

Nr U 6359
Oktober 2020

Referensbyggnaden Blå Jungfrun med träbaserade element med lättbalkar och cellulosaisolering

- en klimatdeklaration för hela byggnaden och livscykeln

På uppdrag av Norrlands Trähus och Masonite Beams

Martin Erlandsson, Daniel Petersson, Jan-Anders Jönsson

Författare: Martin Erlandsson, Daniel Petersson, Jan-Anders Jönsson
På uppdrag av: Norrlands Trähus och Masonite Beams
Rapportnummer U 6359

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2020
IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm
Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
Bakgrund	5
Mål, syfte och avgränsningar	5
Beskrivning av referenshuset.....	6
Tidigare resultat.....	7
Metodval och beräkningsgång.....	8
Beskrivningar av de studerade byggsystemen.....	10
Resulterande klimatpåverkan	13
Referenser	16

Sammanfattning

Det finns ett allmänt intresse att kunna jämföra klimatpåverkan för olika byggplattformar. För att göra en sådan beräkning så måste alla byggdelar från dränerande lager och uppåt i byggnaden samt hela livscykeln inkluderas. Andra studier har vanligtvis inte med alla byggresurser och inte heller hela livscykeln utan valda delar saknas, vilket underminerar en rättvis jämförelse.

För att möjliggöra en jämförelse mellan olika byggplattformars klimatpåverkan under dess livscykel genomförde IVL och KTH beräkningar för fem olika byggsystem för samma flerbostadshus i sex våningar (Erlandsson m.fl. 2018). Dessa beräkningar använde projektet Blå Jungfruns A-ritningar som en gemensam grund för jämförelse. Byggnaden har samma uppvärmd yta och utöver byggreglernas (BBR) minimikrav ställs högre funktionskrav på energianvändning och ljudklass. Dessa LCA-beräkningar kompletterades därefter med en analys av ett byggsystem bestående av pelar-däck med stålpelare och hålbjälklag samt lätta utfackningsväggar (Erlandsson & Malmqvist 2018). Alla dessa studier är jämförbara med avseende på metodval, inventeringens omfattning (även benämnt täckningsgrad), vilket gör det möjligt att analysera skillnaderna mellan olika byggplattformar.

Denna rapport bidrar med ytterligare en jämförbar byggplattform enligt referensbyggnaden Blå Jungfrun med lättreglar och prefabricerade element av träbaserade material. Resultatet visar att detta byggsystem har lägre klimatpåverkan än de hittills analyserade byggplattformarna och har en klimatpåverkan för byggskedet på $176 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2 A_{\text{temp}}$. Detta är ett resultat ligger i nivå med en klimatpåverkan som ett normalt småhus. Det aktuella byggsystemet med cellulosaisolering har, likt massivbyggande med KL-trä, en större andel inbyggt biogent kol mätt i koldioxid (CO_2) än vad som släpps ut i bidrag till klimatpåverkan mätt i koldioxidekvivalenter (CO_2e) under byggskedet.

För byggarbetsplatsen klimatpåverkan har schablondata använts på samma sätt som i tidigare analyser av jämförelsehuset Blå Jungfrun (Erlandsson m.fl. 2018). Beräkningen inkluderar en mängdad resurssammanställning för alla de utvalda byggdelar som ska ingå i den kommande obligatoriska klimatdeklarationen. För de byggdelar som ligger utanför denna systemgräns, dvs invändiga ytskikt och rumskomplettering samt alla installationer, har schabloner använts. Dessa schabloner för byggdelar utanför Boverkets föreslagna systemgräns för den obligatoriska klimatdeklarationen, motsvarar drygt en tredjedel av den totala klimatpåverkan från alla byggvaror under byggskedet. Vi kan således konstatera att när vi gör miljöförbättringar i framtiden så kommer det finnas ett ökat intresse att även analysera dessa byggdelar, som ligger utanför den lagstadgade systemgränsen, om vi ska kunna göra ytterligare klimatförbättringar och sträva mot en klimatneutral byggnad.



Bakgrund

Det finns ett allmänt intresse att kunna jämföra klimatpåverkan för olika byggplattformar, samt att analysera vilka förbättringar som går att göra med respektive byggsystem, och förstå vilka skeden under byggnadens livscykel som är mest bidragande.

IVL har tillsammans med KTH genomfört en utförlig beräkningen med livscykelanalys (LCA) för ett flerbostadshus i kvarteret Blå Jungfrun (Liljenström m.fl. 2015). Det som utmärker denna beräkning är att alla byggdelar från dränerande lager och uppåt i byggnaden samt att hela livscykeln inkluderas. Andra studier har vanligtvis inte med alla byggresurser och inte heller hela livscykeln utan valda delar saknas, vilket underminerar en rättvis jämförelse. Byggnaden Flerbostadshuset i kvarteret Blå Jungfrun är i original utförd med en stomme av betong. Olika förbättringsförslag har sedan analyserats för denna konstruktionslösning med betong (Erlandsson 2017).

För att möjliggöra en jämförelse mellan olika byggplattformars klimatpåverkan under dess livscykel genomförde IVL och KTH en uppföljande beräkning för fem olika byggsystem (Erlandsson m.fl. 2018). Dessa beräkningar använde Blå Jungfruns A-ritningar som en gemensam grund för jämförelse. Byggnaden har samma uppvärmd yta och utöver byggreglernas (BBR) minimikrav ställs högre funktionskrav på energianvändning och ljudklass. Dessa LCA-beräkningar kompletterades därefter med en analys av ett byggsystem bestående av pelar-däck med stålpelare och hålbjälklag samt lätta utfackningsväggar (Erlandsson & Malmqvist 2018). Alla dessa studier är jämförbara med avseende på metodval, inventeringens omfattning (även benämnt täckningsgrad), vilket gör det möjligt att analysera skillnaderna mellan olika byggplattformar.

Denna här rapport bidrar med ytterligare en byggplattform med ett 'trä-resurseffektivt' byggnadskoncept, i förhållande till ett träregelsystem eller ett massivträbyggande baserat på korslimmat trä (KL-trä). Den aktuella byggnaden har cellulosaisolering vilket öka andelen förnybart material i förhållande till tidigare träbaserade koncept som använder främst mineralull.

Mål, syfte och avgränsningar

Målet med föreliggande rapport är att utföra en LCA-beräkning för referenshuset Blå Jungfrun utförd med ett byggnadssystem som baseras på lättreglar och prefabricerade element av träbaserade material. Syftet är att kunna analysera skillnaderna i bidraget till klimatpåverkan för detta system med tidigare analyser utförda av IVL och KTH. På så sätt kommer resultatet kunna bidra men en bild av spridningen med avseende klimatpåverkan för exakt samma gestaltning och planlösning samt funktion, där skillnaden består i val av byggsystem. Framförallt är intresset att jämföra denna klimatpåverkan som är mer resurseffektiva system baserat på lättreglar, med andra träbaserade alternativ. Vår vision är därmed att bidra till ökad kunskap om träbyggande.

Projektet har genomförts på uppdrag av Norrlands Trähus AB och Masonite Beams AB. IVL har varit konsult tillsammans med Åkej. Beräkningarna har baserats på ett projekteringsunderlag som tillhandahållits och kompletterats med de delar som saknas, så att alla byggresurser ingår. Specifika LCA-data har erhållit för de byggdelar som ingår i kommande obligatoriska klimatdeklarationen som kommer gälla från januari 2022. För installationer, ytskikt samt övrig inredning samt byggarbetsplatsen klimatpåverkan används schabloner enligt Erlandsson m.f. 2018.



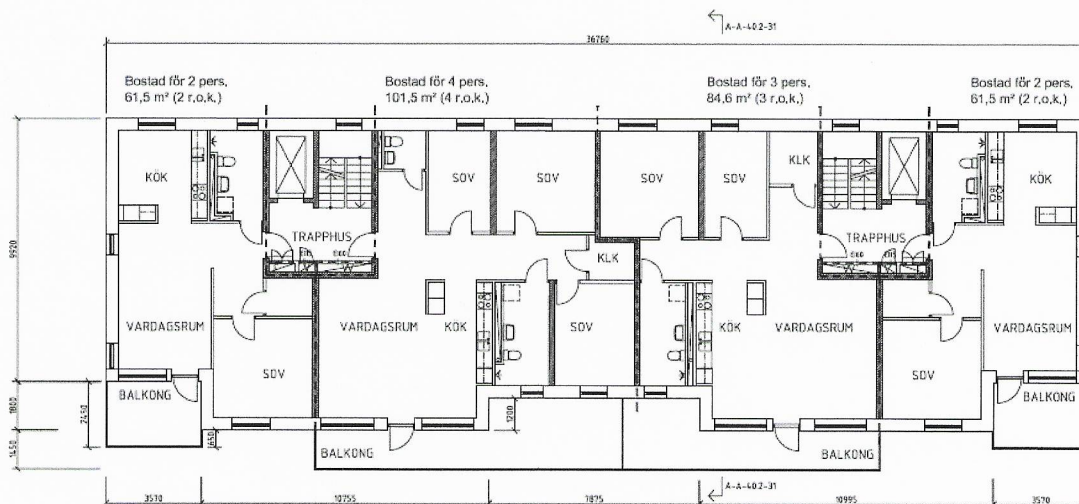
Beskrivning av referenshuset

Referensbyggnaden i kvarteret Blå Jungfrun valdes ut för att vara representativ med avseende på gestaltning och planlösning för ett vanligt förekommande flerbostadshus. Byggnaden har sex våningsplan inklusive entréplanet, inrymmer 22 lägenheter och har två hissar och en uppvärmd yta på totalt 2198 m² A_{temp}. På vinden finns ett teknikutrymme.



Figur 1 Hus 3 i Svenska Bostäders kvarter Blå Jungfrun i Stockholm som är det referenshus som respektive byggplattform har projekterats för. Bilder: Reflex Arkitekter AB

Den aktuella byggnaden uppfyller FEBYs energikrav (2008) för passivhus samt ljudklass B vilket gör att de tekniska funktionskraven är högre än vad Boverkets byggregler kräver, men med ambitionen att bättre avspegla det som byggs i en närtid. Originalbyggande har verifierat att ställda energikrav uppfylls, det vill säga ett energibehov på 41 kWh/m² A_{temp} och år med köpt fjärrvärme och 12 kWh/m² A_{temp} och år fastighetsel. De analyserade byggnadernas energianvändning baserat på beräkningar.



Figur 2 Planlösning för referenshuset plan 2-6, hus nr 3, Blå Jungfrun. Källa: Svenska Bostäder

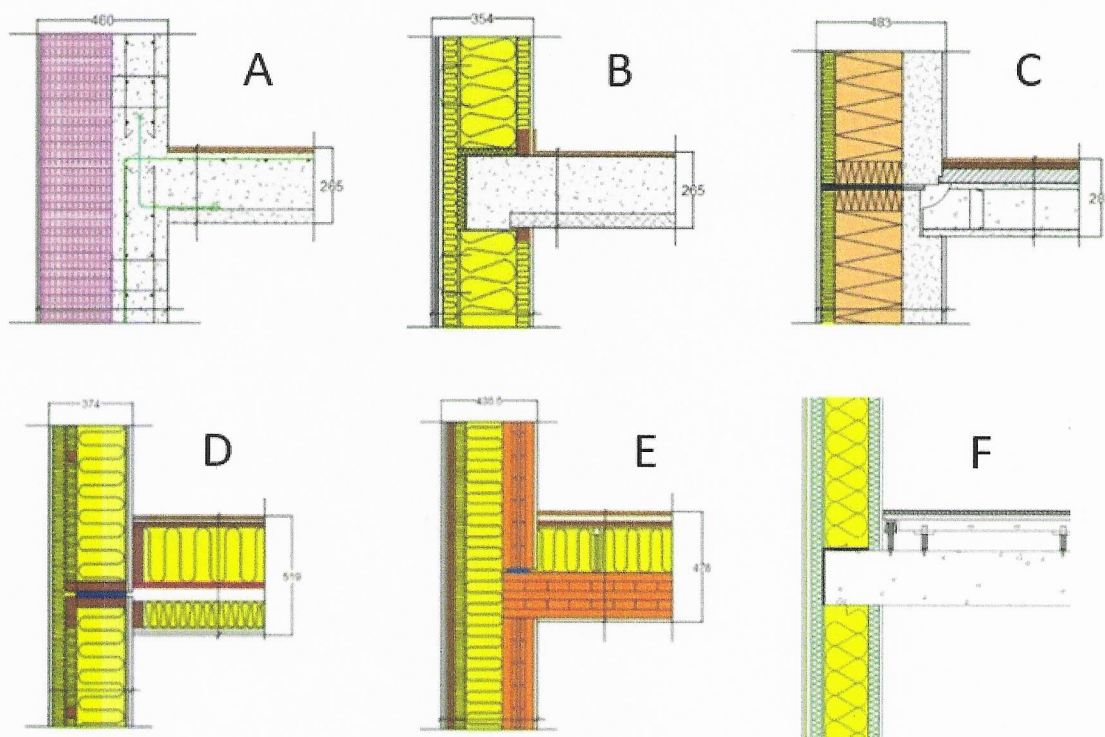
Referensbyggnaden i original utfördes av betong som är det vanligaste stommaterial för flerbostadshus. Eftersom valet av fasadmateriel inte har något med val av stomme att göra så har

alla byggnader puts, som är vanligt förekommande för denna typ av byggnad. Exakt utformning av putsningen skiljer något för de olika byggplattformarna anpassat till vald konstruktionslösning.

Alla analyserade byggsystem har projekterats för referenshuset i enlighet med planlösningar och typritningar enligt originalet. Det vill säga, samma antal lägenheter, planlösningar, fönster- och balkongsättningar och så vidare. De olika plattformsalternativen har därmed samma uppvärmda yta, 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. Byggnaden saknar underliggande garage och har parkering i markplan. Samtliga byggplattformar uppfyller byggreglernas (BBR) grundläggande krav samt ljudklass B och ett gemensamt teoretiskt energibehov definierat som $41 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ och år med köpt fjärrvärme och $12 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ och år fastighetsel.

Tidigare resultat

I detta stycke redovisas resultat för klimatpåverkan för de senast beräknade sex projekterade lösningarna för referenshuset Blå Jungfrun som publicerats i Erlandsson m.fl. (2018) och Erlandsson & Malmqvist (2018) och för detaljerad information för dessa plattformar hänvisas till dessa rapporter. De olika plattformarna som analyserats framgår av Figur 3.



Figur 3 Detalj från yttervägg/bjälklagsanslutningarna i A) platsgjuten betong med bärande yttervägg, B) platsgjuten betong och lätt utfackningsvägg C) prefab betong med bärande yttervägg, D) volymelement av trä, E) KL-trä i stomme och yttervägg och F) Pelardäck, betongprefab och stälpelare/-balkar, lätta utfackningsvägg.

Historiskt sett har det största bidraget till klimatpåverkan från byggnaderna kommit från uppvärmningen. Men genom allt högre krav på låg energianvändning och bättre energimix har dessa utsläpp minskat påtagligt och de är på väg ner ytterligare. I dag står därför byggandet och



tillverkningen av byggnadsmaterial för allt större andel och klimatpåverkan från uppvärmningen är mindre än hälften analyserat över en analysperiod om 50 år, se Tabell 1. Vi behöver därför nu tydligare fokusera på att göra klimatsmarta materialval. Enligt beräkningar så kan vi nå långt med känd teknik, men nya innovativa lösningar behöver också forskas fram om den byggda miljön ska bli klimatneutral.

Tabell 1 LCA-resultat för dom olika byggplattformars klimatpåverkan under 50 år (kg CO_{2e}/m² A_{temp})
Referenser: Erlandsson m.fl. 2018, Erlandsson & Malmqvist 2018

Byggsystem	A1-3 Produktskede	A4 Transport	A5 Bygg- och installationsprocessen	B1) Karbonatisering	B2,4 Underhåll och utbyte 50 år	B6) Driftsenergi	C1-4 Slutskede	Summa livscykeln A-C	A1-5 Byggskedet
A) Platsgjuten betong med kvarsittande form, bärande yttervägg	279	11	42	-4	17	188	18	550	332
B) Platsgjuten betong, lätta utfackningsvägg	234	11	45	-3	17	188	14	506	290
C) Prefab betong, bärande yttervägg i betong	214	24	34	-3	18	188	6	486	272
D) Volymelement med trä	176	18	32	-1	24	188	10	447	226
E) KL-trä i stomme och yttervägg	167	19	37	-1	22	188	8	441	223
F) Pelardäck, betongprefab och stålpelare/-balkar, lätta utfackningsvägg	182	24	39	-2	18	188	6	455	245

Av Tabell 1 framgår att byggskedet klimatpåverkan (A1-5) står för ca 90 % byggnadens klimatpåverkan i förhållande till skede A till C och om driftenergin inte inkluderas (B6). Detta kan ses som ett bra motiv för att i första hand lagstifta om byggskedet klimatpåverkan.

Metodval och beräkningsgång

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.



A 1-3 Produktskede			A 4-5 Byggproduktions- skede		B 1-7 Användningsskede						C 1-4 Slutskede			D Tilläggs- info		
Råvaruförskning (A1)	Transport (A2)	Tillverkning (A3)	Transport till byggsplatsen (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 4 En byggnads livscykel uppdelat i skeden och informationsmoduler (EN15804, EN 15978). "X" anger vilka delar av livscykeln som ingår i beräkningarna för de studerade byggsystemen som redovisas här. I den svenska översättningen av har SIS infört benämningen Byggskedet för modul A1-5 (SIS 2020).

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 livscykelkedan enligt Figur 3. Karbonatisering av betong ingår under modul B1. Lagring av biogent kol har inte inkluderats i beräkningarna i denna projektsammanfattning.

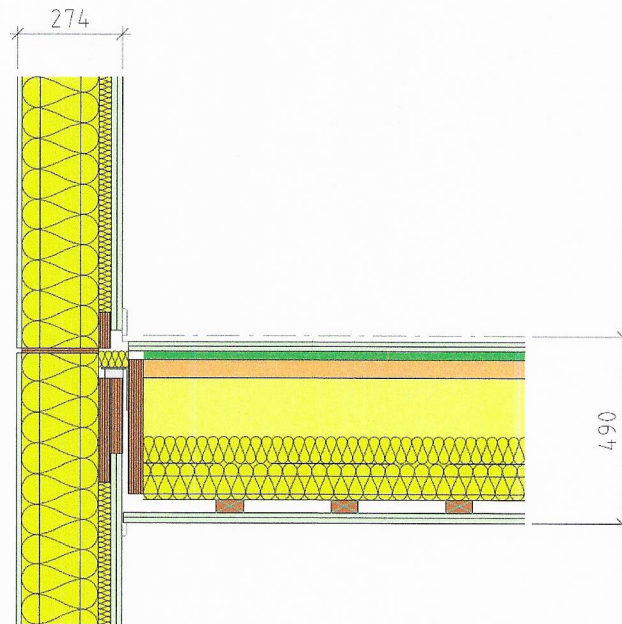
Klimatpåverkan har beräknats i projektet med hjälp av data från IVL:s miljödatabas bygg och LCA-beräkningsverktyget Anavitor. De LCA-data som används är så kallade generella och har valts för att vara representativa för de produkter som används på den svenska marknaden. Gjorda antaganden och beskrivning av beräkningarna i övrigt finns redovisade i projektets underlagsrapport (Erlandsson och Malmqvist, m.fl, 2018, Erlandsson m.fl. 2018).

LCA-beräkningarna baserats på en digital modell som omfattar digital A- samt K-ritningar. Detta underlag består av IFC-modeller där mängder kan specificeras på elementnivå för alla delar av objektet som skall beräknas. Dessutom har detaljerade specifikation gjorts på de olika byggelementens uppbyggnad, så att elementen kan beräknas repeterbart enbart baserat på parametrar, för att elementen enkelt även kunna användas i framtida beräkningar. Den digitala modellen har kompletterats med sådana resurser som inte inkluderats så att en resulterande resurssammanställning erhållits som är lika komplett för de byggdelar som ingår. Denna resurssammanställning omfattar då dränerande lager och uppåt frånsett installationer, invändiga ytskikt samt inredning. Dessa byggdelar har hanterats med de schabloner som togs fram i IVL och KTH-projektet för referenshuset Blå Jungfrun (Erlandsson m.fl. 2018). Specifika data för produkten ingår och baserat på produktionen i Hamnerdal (återfinns i modul A1-3), samt byggarbetsplatsens miljöpåverkan beräknat enligt den schablonmetod som utvecklats i samma projekt, vilket innebär att samma uppgifter som för volymentelement av trä används för det analyserade system (se Tabell 2). För vissa byggdelar såsom balkong, trapphus och tak har kompletterande resurssammanställningar tagits fram.

Det digitala ritningsunderlaget används som indata till LCA-beräkningsverktyget Anavitor. Detta underlag består av IFC-modeller, där mängder kan specificeras på elementnivå för alla delar av objektet som skall beräknas. Dessutom har beräkningen gjorts med en detaljerad specifikation på de olika byggelementens uppbyggnad, så att elementen kan beräknas repeterbart enbart baserat på parametrar, för att elementen enkelt skall kunna användas i framtida klimatberäkningar.

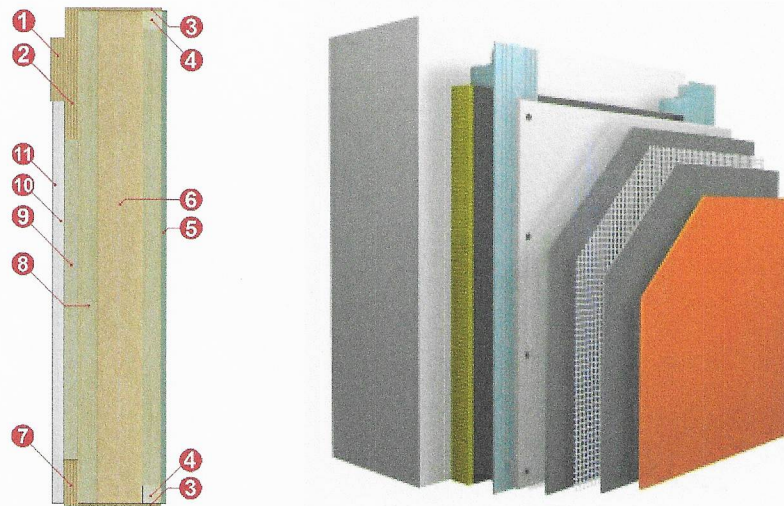
Beskrivningar av de studerade byggsystemen

Den analyserade byggnaden består av byggnadselement som i sin tur är uppbyggda av lättbalkar av trä från Masonite Beams. Byggsystemet innebär ett hus som byggs industriellt med prefabricerade element. Elementtillverkning sker i en egen fabrik i Hammerdal (Strömsunds kommun) inomhus i torra lokaler. Lättbalkarna i elementen har en fläns av hyvlat trä samt ett liv av spånskiva eller OSB-skiva. Det finns en utarbetad handbok för byggsystemet som stöd för systemprojektering, akustisk projektering, detaljprojektering (konstruktion, installationer, brand etc.), samt tillverkningsprojektering. De prefabricerade elementens uppbyggnad framgår av Figur 4 och kompletterat med den fasadlösning som antagits vid beräkningarna enligt Figur 5. Figur 7 visar en detaljsektion med infästningsbeslag inritade, samt ytterväggen olika delar.



Figur 5 Bjälklagets principuppbyggnad samt ytterväggen där det utanför bildens avslutande fasadskivan av fibergips tillkommer en aluminiumprofil samt en utvändigt putsbärande skiva som ger en luftad fasad enligt Figur 5 nedan.

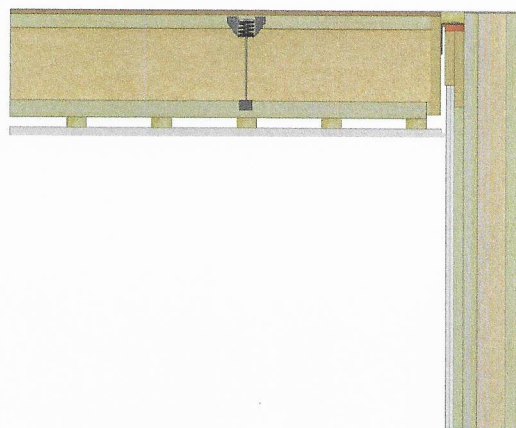
Prefabricerade byggelement kan innebära vissa begränsningar i fråga om gestaltning och planlösningar. Det aktuella byggsystemet har några begränsningar att ta hänsyn såsom maximalt 8 våningar, fria spännvidder på maximalt 10 m och minsta bjälklagstjocklek på 490 mm, men ger annars en stor flexibilitet som bland annat tillåter att fönster kan placeras mellan element i fasaden.



Figur 6 Ytterväggen uppbyggnad till och med utvändig skiva; 1) LVL 33 mm, 2# LVL 33 mm, 3) Hardboard 6 mm, 4) kortling 45 x 45, mellan Masonitereglar, 5) Fermacell 12,5 mm, 6) Livisolering, 7) LVL 33 mm, 8) R200, c600 + 195 mm Termoträ, 9) 34x95 c600 + 45 mm Termoträ, 10) Fermacell brandskiva 15 mm, 11) Fermacell 12.5 mm.

Putsuppbyggnaden enligt StoVentec R ventilerad fasadsystem med fogfri putsyta; underkonstruktion; förankring, isolering, infästning, bärskivor, infästning av bärskivor, grundbeläggning, grundputs, armering, mellanbeläggning, slutbeläggning. Referens: https://www.sto.se/sv/produkter_system/fasad/systemvaeljare/stoventec-r.html

Tack vare lättbalken I-profil minskar värmeförlusterna från köldbryggor med ca 75 % i förhållande till massivt trä. Lättbalkssystemet ger i genomsnitt 15 % lägre u-värde än konventionella träregelkonstruktioner. Byggsystem med lättreglar är avsett för industriellt byggande där innovativa anslutningar mellan bjälklag och vägg med fjäderupphängningar används. Detta tillsammans med att installationer har integrerats i systemet medför en hög färdigställandegrad på fabrik.



Figur 7 Sektionsritning för systemet med infästningsbeslag och fjäderupphängning inritade

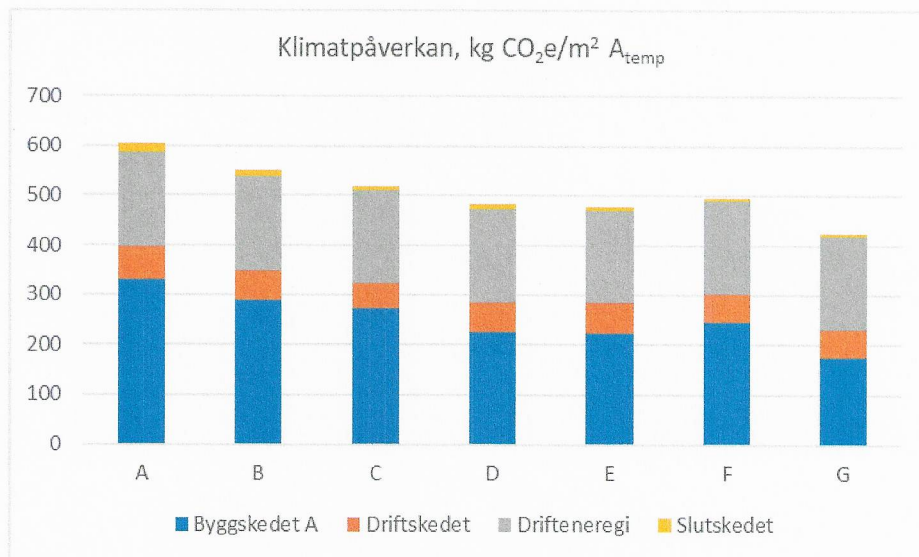
Ljudkraven är viktiga och för referenshuset i analysen ställs krav på att ljudklass B ska klaras. Ljudutbredningen i stomsystem påverkar boendekvaliteten och det är därför viktigt att ha kontroll över ljudmiljön i det moderna bostadsbyggandet, inte minst när det gäller byggsystem i trä. För det aktuella byggsystemet finns såväl teoretiska analyser som resultat av praktiska prov genomförda i uppförda objekt, samt ett provhus har använts för omfattande akustiska provningar och analyser. Resultatet för stomsystem visar på goda ljudisolerande egenskaper där ljudklass B klaras.

Byggnaden har en platta på mark isolerad med cellplast. Byggnadens alla 6 våningar med ytterväggar, bjälklag och bärande innerväggar såsom trapphus är uppbyggd av trä-elementen. Trappan är utförd av limträ som klätts in med mineraliska skiva av fibergips (typ Fermacell)¹, samt ytskikt av linoleum. I referenshuset används genomgående dessa mineraliska fibergips- och fibercementskiva (istället för gipsskivor), samt cellulosa-fibrer baserad på mekanisk massa (typ Termoträ). Cellulosa-fiberisoleringsen kommer som lösull och sprutas på plats med densiteten 48 respektive 40 kg/m³ för väggfyllnad respektive bjälklag. Balkongerna består av dragstag av stål som fäst in i fasaden och balkongplattorna. Precis som för de andra referenshusen används samma resurssammanställning för installation samt inredning samt ytskikt.

¹ Vid beräkningarna har Fermacells miljödeklarations (EPD) redovisade klimatpåverkan används, med den viktiga justeringen att bundet biogent kol räknats bort, vilket höjer det numeriska värdet på klimatpåverkan. Med denna justering är resultatet i EPD kompatibel med klimatpåverkan som benämns GWP-GHG och som tillämpas av både Boverket, Trafikverket m.fl.

Resultaterande klimatpåverkan

I denna rapport har klimatpåverkan beräknat för referensbyggnaden Blå Jungfrun för ett system bestående av byggelement baserade på lättbalkar typ Masonitebalkar och cellulosaisolering. Detta gör att det beräknade resultatet kan användas för en direkt jämförelse med andra byggplattformar som tidigare analyserats enligt Figur 8 och Tabell 2.



Figur 8 Klimatpåverkan GWP-GHG för referenshuset Blå Jungfrun för olika byggplattformar under 50 år.

- A) Platsgjuten betong med kvarsittande form, bärande yttervägg
- B) Platsgjuten betong, lätta utfackningsvägg
- C) Prefab betong, bärande yttervägg i betong
- D) Volymelement med trä
- E) KL-trä i stomme och yttervägg
- F) Pelardäck, betongprefab och stålpelare/-balkar, lätta utfackningsvägg
- G) Träbaserade byggelement med lättbalkar

Miljöpåverkan för det analyserade byggsystem har den lägsta klimatpåverkan för alla de byggplattformar som analyserats hitills. Klimatpåverkan räknat per m² är jämförbart med ett enfamiljshus med trästomme och platta av betong (Erlandsson & Peterson 2015). Detta resultatet är i samma nivå som tvåvåningshus av trä med en platta på mark med bara betongvoter och balkar, dvs betongplattan har bytts ut mot ett träbjälklag mellan bärande voter och balkar av betong.

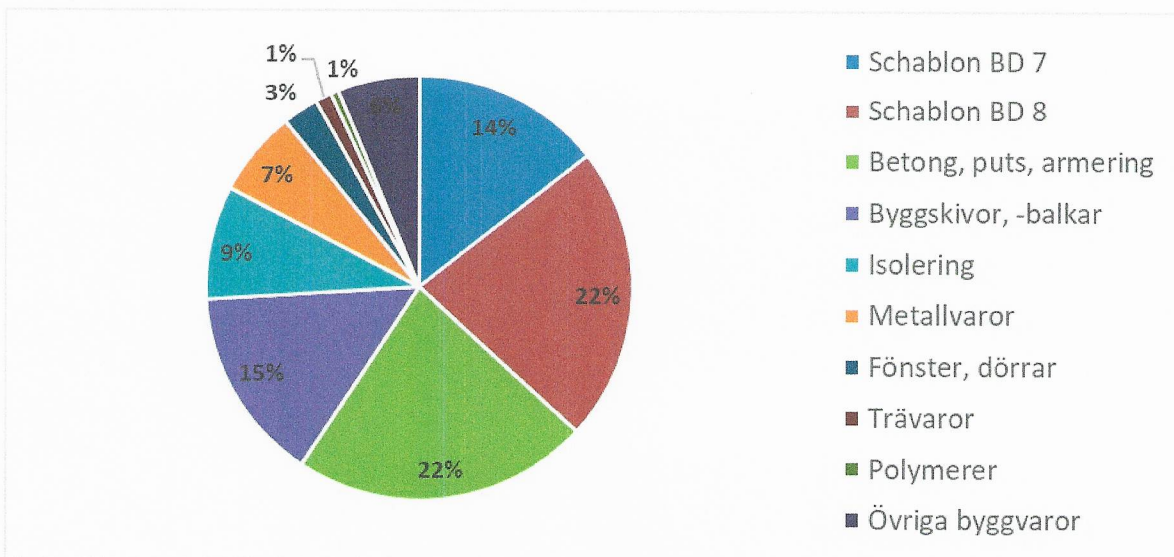
Enligt Tabell 2 framgår att massivbyggt teknik med KL-trä resulterar i bunden biogent kol i byggnaden och en temporär kolsänka, som är större än det utsläpp som sker för att tillverka byggnaden (A1-5). Detta förhållande gäller även för det analyserade system med träbaserade byggelement med lättbalkar. Med tanke på att det åtgår mindre mängd trä för detta system kan man säga att denna lättbyggnadsteknik är mer resurseffektivt med avseende på behovet av träråvara, än KL-trä eller ett träregelsystem (typ det volymelement som ingår i tidigare analyser som gjort och som ingår i jämförelsen som görs här).



Tabell 2 Sammanställning av klimatpåverkan GWP-GHG för referenshuset Blå Jungfrun för olika byggplattformar under 50 år, kg CO₂e/m² Atemp, samt bundet biogent kol, kg CO₂/m² Atemp.

Byggsystem	A1-3 Produktskede	A4 Transport	A5.1 Byggarbetsplatsen	A5.2-5.5 Bygg- och installationsprocessen	B1 Karbonatisering	B2,4 Underhåll och utbyte 50 år	B6 Driftsenergi	C1-4 Slutskede	Summa livscykeln A-C	A1-5 Byggskedet	Biogen koldioxid bunden i byggmaterialen
	kg CO ₂ e/m ² Atemp										
A) Platsgjuten betong med kvarsittande form, bärande yttervägg	279	11	6	36	-4	17	188	18	550	332	47
B) Platsgjuten betong, lätta utfackningsvägg	234	11	14	31	-3	17	188	14	506	290	37
C) Prefab betong, bärande yttervägg i betong	214	24	4	30	-3	18	188	6	482	272	39
D) Volymelement med trä	176	18	6	26	-1	24	188	10	447	226	160
E) KL-trä i stomme och yttervägg	167	19	6	31	-1	22	188	8	441	223	355
F) Pelardäck, betongprefab och stålpelare/-balkar, lätta utfackningsvägg	182	24	7	30	-2	18	188	6	455	245	37
G) Träbaserade byggelement med lättbalkar	138	9	3	26	-1	24	188	5	392	176	180

Den klimatberäkning som gjorts här följer den systemgräns som förväntas gälla för den kommande klimatdeklarationen för alla nybyggnader, men schabloner för de byggdelar som ligger utanför den föreslagna systemgränsen. Detta betyder att frånsett byggarbetsplatsen klimatpåverkan (B5.1-5.5), så kommer marknaden troligtvis använda schabloner för de byggdelar som inte är krav på att de ska inventeras, i de fall beställaren efterfrågar en skattning av hela byggnadens klimatpåverkan för byggskedet (A5). Att inkludera hela byggnadens klimatpåverkan är viktigt för system och marknadsargument som strävar efter att kunna använda begreppet klimatneutrala byggnader, då givetvis hela byggnaden och alla dess byggdelar måste ingå.



Figur 9 Relativa bidraget från olika resurser bidrag till klimatpåverkan GWP-GHG för byggskedet (A5) exklusive byggarbetsplatsen (A5.2-5.5), för det analyserade träbaserade byggelement med lättbalkar. Schablonerna ovan avser byggdel 7 *Invändiga yttskikt och rumskomplettering samt byggdel 8 Installationer (inklusive hiss)*, som båda ligger utanför Boverkets föreslagna systemgräns för den obligatoriska klimatdeklarationen.

Om vi analyserar de byggdelar som ligger utanför denna systemgräns inklusive byggarbetsplatsen klimatpåverkan (B5.1-5.5) så motsvarar detta mer en tredjedel av byggskedet totala klimatpåverkan från alla byggvaror för ett byggsystem med en låg klimatpåverkan. Vi kan således konstatera att när vi vill gör miljöförbättringar, så kommer det finnas ett ökat intresse att även analysera de delar som ligger utanför den lagstadgade systemgränsen. I alla fall om vi ska kunna göra ytterligare klimatförbättringar och sträva mot en klimatneutral byggnad. Vi kan också konstatera att driftsenergin relativa klimatpåverkan under analysperiodens 50 år ökar för denna typ av lågklimatpåverkanbyggnad till omkring 50 % av klimatpåverkan under hela livscykeln.

En känslighetsanalys har gjorts där fibergipsen (typ Fermacell) har bytts ut mot vanlig kartonggips med motsvarande kvalitet. Om detta byte genomförs så minskar klimatpåverkan per $m^2 A_{temp}$ för den aktuella byggnaden med $8 \text{ kg CO}_2e/m^2 A_{temp}$. Med den genomförda analysen är grunden nu lagt för att se på vilka ytterligare klimatförbättringar som kan göras för det aktuella byggsystemet.



Referenser

- Liljenström C, Malmqvist T, Erlandsson M, Fredén J, Adolfsson I, Larsson G, Brogren M.
Byggandets klimatpåverkan. Livscykelberäkning av klimatpåverkan och energianvändning för ett nyproducerat energieffektivt flerbostadshus i betong. IVL Svenska Miljöinstitutet, rapportnummer B2217, 2015
- Erlandsson M (2017): Blå Jungfrun version 2017 med nya cement. IVL Svenska Miljöinstitutet rapport C250, juni 2017.
- Erlandsson M, Peterson D: Klimatpåverkan för byggnader med olika energiprestanda. Underlagsrapport till kontrollstation 2015. För Energimyndigheten och Boverket. IVL Svenska Miljöinstitutet, rapport nr U5176, 27 maj 2015, första version daterad 10 maj 2015.
- Erlandsson, M och Malmqvist, T., Francart, N, Kellner, J. (2018). Minskad klimatpåverkan från flerbostadshus – LCA av fem byggsystem. Underlagsrapport. Stockholm: Sveriges Byggindustrier, IVL Svenska Miljöinstitutet, rapport C350, oktober 2018.
- Erlandsson, M och Malmqvist, T., (2018): Olika byggsystem av betong och trä där mix av material inklusive stål ger klimat fördelar. Bygg & teknik 7/18, 2018 (även publicerad som IVL rapport C355).
- Erlandsson, M., Sandberg, E., Eek, H., Wall, M., Ruud, S., Wahlström, Å. (2008) Kravspecifikation för passivhus i Sverige – Energieffektiva byggnader. Version 2008:1. Forum för energieffektiva byggnader (FEBY). Energimyndigheten och Västra Götalandsregionen. IVL rapport nr A1548, LTH rapport EBD-R--08/21, augusti 2008.
- SIS (2020): Livscykelns kedjan och moduler i EN 15804 och EN 15978. Hållbarhet hos byggnadsverk SIS/TK 209. <https://www.sis.se/en/standardutveckling/tksidor/tk200299/sistk209/>





**NORRLANDS
TRÄHUS AB**

