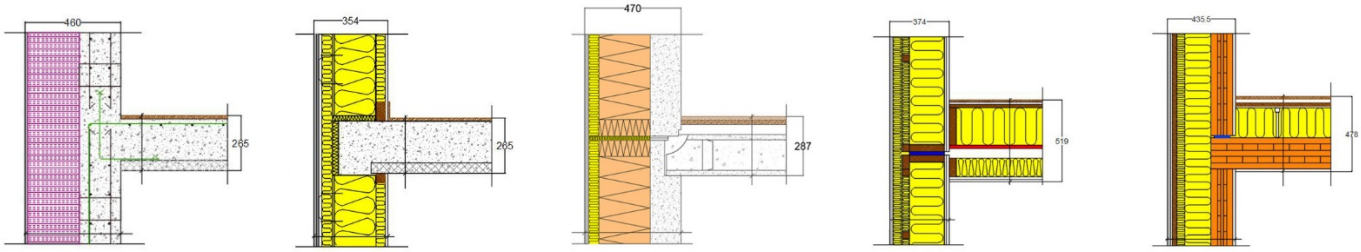
Minskad klimatpåverkan

från flerbostadshus

LCA AV FEM BYGGSYSTEM

Tove Malmqvist • Martin Erlandsson • Nicolas Francart • Johnny Kellner

SVERIGES BYGGINDUSTRIER



Ett samarbete mellan KTH, IVL, Sveriges Byggindustrier och medverkande bolag.
Finansiering av SBUF, Stiftelsen IVL och Regeringskansliet.

AUGUSTI 2018 • FOTO: SVENSKA BOSTÄDER

IVL rapport nr C344

Innehåll

Förord ... 3
Bakgrund och syfte ... 4
Kort om livscykelanalys ... 4
Fem byggsystem projekterade för ett referenshus ... 5
Resultat per byggsystem ... 6
System 1. Platsgjuten betongstomme med kvarsittande form (VST) ... 7
System 2. Platsgjuten betongstomme med lätta utfackningsväggar ... 8
System 3. Prefabricerad betongstomme med håldäcksbjälklag ... 9
System 4. Volymelement i trä ... 10
System 5. Massiv stomme i KL-trä ... 11
Förbättringspotentialer ... 12
Klimatförbättrad betong ... 12
Övriga klimatförbättrade produktval ... 13
Transporters klimatpåverkan och förbättringsmöjligheter ... 13
Förnybart bränsle och energieffektiva bodar på byggplatsen ... 14
Rekommendationer för entreprenörer och byggherrar ... 16
Referenser ... 17

Denna rapport har nummer C 344 i IVL Svenska Miljöinstitutet AB:s rapportserie.

ISBN 978-91-88787-78-1

Förord

Denna rapport sammanfattar några av de viktigaste resultaten från FoU-projektet ”Klimatpåverkan av nyproducerade flerbostadshus med jämförande LCA-analyser för ett flerbostadshus som typhus”, SBUF projektnummer 13355. Projektgruppen har tidigare genomfört två delstudier av klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv för två nybyggda flerbostadshus i betong, Blå Jungfrun (etapp I), samt i trä, Strandparken (etapp II). Dessa studier har starkt bidragit till att öka kunskapen om byggskedets klimatpåverkan. I detta projekt (etapp III) beräknas klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv för fem olika byggsystem projekterade på ett och samma referenshus. I projektet studeras byggnadernas klimatpåverkan under hela livscykeln samt möjligheter att med känd teknik göra åtgärder som kan minska byggskedets klimatpåverkan. Studien bidrar därmed till ytterligare aktuell kunskap om nivån på byggskedets klimatpåverkan för byggande av flerbostadshus i Sverige idag, samt pekar på viktiga möjligheter till förbättringspotentialer avseende klimatpåverkan för respektive byggsystem.

Studien har genomförts helt utan några särintressen till vilka materialval och konstruktionslösningar som är mest fördelaktiga. Det är troligt att olika byggsystem för flerbostadshus kommer att finnas även i fortsättningen när marknaden väger samman fler aspekter än klimatpåverkan. Samtliga studerade lösningar uppfyller grundläggande funktionella krav enligt BBR, kompletterat med något högre krav på ljudklass och energianvändning. Utöver dessa grundläggande krav kan det finnas funktioner eller andra aspekter som skiljer mellan alternativen och som måste vägas in om uppgifterna ska användas som ett beslutsunderlag.

Ansvariga för rapporten har varit: Tove Malmqvist, KTH (vetenskaplig projektledare), Martin Erlandsson, IVL, Nicolas Francart, KTH, Johnny Kellner, egen konsult, samt Pär Åhman, Sveriges Byggindustrier (ordförande för styr- och referensgrupperna). Styrgruppens sammansättning har varit: Pär Åhman, Sveriges Byggindustrier, Johnny Kellner, egen konsult, Per Löfgren, JM, Caroline Erström, Bonava, Ingemar Löfgren, Thomas Concrete Group, Birgitta Govén, Sveriges Byggindustrier, Jessika Szyber/Mikael Lindberg, Stora Enso, Agneta Wannerström, Skanska, Martin Erlandsson, IVL, och Tove Malmqvist, KTH. Referensgruppens sammansättning har varit: Rickard Langerfors, Magnolia Bostad AB, Ola Larsson/Maria Brogren, WSP, Kenneth Wilén, Folkhem, Andreas Rahlén, Järntorget, Patrik Andersson, Stockholmshem, David Grimheden, Veidekke, Helena Lidelöw, Lindbäcks, Peter Jacobsson, Martinsons, Henrik Ödeen/Sofia Eriksson/Johan Samuelsson, Moelven, Allan Leveau, Svenska Bostäder, Karolina Brick, Riksbyggen, Saga Ekelin, NCC, Magnus Everitt, Installatörsföretagen, Henrik Vinell, Strängbetong, Staffan Eriksson, Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien, Claes Dalman, Peab, Ronny Andersson, Cementa, Kajsa Byfors, Svensk Betong. Hans-Olof Karlsson Hjort, Boverket, och Roger Eriksson, Regeringskansliet, har också deltagit som observatörer.

Projektet har finansierats med bidrag från SBUF (Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond), Regeringskansliet, SIVL (Stiftelsen IVL) samt deltagande organisationer och företag. Det är projektgruppens förhoppning att det oberoende faktaunderlag som nu redovisas om klimatpåverkan för olika byggplattformar och förbättringspotentialer ska leda till såväl fortsatt kunskaps- och metodutveckling som till att prioritera rätt åtgärder i rätt ordning för att minska klimatpåverkan i alla led i bygg- och användningsskedet.

Stockholm i augusti 2018

Pär Åhman
Ordförande i styr- och referensgruppen för projektet
Sveriges Byggindustrier

Bakgrund och syfte

LCA-studier av enskilda byggnader ger vägledning om storleksordningar av energianvändning, klimatpåverkan, med mera. Ofta vill man använda sådana studier för att direkt jämföra livscykelresultat, men det försvåras av att det i regel föreligger funktionella skillnader och olika förutsättningar för de analyserade byggnaderna. I denna studie har därför avsikten varit att göra en så rättvisande och oberoende analys av klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv som möjligt, för ett antal olika byggsystem för flerbostadshus som tillämpas idag på den svenska marknaden. I studien har vi sett till att de olika projekterade lösningarna uppfyller grundläggande funktionella krav enligt BBR, kompletterat med något högre krav på ljudklass och energianvändning.

Om vi ska nå klimatmålen måste klimatpåverkan för byggnader under dess livscykel minskas, oavsett vilket huvudsakligt material ett byggsystem består av. Eftersom ett byggsystem inte består av ett material, utan flera, så är det kombinationen av material som är det intressanta och därmed en utgångspunkt för klimatförbättrande åtgärder. Det är därför viktigt att oavsett plattformsval belysa vilka potentialer till klimatförbättring som finns. Vi behöver därför fortfarande mer kunskap om vad som är stort och smått under en byggnads livscykel och vilka möjligheter som finns med olika klimatförbättrande åtgärder. Den här studien bidrar just med sådan aktuell kunskap för den typen av byggnadslösningar som tillämpas i byggande av flerbostadshus idag i Sverige.

Syftet med FoU-projektet är att komplettera två tidigare SBUF-studier (Liljenström m.fl, 2015; Larsson, m.fl, 2016) genom att utföra LCA-beräkningar på ett och samma referenshus, men med fem olika konstruktionslösningar. Beräkningarna ska visa på klimatpåverkan av lösningarna över livscykeln samt belysa potentialer till förbättringar på byggnadsnivå. Kostnadsfrågor ligger utanför projektets mål.

Denna kortversion av projektets resultat innehåller inte alla delar som studerats i FoU-projektet. I projektets längre slutrapport redovisas ett ytterligare antal delarbeten:

- Mer detaljerade beräkningar och diskussion av bygg- och installationsprocessen (modul A5), underhåll och utbyte (modul B2 och B4).
- Beräkning av klimatpåverkan för en analysperiod om 100 år.
- Redovisning av hur byggskedets andel av total klimatpåverkan påverkas av val av scenarier för användningsskedet, inklusive beskrivning av och beräkning för alternativt scenario för klimatpåverkan för driftenergin (modul B6) med utgångspunkt i att fossila bränslen i energisystemet ska fasas ut till 2045.
- Beräkning av kumulativ energianvändning för grundscenarierna för de fem systemen.
- Beskrivning av hur biogent kol och karbonatisering av betong hanteras idag i liknande livscykelanalyser.
- Beräkning av klimatpåverkan kopplat till vattenskada för de olika systemen.

Kort om livscykelanalys

För att bedöma en produkts miljöpåverkan i ett livscykelperspektiv används livscykelanalysmetodik. En livscykelanalys (LCA) beskriver miljöpåverkan numeriskt inom olika miljöpåverkanskategorier såsom klimatpåverkan, övergödning, marknära ozon och resursanvändning. I detta projekt är det enbart klimatpåverkan som har beräknats och inte annan påverkan på miljön och människors hälsa, uttag av naturresurser, biologisk mångfald, etc.

För att en livscykelanalys ska bli entydig, det vill säga ge samma resultat oavsett vem som gör beräkningen, så måste metodanvisningar och andra preciseringar tas fram och låsas fast. De metodval och preciseringar som gjorts här följer de standarder som kopplar till EU:s Byggproduktförordning (EN15804 och EN 15978). Det innebär bland annat att beräkningar görs enligt principerna för en ”bokförings-LCA” och principen om ”modularitet”. Enligt dessa standarder delas ett byggnadsverks livscykel in i moduler och livscykelskeden enligt figur 1. Karbonatisering av betong ingår under modul B1. Lagring av biogent kol har inte inkluderats i beräkningarna i denna projektsammanfattning.

Klimatpåverkan har beräknats i projektet med hjälp av data från IVL:s miljödatabas som inkluderar vissa uppdateringar och kompletteringar från 2018. Dessa data är så kallade generiska (generella) LCA-data, men representativa för de produkter som används på den svenska marknaden. Gjorda antaganden och beskrivning av beräkningarna i övrigt finns redovisade i projektets underlagsrapport (Erlandsson och Malmqvist, m.fl, 2018).

A 1-3 Produktskede			A 4-5 Byggproduktions-skede		B 1-7 Användningsskede							C 1-4 Slutskede				D Tilläggs-info
Råvaruförsörjning (A1)	Transport (A2)	Tillverkning (A3)	Transport till byggplatsen (A4)	Bygg- och installationsprocessen (A5)	Användning (B1)	Underhåll (B2	Reparation (B3)	Utbyte (B4)	Ombyggnad (B5)	Driftsenergi (B6)	Driftens vattenanvändning (B7)	Demontering och rivning (C1)	Transport (C2)	Restproduktbehandling (C3)	Bortskaffning (C4)	Fördelar och belastningar utanför systemgränsen
x	x	x	x	x	x	x		x		x		x	x	x	x	

Figur 1. *En byggnads livscykel enligt den europeiska standarden EN 15978. X anger vilka delar av livscykeln som ingår i beräkningarna för de studerade byggsystemen. I den svenska översättningen av EN15978 har SIS infört benämningen Byggskedet för modul A1-5.*

Fem byggsystem projekterade för ett referenshus

Fem olika konstruktionslösningar har studerats för ett och samma referenshus. Referenshuset utgår ifrån ett av Svenska Bostäders fyra flerbostadshus i kvarteret Blå Jungfrun i Hökarängen utanför Stockholm, färdigställt 2010. Det aktuella huset har 6 våningsplan inklusive entréplanet, inrymmer 22 lägenheter (Figur 2) och har två hissar men inget underliggande garage. Kvarteret Blå Jungfrun var de flerbostadshus i betong som först studerades (Liljenström m.fl., 2015) i serien SBUF-projekt som detta projekt ingår i. Beräkningarna baseras på en gemensam byggnadsutformning genom att alla fem alternativ ska följa samma arkitektritningar. Dessutom ska tillämpningen av byggsystemen uppfylla samma grundläggande funktionella krav. De fem systemen är:

1. **Platsgjuten betongstomme med kvarsittande form (VST) –** Platsgjuten betongstomme där inner- och ytterväggar gjuts på plats i kvarsittande formar av cementbundna skivor och med platsgjutna bjälklag på plattbärlag. Detta är den ursprungliga konstruktionen hos referenshuset och marknadsförs och säljs under benämningen VST. Grundfallets beräkningar baseras på data från Skanska, som uppförde kvarteret Blå Jungfrun 2010, men uppdaterat (framför allt avseende klimatpåverkan för betong), för att motsvara hur huset skulle uppföras idag.
2. **Platsgjuten betongstomme med lätta utfackningsväggar –** Bjälklag och bärande innerväggar gjuts på plats i betong. Ytterväggar består av lätta utfackningsväggar med reglar av plåt och trä och bärande stålpelare integrerade i fasad. Beräkningar baseras på en standardiserad byggplattform från NCC och är därmed representativ för en modern platsgjuten stomme.
3. **Prefabricerad betongstomme -** Stomme i form av prefabricerade betongelement med håldäcksbjälklag i betong, kompletterat med ovanpåliggande regelsystem av plåtreglar och spånskiva (Granab) för att bland annat klara ljudkraven. Beräkningar baseras på data från Strängbetong och är representativt för denna typ av betong-prefab och svenska produktionsförhållanden.
4. **Volymelement i trä** – Prefabricerade volymelement i trä som produceras i fabrik. Beräkningar baseras på data från Lindbäcks och är representativt för konstruktionslösningar från detta företag eller företag med liknande koncept. Andra tillverkare av volymelement förekommer och även om konstruktionen kan skilja något så bör detta alternativ kunna anses representativt för en annan leverantör som använder trä som grund i systemet och dess bärande delar.
5. **Massiv stomme i KL-trä -** Stomme och yttervägg med KL-trä, dvs. massiv trästomme där bjälklaget utförts med ovanpåliggande regelsystem av plåtreglar och spånskiva (Granab) för att klara ljudkraven. Beräkningar baseras på en konstruktionslösning från Stora Enso och kan anses representativt för moderna KL-trä-koncept för flerbostadshus i trä i denna storlek.

Byggsystemen valdes dels för att sammantaget representera hur majoriteten av flerbostadshus i Sverige byggs idag, dels för att representera påtagligt olika byggsystem som tillämpas idag.

Figur 2. *Hus 3 i Svenska Bostäders kvarter Blå Jungfrun i Hökarängen som är det referenshus som respektive konstruktionslösning har projekterats för (Bilder: Reflex Arkitekter AB).*

Respektive byggsystem har projekterats för referenshuset i enlighet med planlösningar och typritningar enligt originalet. Det vill säga, samma antal lägenheter, planlösningar, fönster- och balkongsättningar, etc.. De olika plattformsalternativen har därmed samma A_{temp} (2198 m^2) men detaljer för balkonglösningar skiljer något mellan systemen. I samtliga fall är fasaderna putsade, taket är täckt med papp och grundläggningen en platta på mark. Samtliga byggplattformar uppfyller byggreglernas (BBR) grundläggande krav samt ljudklass B och ett gemensamt teoretiskt energibehov definierat som 41 kWh/m^2 A_{temp} och år med köpt fjärrvärme och 12 kWh/m^2 A_{temp} och år fastighetsel.

Kostnadskalkyler och annat underlag har begärts in från de leverantörer/byggare av de fem studerade systemen, vilket har använts som underlag för mängdning av ingående resurser. Vid behov har dessa mängdningar justerats och kompletterats så att de unika, grundläggande, kalkylerna för varje byggsystem har en likvärdig omfattning.

Resultat per byggsystem

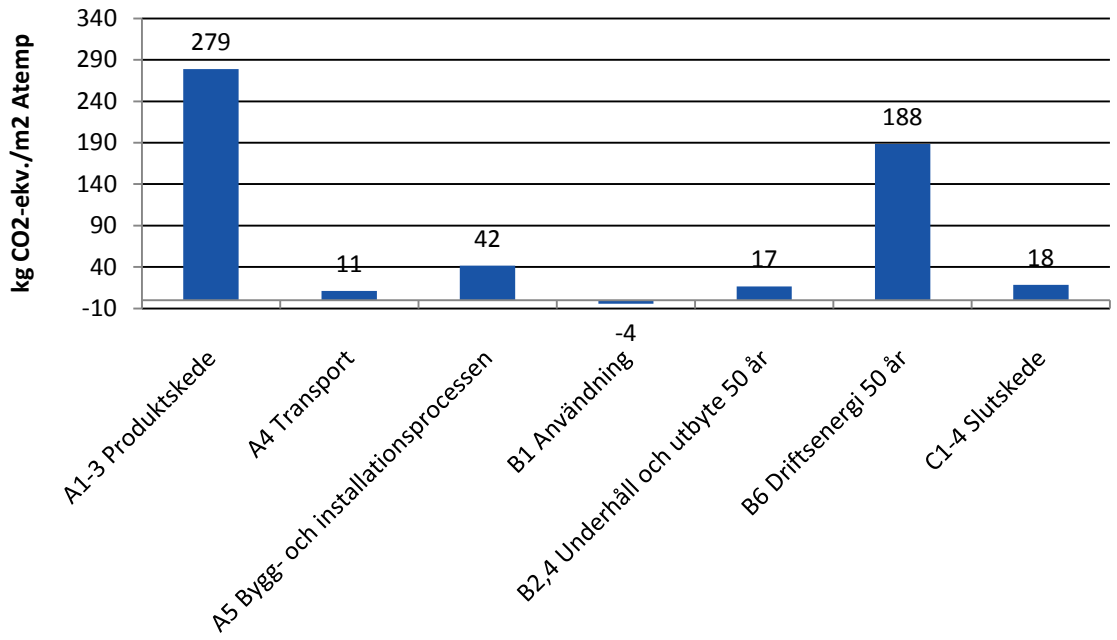
Nedan redovisas resultat för klimatpåverkan över en analysperiod om 50 år för de fem projekterade lösningarna på referenshuset[1]. Dessa resultat motsvarar *grundfallet,* det vill säga så som huset skulle byggas idag med de krav som projektet föreskrivit men utan klimatförbättringar. Grundfallet innebär en platta på mark utan garage och ett energiscenario för driftenergi (modul B6) baserat på dagens medelvärden för nordisk elmix och svensk fjärrvärme under hela analysperioden.

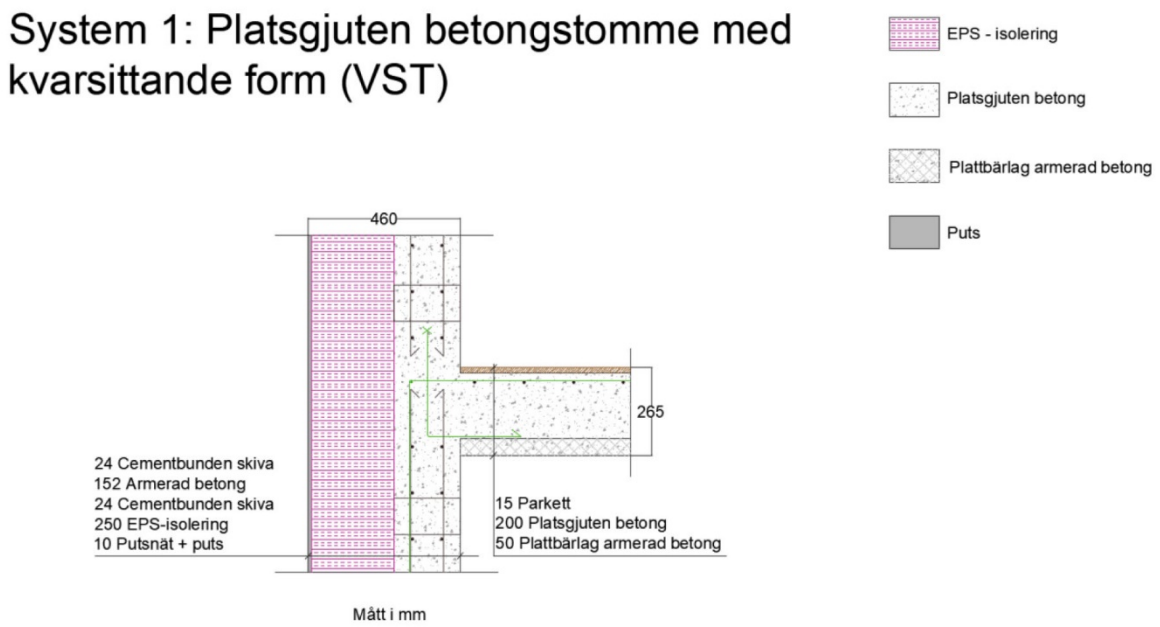
Utöver de resultat som presenteras nedan, gjordes en mängdning av ett tänkt underliggande och delvis utskjutande garage motsvarande ett parkeringstal på 0,5, vilket då motsvarar i storleksordningen 48 kg CO_2-ekv./m^2 A_{temp} att bygga.

[1] I projektets längre underlagsrapport genomförs också en känslighetsanalys för en analysperiod om 100 år.

System 1. Platsgjuten betongstomme med kvarsittande form (VST)

Byggskedet (modul A1-A5): 331 kg CO_2-ekv./m^2 A_{temp}

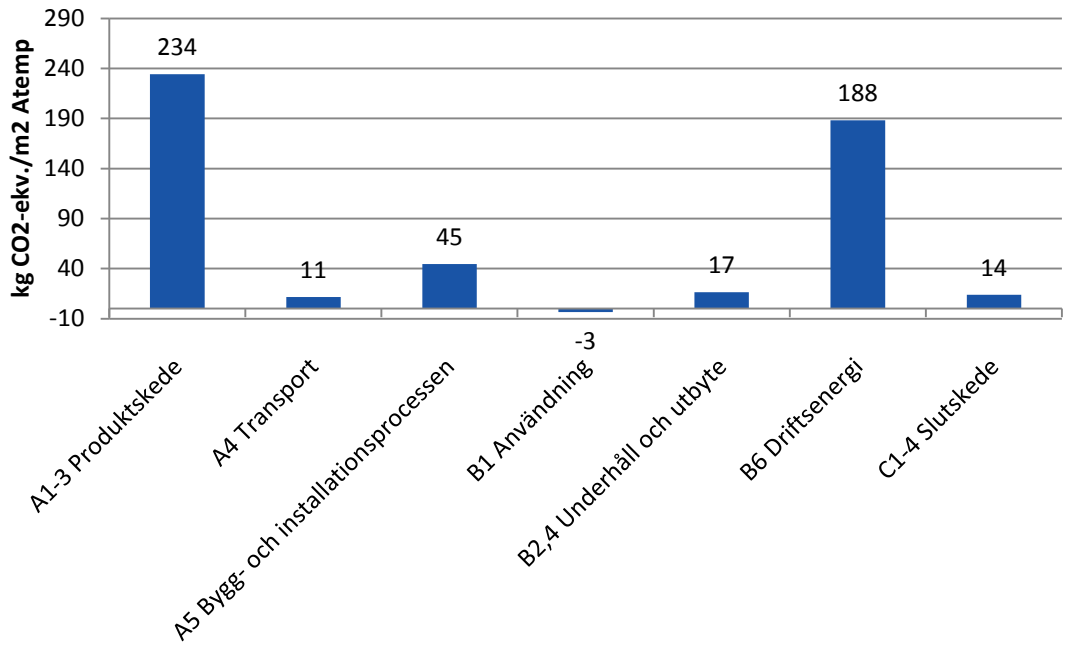


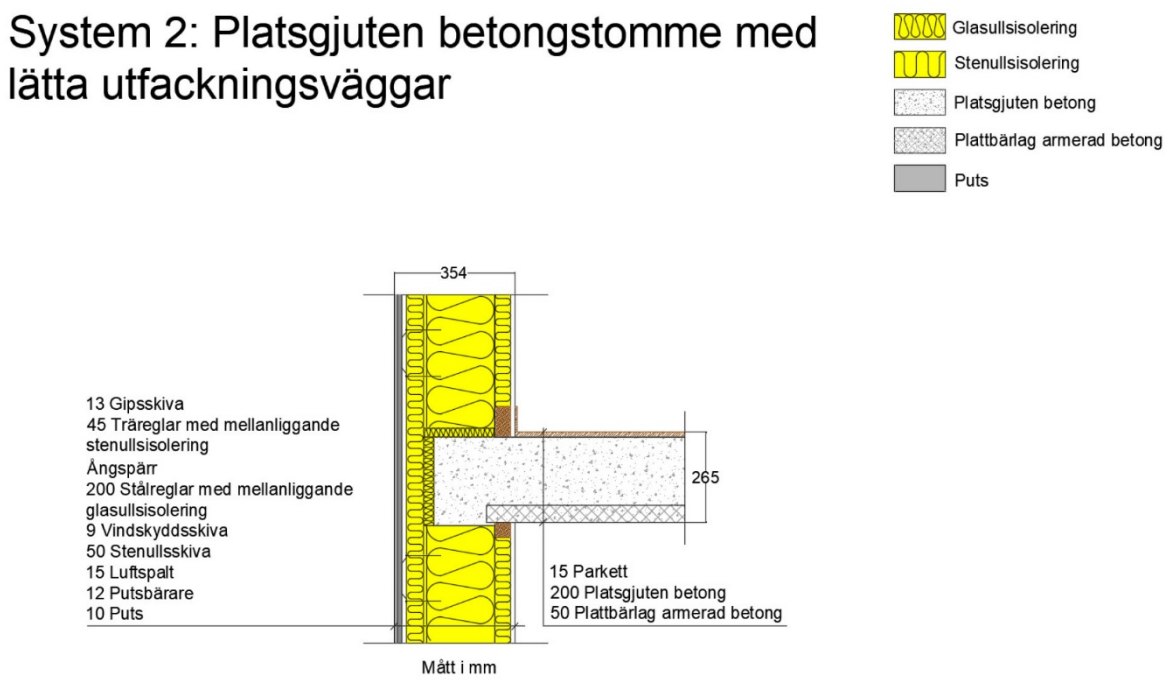


Figur 3. *System 1. Platsgjuten betongstomme i kvarsittande form (VST) - Klimatpåverkan över livscykeln, analysperiod 50 år. För produktskedet dominerar klimatpåverkan för betong (45 %), följt av cementbundna skivor (20 %), isolering (9 %).*

System 2. Platsgjuten betongstomme med lätta utfackningsväggar

Byggskedet (modul A1-A5): 290 kg CO_2-ekv./m^2 A_{temp}

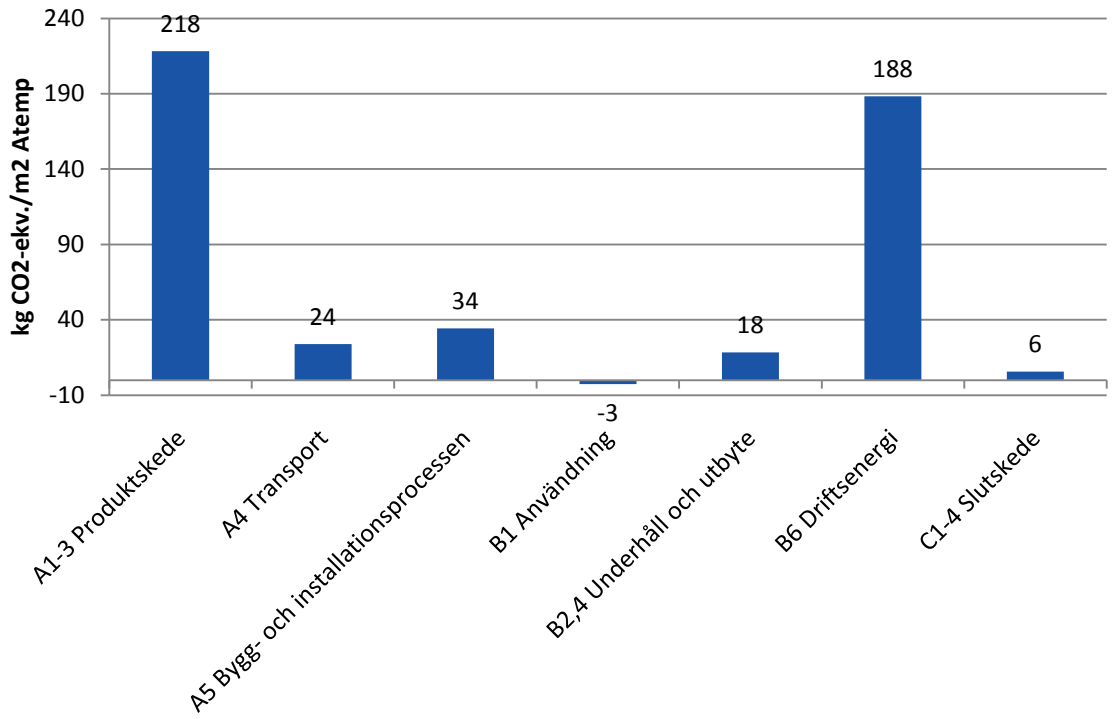


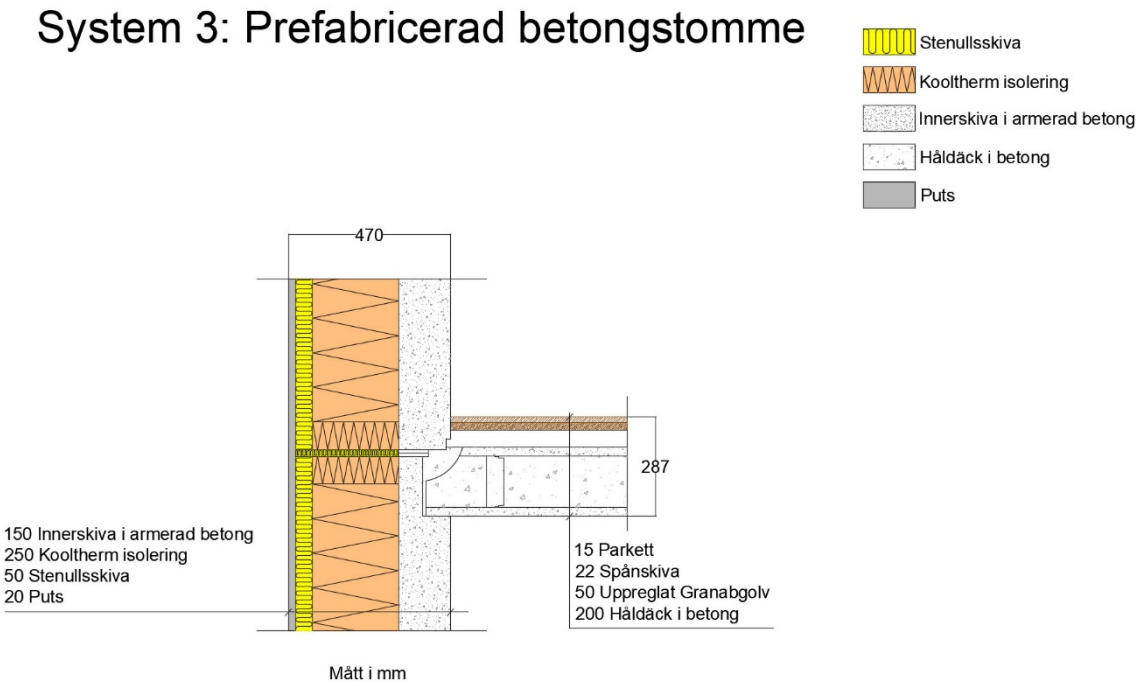


Figur 4. *System 2 - Platsgjuten betongstomme med lätta utfackningsväggar i trä och plåt - Klimatpåverkan över livscykeln, analysperiod 50 år. För produktskedet dominerar klimatpåverkan för betong (58 %), följt av plåt -och ståldetaljer, reglar, etc. (10 %) och installationer (6 %).*

System 3. Prefabricerad betongstomme med håldäcksbjälklag

Byggskedet (modul A1-A5): 276 kg CO_2-ekv./m^2 A_{temp}

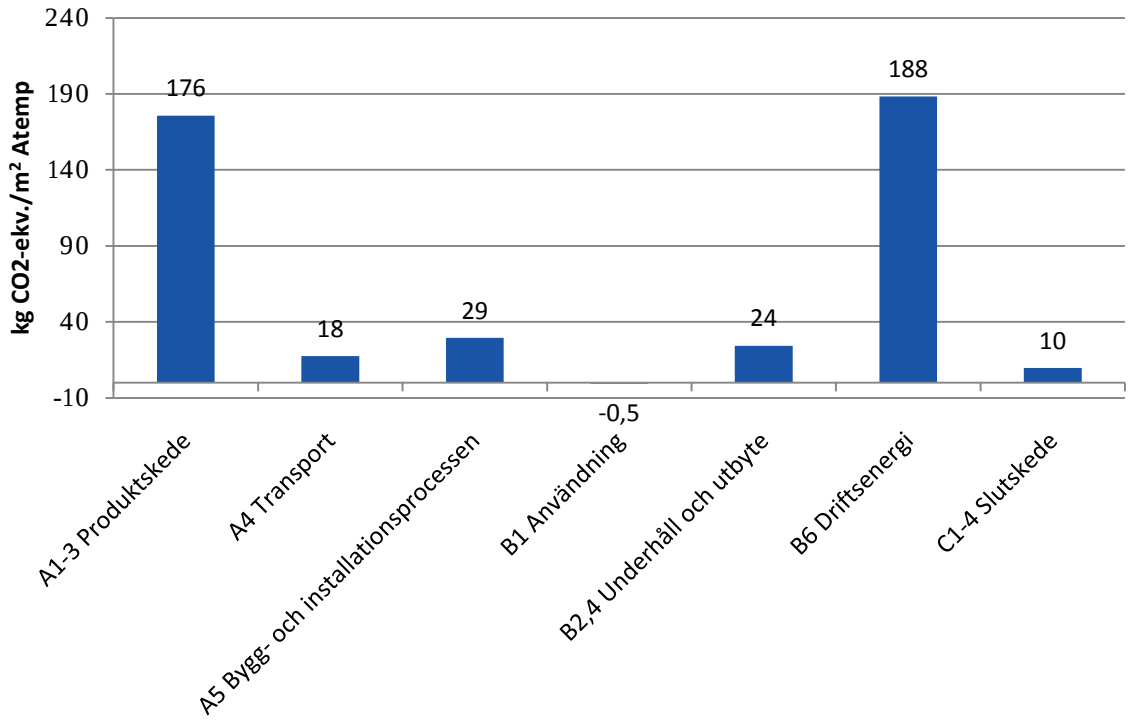


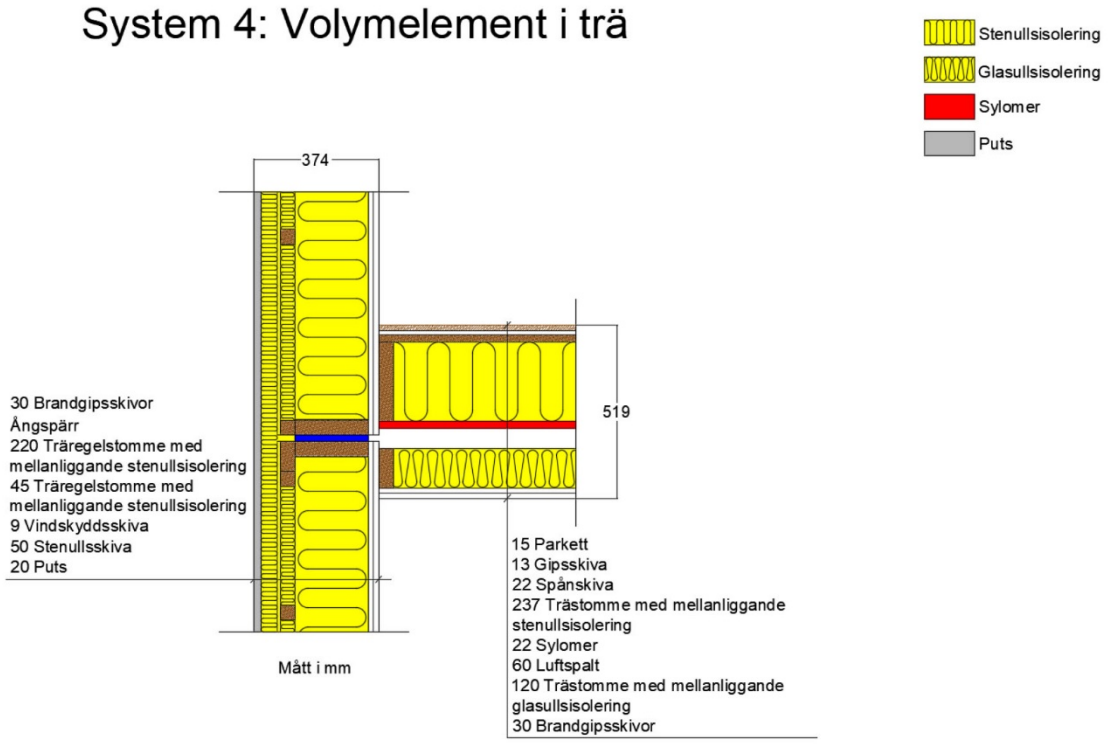


Figur 5. *System 3 - Prefabricerad betongstomme - Klimatpåverkan över livscykeln, analysperiod 50 år. För produktskedet dominerar klimatpåverkan för betong (43 %), följt av armering (23 %) och isolering (10 %).*

System 4. Volymelement i trä

Byggskedet (modul A1-A5): 223 kg CO_2-ekv./m^2 A_{temp}

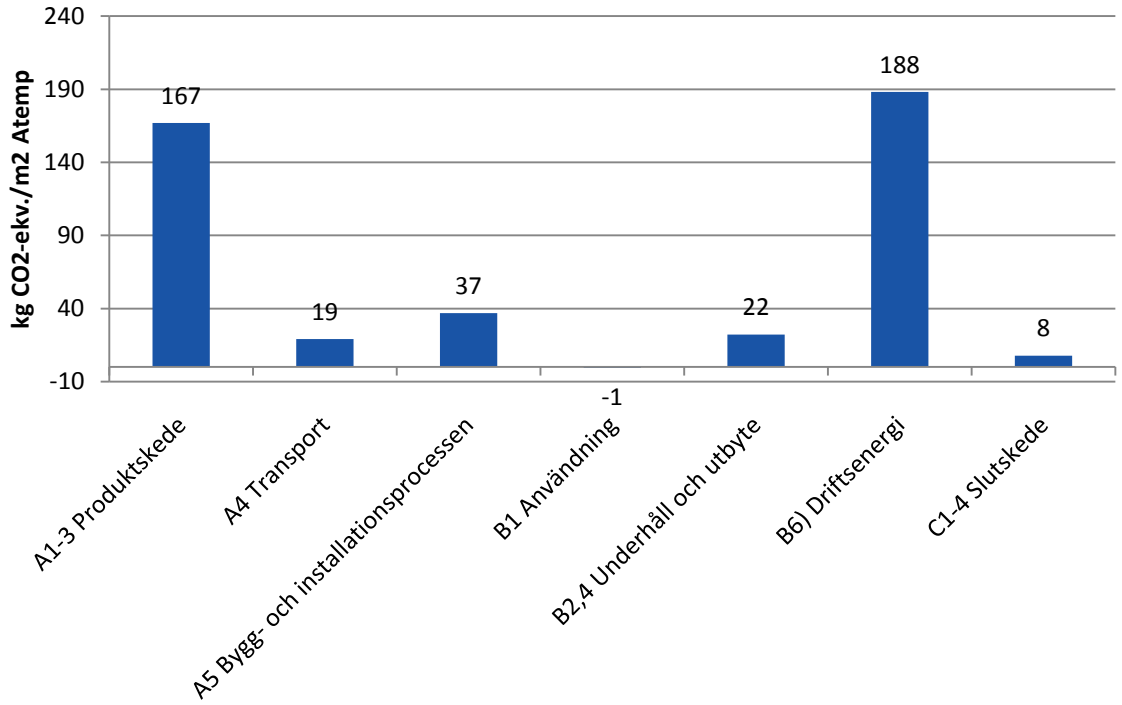


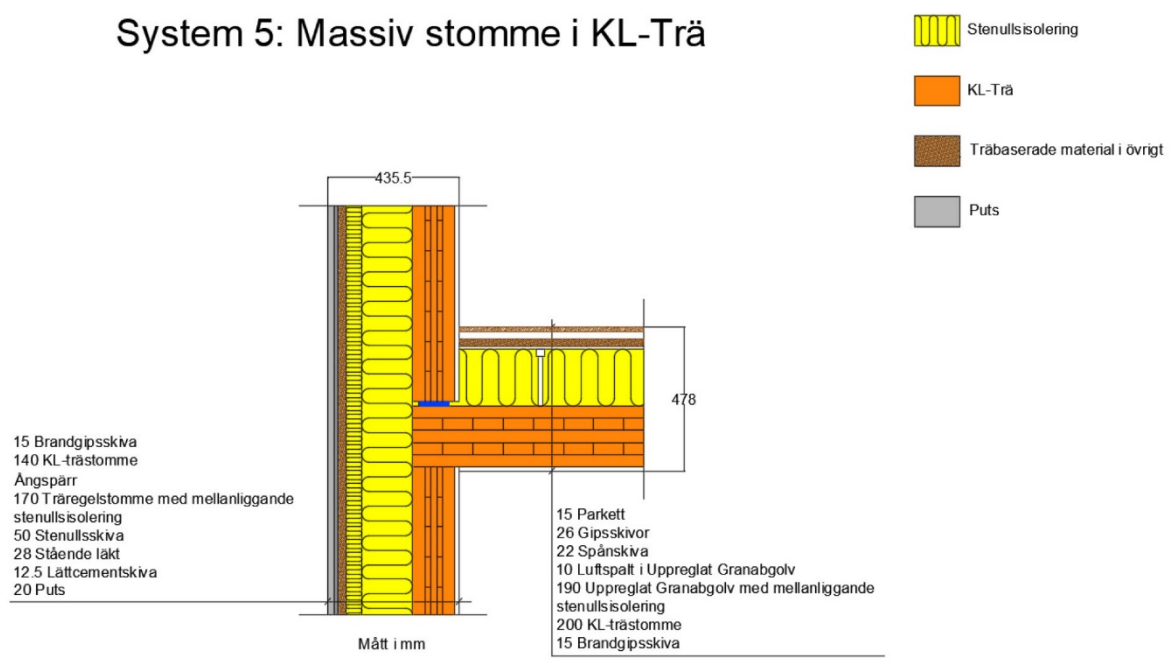


Figur 6. *System 4 - Volymelement i trä - Klimatpåverkan över livscykeln, analysperiod 50 år. För produktskedet dominerar klimatpåverkan för gipsskivor (31 %), följt av isolering (13 %) och betong (12 %).*

System 5. Massiv stomme i KL-trä

Byggskedet (modul A1-A5): 223 kg CO_2-ekv./m^2 A_{temp}





Figur 7. *System 5 - Massiv stomme i KL-trä - Klimatpåverkan över livscykeln, analysperiod 50 år. För produktskedet bidrar KL-trä mest till klimatpåverkan (21 %), följt av isolering (16 %) och gipsskivor (13 %).*

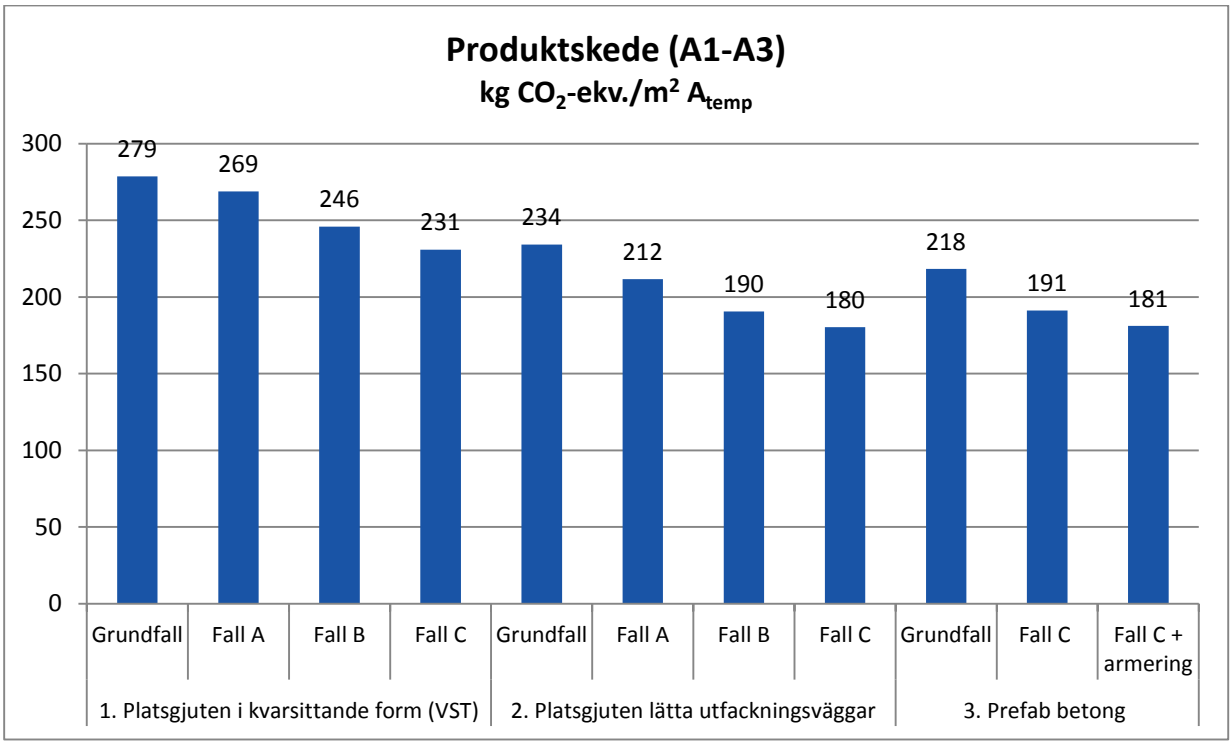
Förbättringspotentialer

Då byggskedet idag står för en stor andel av klimatpåverkan från en byggnad över dess livscykel är det dags att på allvar börja genomföra de åtgärder som kan minska dess klimatpåverkan. I arbetet med studien har vi identifierat några sådana åtgärder som de företag som projekterat de olika byggsystemen sett som intressanta och möjliga att genomföra. De förbättringsåtgärder som räknats på, syftar till att minska klimatpåverkan från byggskedet, med bibehållen grundläggande funktion. Kostnader och påverkan på byggproduktion, etc. har inte analyserats. Nedan visas hur mycket klimatpåverkan kan minska om sådana åtgärder skulle genomföras.

Klimatförbättrad betong

För de tre betongbaserade byggsystemen, dominerar betong- och cementprodukter stort klimatpåverkan kopplat till byggnadernas materialanvändning. Även mängden betong för att uppnå samma funktion har betydelse, där den prefabricerade betonglösningen med håldäcksbjälklag har i storleksordningen 20 procent lägre betongmängd än de två platsgjutna systemen. Men även använda betongrecept har betydelse. I systemet med lätta utfackningsväggar har betongen en lägre andel bindemedel vilket minskar klimatpåverkan. I det prefabricerade systemet har dessutom en del av cementen i bindemedlet ersatts av masugnsslagg, vilket innebär en ”klimatförbättring” redan i grundfallet.

Den enskilt viktigaste förbättringsåtgärden för de betongbaserade systemen är därför att undersöka möjligheten att välja en klimatförbättrad betong. 3 tänkbara förbättringsalternativ och resulterande klimatpåverkan visas i figur 8. Fall A motsvarar en viss inblandning av flygaska som ett alternativt bindemedel till portlandcement (benämnt CEM II/A-V) och används idag på den svenska marknaden för husbyggnad. För prefabbetong har en klimatförbättrad betong delvis introducerats av Strängbetong, vilket motsvarar samma förbättring som Fall A för övriga alternativ, varför detta alternativ inte redovisas i figur 8 för system 3. Fall B motsvarar ett något mer optimerat slaggcement med hög hållfasthetstillväxt och Fall C innehåller ett optimerat slaggcement med den högsta möjliga ersättningsnivån idag (65 procent).



Figur 8. *Potentialer till förbättring av produktskedet hos de betongbaserade byggsystemen med tre alternativ av klimatförbättrad betong.*

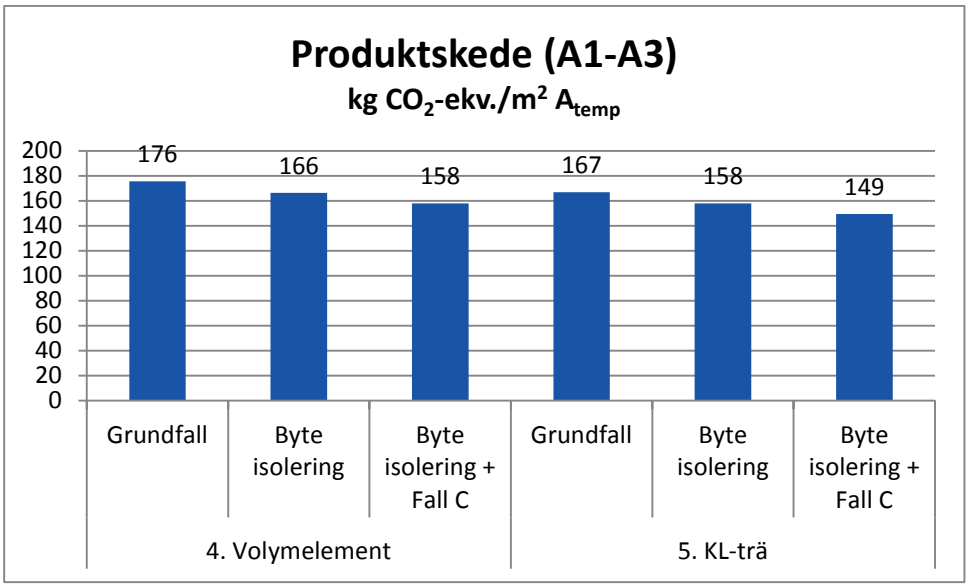
För hela produktskedet (A1-A3) visar beräkningarna att användning av klimatförbättrad betong enligt ovan kan minskas med 4-17 procent för VST-systemet och 9-23 procent för det platsgjutna betongsystemet med lätta utfackningsväggar. För det prefabricerade systemet är minskningen 12 procent. Mängdmässigt motsvarar VST-konceptet en konstruktion med betong i yttervägg och skulle kunna utföras mer resurssnålt genom att använda

prefab eller platsgjuten betong med ett tunnare betongskikt. En sådan förbättring av konstruktionen har inte gjorts här men ger en inte obetydlig förbättring (se Erlandsson, 2017). En konstruktiv optimering av de platsgjutna stommarna kan också resultera i att betong med något lägre hållfasthetsklass och miljöbelastning skulle kunna användas. Eftersom även de träbaserade systemen har en betongplatta på mark, kan förbättring genom att välja klimatförbättrad betong nås även för de systemen, se figur 9.

Övriga klimatförbättrade produktval

För det prefabricerade betongbaserade byggsystemet står också armering i betongelementen för en stor andel av klimatpåverkan för produktskedet. Genom att göra ett *specifikt* val av en armeringsprodukt med låg klimatpåverkan vid tillverkningen, kan klimatpåverkan sänkas ytterligare, se sista stapeln till höger i figur 8. Detta beror på att denna produkt har en bättre klimatprestanda än ”medelvärdet” för armeringsprodukter som bör användas i liknande beräkningar om en beställare inte tydligt pekat ut vilka produkter som köps in. Denna förbättringspotential är realistisk även för de andra betongbaserade systemen.

För de träbaserade systemen har isoleringen en förhållandevis stor andel av klimatpåverkan i produktskedet (A1-A3). Ett byte av mycket av stenullsisoleringen i dessa system till den glasullsprodukt med bäst klimatprestanda på marknaden idag har därför implementerats på systemen vilket ger en påtaglig reduktion av klimatpåverkan för produktskedet, figur 9.



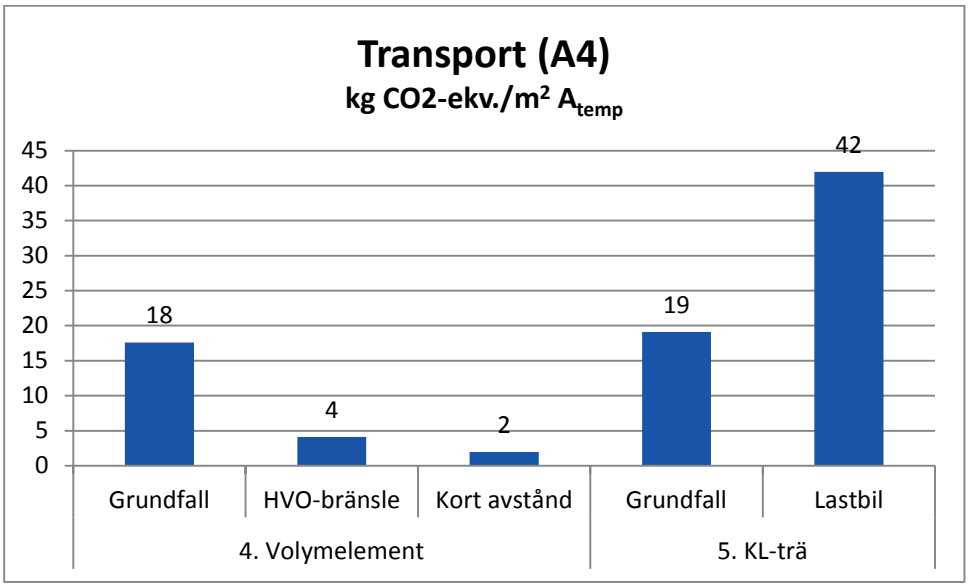
Figur 9. *Potentialer till förbättring av produktskedet hos de träbaserade byggsystemen vid byte till glasullsisolering med hög klimatprestanda, samt klimatförbättrad betong enligt Fall C i plattan på mark.*

Transporters klimatpåverkan och förbättringsmöjligheter

I resultaten för grundscenarierna för de prefabricerade byggsystemen (figur 5-7) syns att transport av prefabricerade element till byggplatsen står för en förhållandevis stor andel av byggskedets klimatpåverkan. Transport av volymelement i trä sker idag med lastbil av Lindbäcks och i grundscenariet (figur 6) har fossil diesel ansatts som bränsle[2]. Figur 10 visar den förhållandevis stora potentialen till minskade utsläpp om 100 % HVO-bränsle ersätter fossil diesel vid transport av volymelementen från Piteå. I samma diagram visas också hur avståndet till byggplatsen påverkar resultatet. Stapeln för ”kort avstånd” visar hur mycket mindre belastningen blir om byggplatsen skulle ligga enbart 100 km från Lindbäcks fabrik (med fossil diesel som drivmedel). I grundfallet för det prefabricerade betongsystemet förutsätts en lokal leverantör av betongelementen, dvs. ett transportavstånd om 150 km. Skulle betongelementen importeras ökar detta bidrag direkt proportionellt mot avståndet (en dubblering vid 300 km, osv). Stora Enso transporterar idag sina prefabelement med tåg från

[2] Lindbäcks kör redan idag med HVO-bränsle men det är alltid svårt att garantera att det till 100 procent är sådant bränsle som används.

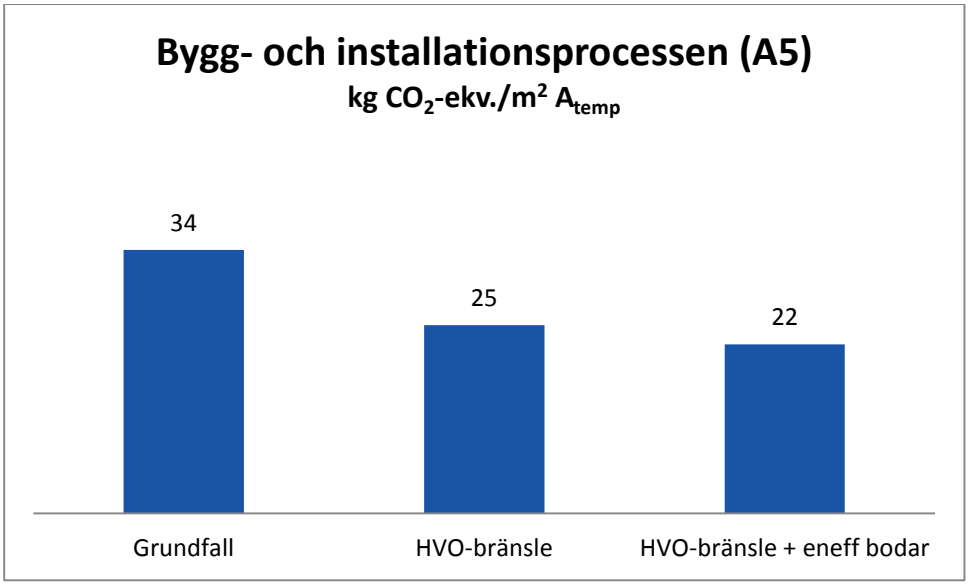
Österrike för större byggprojekt som kvarteret Blå Jungfrun, vilket motsvarar belastningen för grundfallet i figur 10. Andra KL-träleverantörer har tillverkning i Sverige eller i våra grannländer. Om transporten av KL-stommens element hade skett med lastbil och fossil diesel istället för tåg skulle klimatpåverkan öka enligt figur 10.



Figur 10. *Analys av transporternas klimatpåverkan beroende på bränsleval och transportavstånd, exemplifierat för de två träbaserade prefabricerade byggsystemen.*

Förnybart bränsle och energieffektiva bodar på byggplatsen

Beräkning av klimatpåverkan kopplat till energikrävande aktiviteter på byggplatsen har bland annat baserats på intervjuer med leverantörerna av byggsystemen. Utifrån det underlaget är det framför allt el- och diesel-användning på byggplatsen som står för en förhållandevis stor andel av bygg- och installationsprocessens (modul A5) klimatpåverkan. I figur 11 illustreras förbättringspotentialen vid stomresning och stomkomplett-ering med mobilkran, om drift av denna byts från fossil diesel till 100 procent HVO-bränsle, samt om mer energieffektiva bodar används under etableringstiden.



Figur 11. *Potential till förbättring av bygg- och installationsprocessen (modul A5) exemplifierat för det prefabricerade systemet i betong då arbetsmaskiner (inkl mobilkran) använder 100 procent HVO-bränsle samt med mer energieffektiva bodar.*

Sammanfattningsvis innebär de åtgärder som redovisats ovan att byggskedets klimatpåverkan (A1-A5) för de olika byggsystemens grundfall (figur 3-7) i samtliga fall kan sänkas betydligt. Av de beskrivna åtgärderna har de viktigaste för respektive byggsystem implementerats i tabell 1. Här framgår att det finns potentialer med enbart dessa åtgärder att sänka klimatpåverkan för byggskedet (modul A1-A5) med nära 1/5 för de flesta av de studerade byggsystemen när de tillämpas på studiens referenshus.

Tabell 1. Sammanfattning av potential att minska klimatpåverkan till följd av viktiga åtgärder för respektive byggsystem, då de implementeras på studiens referenshus.

Byggsystem	**Implementerade förbättringar**	**Minskad klimatpåverkan för byggskedet (modul A1-A5)**
1: Platsgjuten betongstomme i kvarsittande form (VST)	Klimatförbättrad betong enligt Fall C Byte från fossil diesel till 100 procent HVO-bränsle på byggarbetsplatsen	19 %
2: Platsgjuten betongstomme med lätta utfackningsväggar	Klimatförbättrad betong enligt Fall C Energieffektiva bodar på byggarbetsplatsen	20 %
3: Prefabricerad betongstomme	Klimatförbättrad betong enligt Fall C Specifikt val av armeringsprodukt Byte från fossil diesel till 100 procent HVO-bränsle på byggarbetsplatsen Energieffektiva bodar på byggarbetsplatsen	18 %
4: Volymelement i trä	Byte från generisk stenull till specifikt val av glasullsprodukt Klimatförbättrad betong i bottenplatta enligt Fall C Lastbilstransport av volymelement med 100 procent HVO-bränsle Byte från fossil diesel till 100 procent HVO-bränsle på byggarbetsplatsen	18 %
5: Massiv stomme i KL-trä	Byte från stenull till specifikt val av glasullsprodukt Klimatförbättrad betong i bottenplatta enligt Fall C Byte från fossil diesel till 100 procent HVO-bränsle på byggarbetsplatsen Energieffektiva bodar på byggarbetsplatsen	13 %

För alla system finns naturligtvis ytterligare åtgärder som hade kunnat implementeras, men exemplen ovan illustrerar ett antal val/åtgärder som har stor potential för respektive system. Åtgärder som minskar klimatpåverkan för underhåll under byggnadens livstid kan också vara viktiga att beakta. I den här studien är tak- och fasadmaterial samt installationer lika i samtliga projekteringar av byggsystemen, men för balkongerna i trä-systemen är klimatpåverkan på grund av utbyte av balkongplattan förhållandevis hög. Det innebär att det finns all anledning att finna klimatsmarta alternativ för den typen av balkonglösningar.

Rekommendationer för entreprenörer och byggherrar

Som i tidigare studier (Liljenström m.fl., 2015, Larsson m.fl., 2016, Kurkkinen m.fl., 2015) visar även den här studien att byggskedet står för en betydande andel av nybyggda flerbostadshus klimatpåverkan sett över hela livscykeln. Oavsett val av material i stommen står byggskedet för i storleksordningen 50-60 procent sett över en 50 års analysperiod. Och om energisystemet i Sverige utvecklas i linje med Riksdagens beslutade mål om netto-noll utsläpp av växthusgaser 2045, är denna andel ännu större, upp emot 70 procent.

Det finns påtagliga skillnader i klimatpåverkan för byggskedet beroende på konstruktionslösning, så som huset skulle byggas idag med de olika systemen. Men projektet visar samtidigt att det finns mer eller mindre klimatsnåla lösningar, oavsett om huvudmaterialet i stommen är betong eller trä.

Det finns förhållandevis stora potentialer att minska klimatpåverkan från byggskedet, oavsett vilken konstruktionslösning som väljs. Det är därför väsentligt att i all nyproduktion (men också mer omfattande ombyggnadsprojekt) identifiera och genomföra de viktiga klimatsmarta valen. Baserat på resultaten från den här studien är nedanstående åtgärder mycket intressanta att beakta. De förbättringsåtgärder som räknats på, syftar till att minska klimatpåverkan från byggskedet, med bibehållen grundläggande funktion som i referenshuset.

- **Beställ klimatförbättrad betong.** En mycket viktig åtgärd oavsett vilket byggsystem som används är att välja klimatförbättrad betong. Sådan finns redan idag att köpa på den svenska marknaden utan att gjutcykeln påverkas på ett betydande sätt. Sedan går det att beställa ännu bättre betong ur klimatsynpunkt, men det kräver en dialog mellan betongleverantören, konstruktören och entreprenören.
- **Välj de klimatmässigt bästa produkterna för de stora materialgrupperna.** I studien visas att det finns stora klimatförbättringar att göra vid inköp genom att välja rätt leverantör och produkt för viktiga materialgrupper. Exempel på detta från studien är armering och glasullsisolering där det visade sig finnas stora skillnader mellan produkter från olika leverantörer. Denna åtgärd gäller oavsett material eller valt byggsystem.
- **Välj förnybara bränslen för transporter.** På samma sätt finns stora klimatvinster att göra genom att välja transport på järnväg alternativt med lastbilstransport med förnybara bränslen, såsom HVO, då prefabricerade byggsystem väljs.
- **Undvik långa transporter av material och komponenter.** Även om förnybara drivmedel används för transporter av material och komponenter till byggplatsen, är det också viktigt att undvika alltför långa transporter av material och komponenter som står för en stor andel av byggnadens vikt. Det är därför framför allt viktigt att tänka på för de stora stommaterialen.
- **Optimera energianvändningen på byggplatsen.** Omfattande användning av dieseldrivna maskiner på byggplats innebär också förhållandevis stor klimatpåverkan. I studien syns framför allt att användning av dieseldriven mobilkran kan ha stor påverkan. En elektrifiering av byggarbetsplatsens fordon kan vara ett sätt att förbättra. I den mån det går att köpa förnybart bränsle, såsom HVO, för byggarbetsplatsens fordon, minskar klimatpåverkan påtagligt. Det är också viktigt att optimera och minimera drift av alla fordon samt att använda energieffektiva bodar.
- **Välj beläggning på balkonger med låg klimatpåverkan med hänsyn till underhåll.** Historiskt sett har det funnits problem med betongbalkonger men de bedöms vara hanterade idag. För träbaserade byggsystem är klimatpåverkan till följd av balkongunderhåll något som behöver beaktas. Att hitta lösningar med lägre klimatpåverkan och lägre underhållsbehov än dagens lösningar är här viktigt.
- **Räkna på klimatpåverkan i varje enskilt byggprojekt.** Varje byggprojekt är unikt och därmed även vilka förbättringsmöjligheter som är viktigast för att minska klimatpåverkan. Även om ovanstående listade förslag bör beaktas i projekt så kan det för det unika projektet vara något annat val som kan påverka projektets klimatpåverkan mycket. Därför är det angeläget att klimatberäkningar görs tidigt i projekteringen så att de viktigaste åtgärderna för just ert projekt tidigt kan identifieras och därmed genomföras för att minska byggskedets klimatpåverkan. Valda tekniska lösningar i byggskedet kommer dock att påverka byggnaden under dess livscykel, varför en förbättringsanalys alltid bör omfatta hela livscykeln.
- **Öka kompetensen om klimatpåverkan i hela värdekedjan.** För att kunna identifiera och genomföra de viktigaste, och också de mest kostnadseffektiva åtgärderna för att minska klimatpåverkan från enskilda byggprojekt, krävs en allmän kompetenshöjning samt samverkan mellan alla aktörer i värdekedjan**.** Detta gäller inte minst vid upphandling.

De åtgärder som beskrivs ovan belyser förbättringar att göra i byggskedet (modul A1-A5). Vi har här valt att lyfta åtgärder i byggskedet då det är frågor som man hittills inte arbetat med mycket i nybyggnadsprojekt. Att arbeta för energieffektiva klimatskal och andra åtgärder som reducerar användningsskedets (skede B) klimatpåverkan är alltjämt naturligtvis också viktigt. Att välja komponenter med lång livslängd och flexibla lösningar som minskar behovet av stor framtida materialomsättning vid förändrade byggnadsfunktioner och krav är också viktigt.

Förbättringsåtgärderna har bedömts som möjliga att genomföra redan idag, men naturligtvis kan det finnas kostnads- och produktionsmässiga skäl till att de inte regelmässigt genomförs. Projektets uppgift har dock varit att belysa just klimatbesparingar som är möjliga att genomföra, kostnadsfrågor ligger utanför projektets mål. Likaså är det enbart klimatpåverkan som analyserats i studien, och inte annan påverkan på miljön och människors hälsa, uttag av naturresurser, biologisk mångfald, etc..

För närvarande händer mycket som sannolikt leder till en ökad styrning mot byggkoncept med förbättrad klimatprestanda: Boverkets förslag till klimatdeklaration för byggnader (2018) samt ökat byggande med såväl senaste versionen av Miljöbyggnad, som nu ställer krav på att hantera byggskedets klimatpåverkan med hjälp av LCA, samt andra miljöcertifieringar som ställer liknande krav.

När det gäller klimatförbättrad betong redovisas ett alternativ som redan idag används på den svenska marknaden (Fall A). All betong inom husbyggnad innehåller idag olika cementersättningsprodukter som gör att uttorkning och hållfasthetstillväxt, under vissa förutsättningar, kan skilja sig mot den betong som historiskt sett använts på den svenska marknaden. En rapport från SBUF förväntas under hösten 2018 som belyser konsekvenser av detta och hur problem kan undvikas med moderna betongrecept. Det kan också nämnas att det är möjligt att göra en konstruktiv optimering av de platsgjutna stommarna för att nå en betong med något lägre hållfasthetsklass och miljöbelastning. Slutligen bör sägas att det i och med den reduktionsplikt för diesel som trädde i kraft vid halvårsskiftet 2018 kan antas att det blir svårt att köpa 100 procent biodiesel, då all biodiesel kommer användas för att uppnå plikten. Detta kommer dock innebära minskad klimatpåverkan för alla transporter och fordon som används i samtliga byggprojekt i Sverige. För arbetsmaskiner på byggplats kan en omställning till biogas- eller eldrivna fordon också kunna vara ett alternativ så småningom.

Referenser

Boverket. (2018). Klimatdeklaration av byggnader. Rapport 2018:23. Karlskrona: Boverket.

EN 15804. (2012). Hållbarhet hos byggnadsverk – Miljödeklarationer - Produktspecifika regler. SS-EN 15804:2012+ A1: 2013. Stockholm: SIS.

EN 15978. (2011). Hållbarhet hos byggnadsverk – Värdering av byggnaders miljöprestanda – Beräkningsmetod. SS-EN 15978:2011. Stockholm: SIS.

Erlandsson, M och Malmqvist, T., Francart, N, Kellner, J. (2018). Minskad klimatpåverkan från flerbostadshus – LCA av fem byggsystem. Underlagsrapport. Stockholm: Sveriges Byggindustrier.

Erlandsson, M. (2017). Blå Jungfrun version 2017 med nya cement. Rapport C250, juni 2017. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet

Kurkkinen, E-L, Norén, J, Peñaloza, D, Al-Ayish, N, During, O. (2015). Energi och klimateffektiva byggsystem. Miljövärdering av olika stomalternativ. SP Rapport 2015:70. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

Larsson, M., Erlandsson, M., Malmqvist, T., Kellner, J. (2016). Byggandets klimatpåverkan - Livscykelberäkning av klimatpåverkan för ett nyproducerat energieffektivt flerbostadshus med massiv stomme av trä. Stockholm: Sveriges Byggindustrier.

Liljenström, C, Malmqvist, T, Erlandsson, M., Freden, J., Adolfsson, I., Larsson, G., Brogren, M. (2015). Byggandets klimatpåverkan. Livscykelberäkning av klimatpåverkan och energianvändning för ett nyproducerat energieffektivt flerbostadshus i betong. Stockholm: Sveriges Byggindustrier.