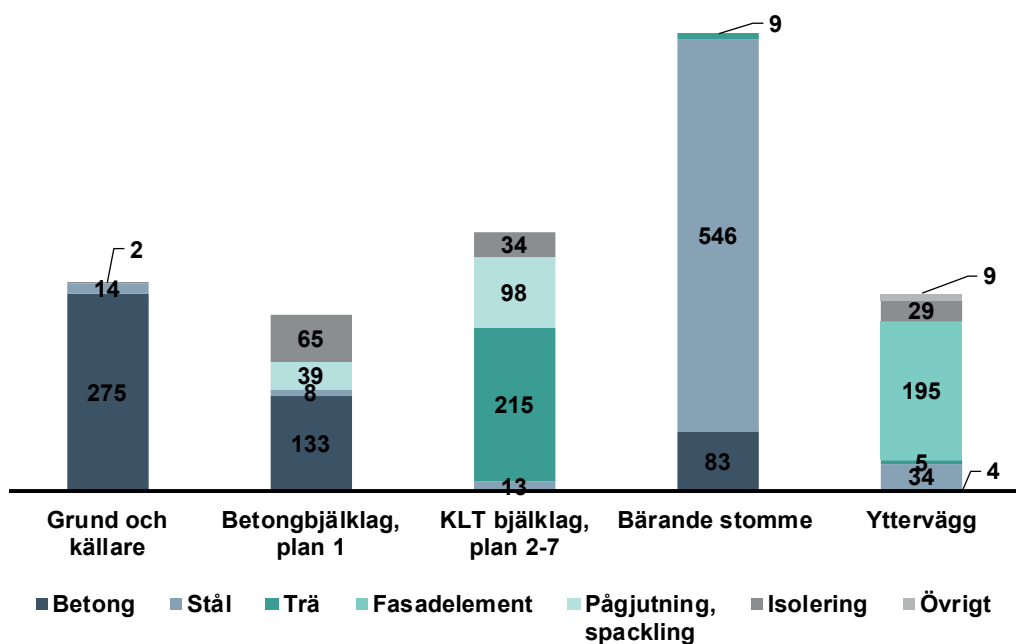


Material, vikt.

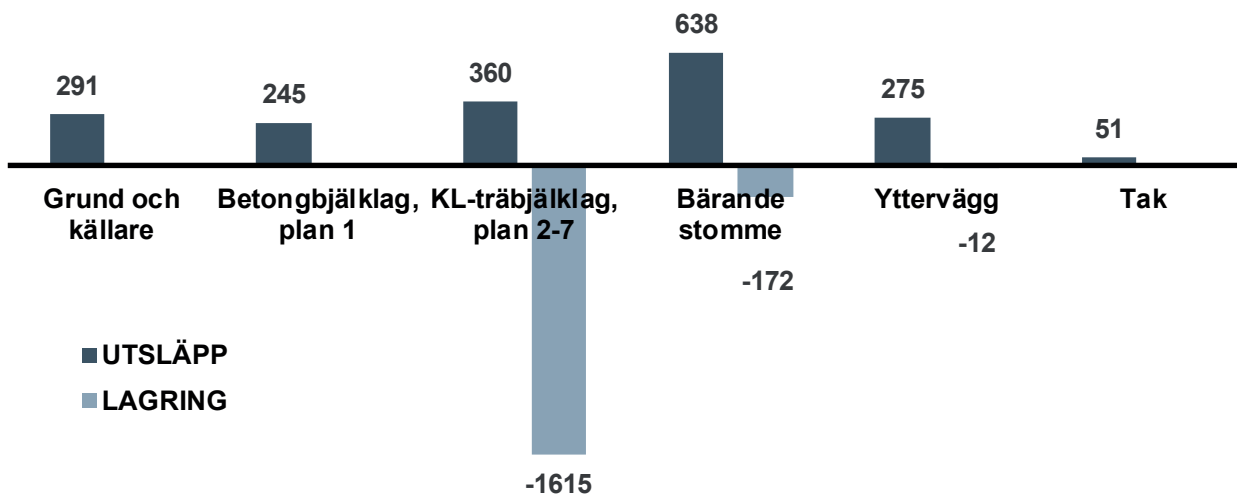
A WORKING LAB

Figuren nedan visar klimatpåverkan fördelad per byggnadsdel (exklusive tak) och materialtyp. En intressant iakttagelse är att pågjutning/ spackling har en relativ stor klimatpåverkan i bjälklagen. Fasadelement i ytterväggen har nästa lika stor klimatpåverkan som KL-trä i bjälklagen. För den bärande stommen har stålet störst klimatpåverkan. Isoleringen, som finns bara under halva plattan plan 1, har en betydande klimatpåverkan i plan 1.

Lagring av biogent kol i träbaserade produkter har beräknats och särredovisats från utsläpp. Resultatet visar att lagring (total 1799 tonCO₂e) av biogent kol är nästa lika stort som utsläppet av koldioxid (1861 ton CO₂e). Massivträ i KL-bjälklagen har den största potentialen för lagring av biogent kol i AWL.



Klimatpåverkan för olika byggdelar och materialgrupper, ton CO₂e.



Klimatpåverkan och lagring av biogent kol för olika byggdelar och materialgrupper, ton CO₂e.

Grunden och källaren

Grunden och källaren har en klimatpåverkan på 26 kg CO₂e/m² A_{temp}. Om man relaterar källarens klimatpåverkan till dess golvyta (inklusive väggjocklek) fås 213 kg CO₂e/m² golvyta i källaren.

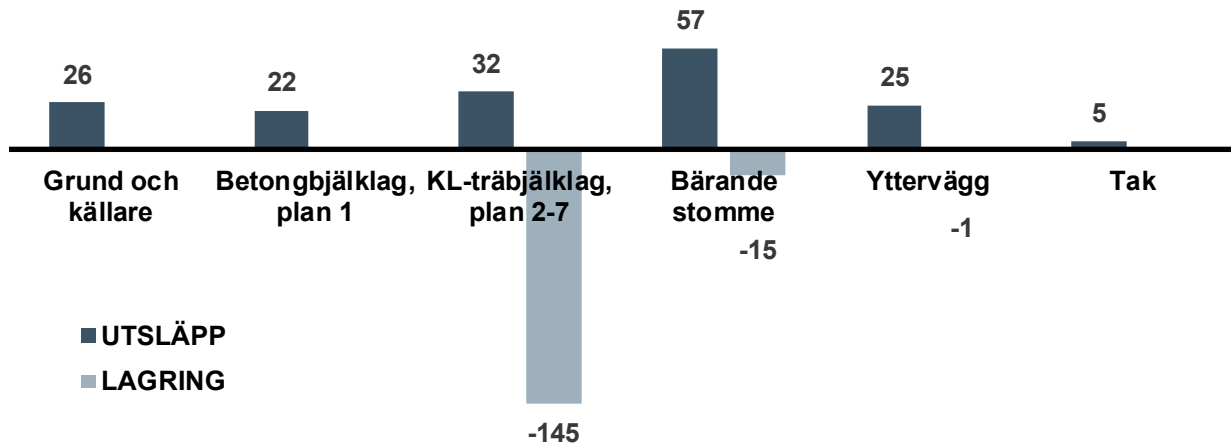
Grunden och källaren består huvudsakligen av betong, vilket är ett material med stor klimatpåverkan. För att minska koldioxidutsläppet ersattes standardbetong med klimatbetong i betongplatta och ytterväggar.

Klimatbetong är en klimatförbättrad betong med lägre koldioxidutsläpp. Andel cement, som har en stor klimatpåverkan, minskas genom att använda masugnsslag

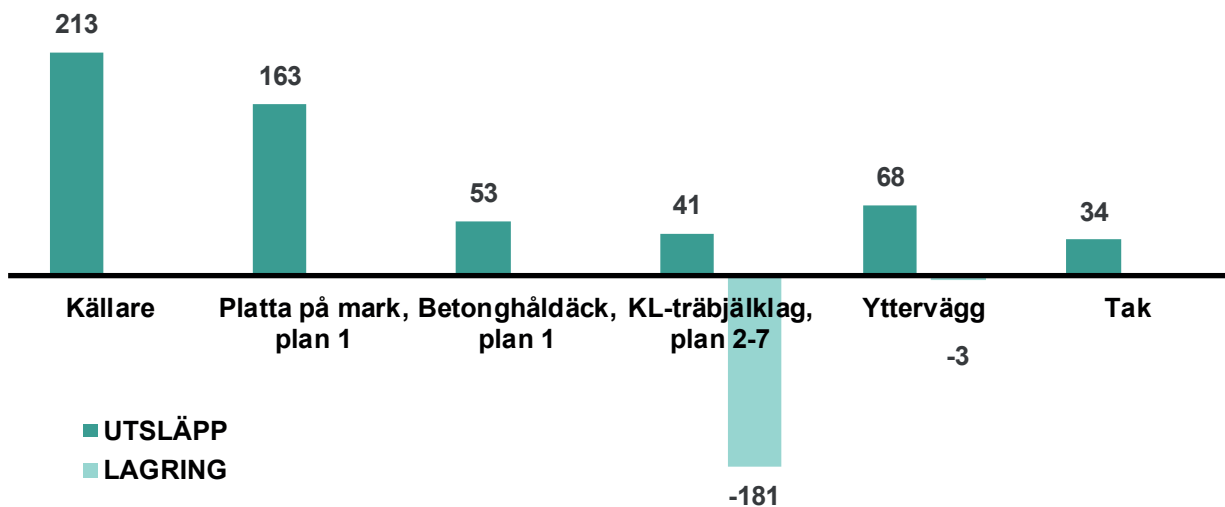
i betongen. På detta sättet har klimatpåverkan från betong minskas med ca 38%. Klimatbetong har längre uttorkningstid, och därför kunde klimatbetong endast användas i betongplatta och ytterväggar i källaren, där det inte finns några täta ytskikt med krav på uttorkning.

Bärande stomme: balkar och pelare

Den bärande stomme består av 48m³ stålbealkar, 40 m³ limträpelare och prefabricerade betongväggar i trapphusen. Den bärande stommen har en klimatpåverkan på 57 kg CO₂e/m² A_{temp}. Stålpelare har en stor klimatpåverkan och står för 84% av klimatpåverkan från den bärande stomme. Den bärande stommen är den byggdel som har störst klimatpåverkan, ca 34% av materialens totala klimatpåverkan.



Klimatpåverkan för olika byggdelar, kg CO₂e/m² A_{temp}.



Klimatpåverkan för olika byggdelar, kg CO₂e/m² byggnadsdel.

A WORKING LAB

Bjälklag

Betongbjälklaget på plan 1 (entréplan), som omfattar platsgjutet bjälklag och betonghåldäck, har en klimatpåverkan på $22 \text{ kgCO}_2\text{e/m}^2 A_{\text{temp}}$. KL-trä bjälklagen på plan 2-7 har en klimatpåverkan på $32 \text{ kgCO}_2\text{e/m}^2 A_{\text{temp}}$.

Sammantaget har bjälklagen en klimatpåverkan på ca $54 \text{ kgCO}_2\text{e/m}^2 A_{\text{temp}}$. Bjälklagen har nästan lika stor klimatpåverkan som den bärande stomme med ca 32% av materialens totala klimatpåverkan.

Utslaget på bjälklagsyta fås följande resultat. Siffrorna inkluderar pågjutning/ spackling, kantbalk på plan 1 och ljudmattan på KL-bjälklagen. Däremot inkluderar siffrorna inte isoleringen mot marken.

| Byggdel | kg CO ₂ e /m ² |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 240 platsgjuten betongplatta mot mark | 163 |
| 200 betonghåldäck över källaren | 53 |
| 230 KL-trä | 41 |

Klimatpåverkan för olika typer av bjälklag, kg CO₂e/m² bjälklag.

Yttervägg

Ytterväggen står för 15% av materialens klimatpåverkan. Fasadelementen av glas och aluminium samt stålreglarna är de material med störst klimatpåverkan i ytterväggen.

Utslaget på väggyta blir klimatpåverkan $67 \text{ kgCO}_2\text{e/m}^2$ väggyta. Detta kan jämföras med $53 \text{ kgCO}_2\text{e/m}^2$ bjälklagsyta för betonghåldäck inklusive pågjutning.

Tak

Takkonstruktionen står för ca 3% av materialens totala klimatpåverkan, vilket motsvarar $5 \text{ kgCO}_2\text{e/m}^2 A_{\text{temp}}$. Utslaget på takyta blir klimatpåverkan $34 \text{ kgCO}_2\text{e/m}^2$ takyta. Detta är ungefär hälften så stor klimatpåverkan som ytterväggen har per m².



Bild: Tengbom.

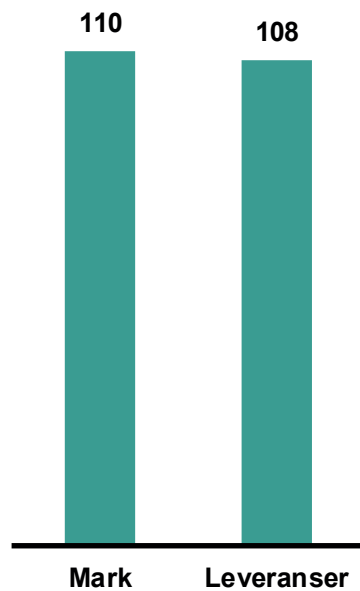
KLIMATBERÄKNING UNDER BYGGSKEDET

KLIMATPÅVERKAN TRANSPORT

Klimatpåverkan av transport (A4) för A Working Lab uppgår till ca 218 ton CO₂e. Transporter omfattar arbetsmaskiner och fordon för markentreprenaden, samt leveranser av följande byggprodukter: betong, prefabricerade betongelement, stål, KL-trä, limträ samt fasadelement. De flesta transporter har gjorts med dieseldrivna fordon.

För byggnation av källare och sanering av mark krävdes uppgrävning och borttransport av ca 6000 m³ massor. Detta gav en klimatpåverkan på ca 110 ton CO₂e. Markentreprenaden och beräknade materialleveranser orsakar ungefär samma mängd utsläpp.

Transporterna till byggarbetsplatsen ger ett relativt litet bidrag med ca 10% av den totala byggprocessens klimatpåverkan, dock saknas underlag för klimatpåverkan från transport för vissa mindre materialgrupper.



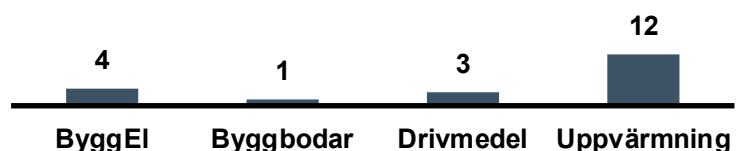
■ UTSLÄPP

Klimatpåverkan transport (A4), ton CO₂e.

KLIMATPÅVERKAN BYGGPRODUKTION

Klimatpåverkan av energi under 26 månaders byggproduktion för A Working Lab uppgår till ca 20 ton CO₂e. Energin omfattar byggel, el för bodar, drivmedel för arbetsmaskiner samt el och fjärrvärme för uppvärmning av byggnaden under byggskedet. Under den kallaste perioden vintern 2018 var man tvungen att komplettera uppvärmningen av byggnaden med ett dieseldrivet kocioverk, vilket medtagits i beräkningen.

Köpt el är miljömärkt el med mycket lågt GWP-värde, varför utsläpp för byggel och el för bodarna uppgår till endast 5 ton CO₂e. Drivmedel för arbetsmaskiner orsakar 3 ton CO₂e. Klimatpåverkan från fjärrvärme samt dieselaggregat för uppvärmning av byggnaden uppgår till 12 ton CO₂e varav det dieseldrivna kocioverket står för 9 ton CO₂e. Även den fjärrvärme som används har en förhållandevis låg klimatpåverkan.



■ UTSLÄPP

Klimatpåverkan byggproduktion (A5), ton CO₂e.

Diskussion

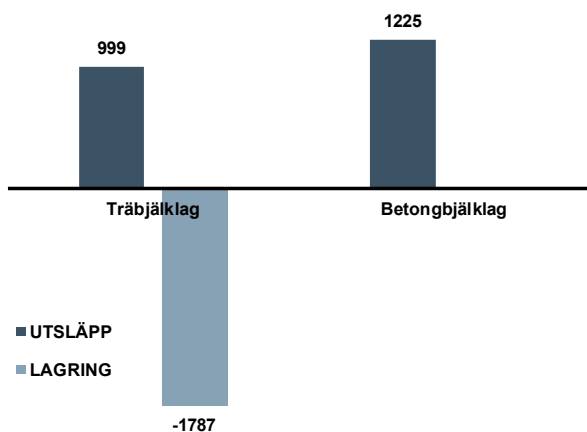
Byggsektorn har stora möjligheter att minska sina koldioxidutsläpp under byggprocessen, oavsett vilket byggmaterial som används. I detta projektet har materialval varit en viktig faktor för att minska klimatpåverkan, då de i projektet står för 89% av byggprocessens klimatpåverkan att jämföra med 10% för transport och 1% för byggproduktion. Flera utredningar och jämförelser har gjorts i projektet, både av material men också utvärderingar av klimatpåverkan för material från olika leverantörer.

TRÄBJÄLKLAG ALTERNATIV BETONGBJÄLKLAG

Valet av trästomme i projektet baserades på en tidig utredning (*Val av stommaterial- Klimatpåverkan, utförd av Ulf Aronsson & Anna Augustsson, 2014*) som visade att en stomme med bjälklag av KL-trä skulle innebära ca 22% mindre klimatpåverkan jämfört med en stomme med bjälklag av betonghåldäck.

En ny beräkning har gjorts i denna studie för att jämföra klimatpåverkan från stomme i trä- kontra betongbjälklag. Beräkningen omfattar bärande element (balkar, pelare och trapphus), samt bjälklag plan 2-7.

A Working Lab har en stomme som består av korslimmat trä i bjälklaget, stålbalkar, limträpelare och trapphus i prefabricerad betong. Denna konstruktion har en klimatpåverkan på 999 ton CO₂e. Om en betongkonstruktion hade valts istället för trä skulle det innebära att betonghåldäck skulle ersätta bjälklag av KL-trä, stålbalkarna



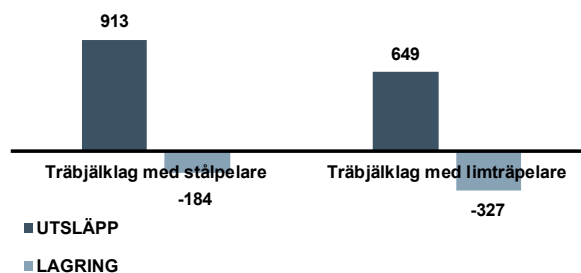
Jämförelse av klimatpåverkan för träbjälklag och betongbjälklag, ton CO₂e.

skulle öka ca 15 vikts-% och limträpelarna skulle ersättas med stålpelare. Detta alternativet skulle ha en klimatpåverkan på 1225 ton CO₂e, vilket motsvarar 18% högre klimatpåverkan för stommen jämfört med den träkonstruktion som används i AWL.

STÅLBALKAR ALTERNATIV LIMTRÄBALKAR

En utredning gjordes också för att jämföra vald stomme med bärande stålbalkar med en stomme med limträbalkar. Beräkningen omfattar bärande element (balkar, pelare och trapphus) samt fasad. Bjälklagen har inte tagits med i beräkningen då det är samma lösning i båda alternativen. Vid en lösning med träbalkar ökar våningshöjden ca 450 mm varför en ökad materialmängd för yttervägg räknats med i stomalternativet med limträbalkar.

Stommen med limträbalkar ger en klimatpåverkan på ca 649 ton CO₂e, vilket innebär 30% lägre klimatpåverkan från material i bärande stomme och fasad jämfört med den byggda lösningen med stålbalkar. Lösningen med limträbalkar var dock aldrig ett alternativ i projektet då detaljplanen hade begränsningar för byggnadens höjd och detta hade inneburit en våning mindre.

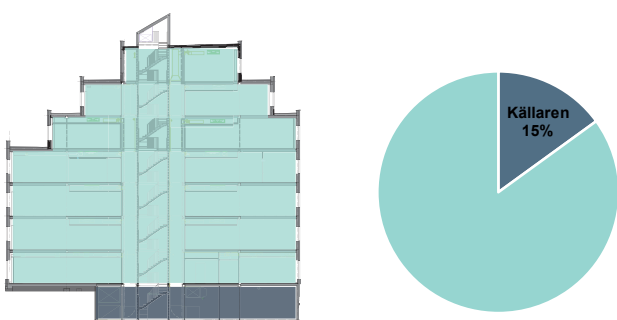


Jämförelse av klimatpåverkan för träbjälklag med stålpelare och limträpelare, ton CO₂e.

KLIMATBERÄKNING UNDER BYGGSCHEDET

KÄLLARE

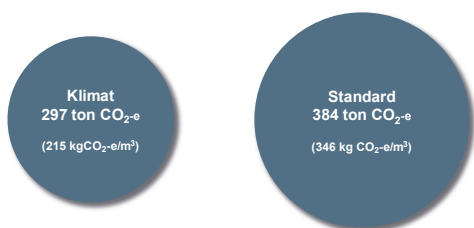
AWL har en källare i ett plan under del av markplanet. Källarens yta motsvarar ca 45 % av ytan för byggnadens entréplan. Klimatpåverkan från platsgjuten betong i källaren, väggar och platta mot mark, uppgår till 210 ton CO₂e. Utsläpp från schakt och borttransport av schaktmassor uppgår till 110 ton CO₂e. Om man antar att 80% av schakten är för källaren så uppgår källarens klimatpåverkan till totalt 300 ton CO₂e. Detta motsvarar ca 15% av byggprocessens beräknade klimatpåverkan.



Klimatpåverkan av källaren.

BETONG

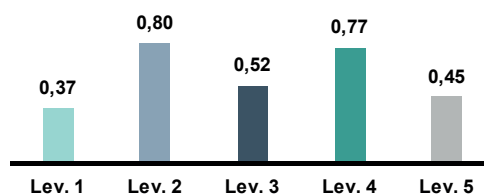
Klimatpåverkan från betongen minimerades i projektet genom att ersätta standardbetong med klimatförbättrad betong. I klimatbetongen har det vanligaste bindemedlet, cement, ersätts med alternativa bindemedel som slagg och/eller flygaska. Cement tillverkas av kalksten genom en mycket energikrävande process med stor klimatpåverkan, medan slagg och flygaska är restprodukter från andra industriella processer. Klimatbetong har längre uttorkningstid, därför användes den endast i källaren i AWL. På detta sättet kunde klimatpåverkan från platsgjuten betong i källaren minska med ca 38%.



Klimatpåverkan i AWL med klimatbetong i jämförelse med standardlösning.

ARMERINGSSTÅL

Tillverkningsprocesser hos respektive producent och/eller materialleverantör spelar stor roll för byggproduktens klimatpåverkan. Produktspecifika EPD:er samlades in för armeringsstål från olika leverantörer. Jämförelsen visar att klimatpåverkan från en likvärdig byggprodukt kan vara upp till dubbel så stor beroende på leverantör. Detta kan orsakas av vilken råvara som används i tillverkningen (tex andel återbrukat stål) och/eller vilken typ av energi som används i tillverkningsprocessen. I AWL sparades ca 52 ton CO₂e genom att välja armeringsstål med lägst klimatpåverkan.



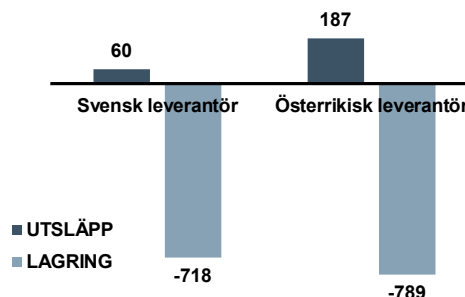
Klimatpåverkan armeringsstål från olika leverantörer, kg CO₂e/kg. Klimatdata har hämtats från EPD:er från respektive leverantör.



Jämförelse av armeringsståls klimatpåverkan i AWL (Lev. 1) gentemot leverantören med högst klimatpåverkan, ton CO₂e.

TRÄ

Bjälklagen av korslimmat trä beställdes från en svensk leverantör. På grund av kapacitetsbrist i den svenska fabriken importerades bjälklagen från en leverantör i Österrike. De österrikiska träelementen hade högre klimatpåverkan jämfört med de svenska på grund av att Österrikes energimix har mycket större klimatpåverkan än Sveriges. Detta lyfter vikten av att kräva in produktspecifika EPD:er i samband med upphandling av byggvaror för att säkerställa en låg klimatpåverkan.



Klimatpåverkan KL-trä från olika leverantörer, kg CO₂e/m³.

Slutsatser

För att styra mot en byggnation med låg klimatpåverkan behöver...

... EN TIDIG ANALYS AV KLIMATPÅVERKAN FRÅN GRUND OCH STOMME UTFÖRAS

Det är särskilt viktigt att i ett tidigt skede studera klimatpåverkan från grund och stomme. En trästomme är en bra förutsättning för låg klimatpåverkan. Träbaserade produkter har ofta en låg klimatpåverkan och dessutom låg vikt, vilket kan leda till mindre materialåtgång i stomme och grund. I vissa fall kan dock hybrida konstruktioner med en kombination av olika material ha lägre klimatpåverkan. Till exempel kan håldäcksbjälklag i vissa fall ha lägre klimatpåverkan än korslimmat träbjälklag, beroende på val av leverantör och konstruktion av övergolv med hänsyn till ljudkrav. Tidiga klimatanalyser kan även identifiera konstruktionslösningar som ska optimeras i senare skeden.

...KLIMATPÅVERKAN FRÅN OLIKA BYGGDELAR FORTSATT UTVÄRDERAS UNDER PROJEKTERINGEN

Under den fortsatta projekteringen utvärderas byggdelar som tex fasad, takkonstruktion, övergolv, undertak, innerväggar och installationslösningar i detalj och här är det viktigt att klimatpåverkan är en av parametrarna för beslutfattande. Om ett material som har stor klimatpåverkan används, även om det är i liten utsträckning, kan det ha stor påverkan i den totala CO₂-avtrycket.

... TRADITIONELLA KONSTRUKTIONSLÖSNINGAR OCH MATERIAL ERSÄTTAS MED KLIMATFÖRBÄTTRADE ALTERNATIV

Det pågår ett utvecklingsarbete inom branschen för att bidra till omställningen för ett klimatneutralt samhälle. Tillverkningsprocesser utvecklas mot lägre energianvändning och en omställning mot fossilfri energi. Nya produkter med bas i förnybara material tas fram. Det gäller att bevaka utvecklingen i leverantörsleden, samt aktivt efterfråga och utvärdera nya alternativ.

... KRAV PÅ MATERIALTILLVERKARE STÄLLAS OCH FÖLJS UPP VID INKÖP

Klimatpåverkan från likvärdiga produkter från olika leverantörer kan variera mycket. Att ha klimatpåverkan som en utvärderingsfaktor vid upphandling/ inköp är en viktig faktor för att kunna välja material med låg klimatpåverkan. Att ställa krav på EPD:er är ett måste för att driva utvecklingen mot fossilfri materialtillverkning.

... ALLA INBLANDADE HA ETT STORT ENGAGEMANG

Klimatfrågan löses inte av någon enskild aktör. Här krävs samarbete och engagemang från alla inblandade. Vi måste våga tänka i nya banor och avsätta tid för analys.



Bild: Tengbom.



KONTAKT

Karin Hedén
Miljöspecialist
karin.heden@white.se

Tania Sande
Miljöspecialist
tania.sande@white.se

whitearkitekter.com
[@whitearkitekter](https://www.instagram.com/whitearkitekter)

white



AKADEMISKA HUS