

BYGGNADERS KLIMATPÅVERKAN -

Referensbyggnader för svenska förhållanden

**Fredrik Dahlgren, Jeanette Sveder Lundin,
Martin Erlandsson, Sara Borgström, Ludvig
Dahlqvist, Eva Lindqvist**

FÖRORD

Projektet har genomförts i samarbete mellan Skanska Sverige AB, NCC, JM, Peab i nära samarbete med IVL, KTH och WSP

Projektet har i huvudsak drivits i en arbetsgrupp bestående av: Fredrik Dahlgren och Jeanette Sveder Lundin, Skanska Sverige, Mikael Kläth (inledningsvis) och Ludvig Dahlqvist (ersättare), NCC, Eva Lindqvist, JM, Maria Franzen (delar) Peab, Martin Erlandsson, IVL, Sara Borgström, WSP. Till projektet har en också stor referensgrupp engagerats bestående av representanter entreprenörer och byggherrar på den svenska marknaden.

Fredrik Dahlgren har fungerat som huvudprojektledare och huvudförfattare av rapporten, Jeanette Sveder Lundin biträdande projektledare och delförfattare tillsammans med övriga i arbetsgruppen.

Projektteamet vill tacka SBUF samt medverkande företag och organisationer för finansiellt stöd. Vi önskar också tacka alla deltagare i referensgruppen och styrgruppen för värdefulla inspel och stöd under projektiden. Ett extra tack riktas till Tove Malmqvist Stigell (KTH), Martin Erlandsson (IVL) och Sara Borgström (WSP) för ett konstruktivt samarbete mellan våra pågående uppdrag och projekt.

Stockholm 2021-08-23

SAMMANFATTNING

Det finns ett stort intresse och ett stort behov av att öka kunskapen om klimatpåverkan vid uppförande av byggnader. Klimatprestanda blir en allt viktigare del av affären hos många aktörer på marknaden, vilket driver utveckling av både produkter och erbjudanden. I takt med denna utveckling finns också ett stort behov att öka kunskapen om de utmaningar som finns när man utvärderar och beräknar klimatpåverkan. För att kunna utföra klimatberäkningar behövs i huvudsak en beskrivning och en inventering av de material som används i ett byggnadsverk och den energi som byggnaden använder eller som används vid uppförande, användning och rivning. Det ställer bland annat krav på att inventeringens omfattning definieras och att dataluckor hanteras likvärdigt i alla beräkningar.

Att jämföra sin byggnad med en referensbyggnad kan ge en tydlig indikation på om en klimatförbättring är gjord. I dagsläget saknas dock en transparent referensbyggnad som svenska aktörer har enats om och som kan nyttjas för olika syften. En referensbyggnad beskriver en byggnad på olika sätt och kan tas fram med olika metoder.

Detta projekt syftar till att göra en genomlysning av olika metoder för att skapa en referensbyggnad samt skapa ett forum för kommersiella aktörer inom Sveriges bygg- och fastighetssektor att diskutera referensbyggnader och nå samsyn kring hur olika kravställningar bör tolkas. Oavsett metod är målsättningen att referensbyggnader ska vara verktygsberoende och transparenta med avseende på indata. Samtidigt som detta SBUF-projekt pågår har ett flertal viktiga initiativ som arbetar med likartade frågeställningar identifierats, som den nya nationella lagen om klimatdeklarationer och förberedelse för gränsvärden. Inom dessa initiativ testas olika modeller för att utveckla referensvärden och projektet har haft mycket fokus på samverkan.

Det finns olika metoder för att beskriva en referensbyggnad. Detta projekt har tagit hjälp av det arbete som görs inom ramen för Boverkets regeringsuppdrag att ta fram referensvärden för olika byggnader, samt det tidigare SBUF-projektet ”13268 Referensbyggnader för konsekvensanalyser - en förstudie”. Skillnaderna i metoderna handlar till stor del huruvida metoden bygger på ”verkliga” eller ”teoretiska” byggnader och hur många olika byggnader som metoden beaktar exempelvis en väldefinierad byggnad eller ett stort statistiskt underlag.

Den valda metoden för att skapa en referensbyggnad påminner om att projektet väljer en teoretisk byggnadsmodell. Först gjordes en intervjustudie och en marknadsanalys för att kartlägga de vanligaste byggteknikerna i Sverige för ett antal olika byggnadstyper. Därefter definierades olika byggdelar med ingående material. Med denna metod valdes exempelvis att ett representativt utförande av ett kontor är ett pelar-balksystem i stål med håldäck och en lätt hybridfasad. Till sist erhöles en planlösning från ett referensprojekt för att kunna ta fram ett beräkningsexempel.

Hur ett resultat för en klimatberäkning förhåller sig till en referensbyggnad/utgångsläge beror på hur en referensbyggnad är uppbyggd. Bland annat påverkar vilka avgränsningar som gjorts, vilka byggdelar som ingår och vilka kvalitetskrav som ställs på beräkningen. I samband med projektansökan listades ett antal viktiga faktorer som medför att vi får olika svar när vi gör livscykelanalyser och klimatberäkningar. I projektet kallas dessa ”kritiska faktorer”. Efter att projektet startades har två viktiga arbeten, ”Anvisningar för LCA-beräkning av byggprojekt“ förvaltade av IVL och ”Klimatdeklaration handbok” som utvecklas i samband med införande av lagen om klimatdeklarationer utvecklats. Dessa hanterar många av dessa kritiska parametrar.

En viktig kritisk faktor som projektet fokuserade extra på är klimatpåverkan från byggarbetsplatsen (A5) och transport från leverantör till byggarbetsplats (A4). Inom ramen för

projektet genomförde Skanska, Peab, NCC och JM en jämförelse kring respektive företags tolkningar av vad som ingår i beräkningarna. Dessa tolkningar skiljde sig betydligt. I samverkan med delprojekt inom Boverket och Upphandlingsmyndighetens regeringsuppdrag *Att främja minskad klimatpåverkan vid offentlig upphandling av bygg-, anläggnings- och fastighetsentreprenader*, gjordes en genomgång av lämplig avgränsning för den del av modul A5 som inte handlar om spill (A5.1) och dels vad som skulle kunna användas som representativa värden i Sverige till dess att vi har bättre data baserat på uppmätta värden.

Efter att ha sett över olika modeller för referensbyggnader, beskrivit ett representativt byggande i Sverige och lyft de frågetecken som finns kring skillnader i resultat för livscykelanalyser av byggnader, utfördes till sist ett beräkningsexempel på ett kontor. Detta exempel visar många av de frågeställningar som uppdragas vid utveckling av en referensbyggnad. Exempelvis hur många kvadratmeter innervägg modellen ska innehålla och vilket ytskikt golvet belägs med.

För att kunna skapa referensbyggnader kan även flera villkor arbetas in där byggnadens form och markförutsättningar är två mycket viktiga delar. Denna typ av parametriserad byggnad har fördelen att den kan anpassas efter den aktuella byggnaden som ska uppföras och är således den typ av referensbyggnad som idag främst efterfrågas i miljöcertifieringssystem såsom MB3.0 och LEED. I projektet har en enklare studie utförts där geometri såsom antal våningar och byggnads form (från kvadrat till utsträckt rektangel) och dess betydelse utvärderats. För vidare utveckling föreslås att denna utvecklas ytterligare och att markens effekt på byggnaden också studeras mer noggrant. I geometristudien modelleras endast klimatpåverkan från tak, grund, fasad, bjälklag och hisschakt utan att ta hänsyn till exempelvis laster som påverkar grovheten på olika element. Övriga byggdelar (exempelvis installationssystem, innerväggar, ytskikt och invändig stomme) antas ha en tydlig koppling till byggnadens kvadratmeter varför denna inte varierar på samma sätt när byggnaden förändrar form. Denna studie visar i huvudsak hur viktig geometrin är för den valda referensbyggnaden.

Projektet har dragit flera viktiga slutsatser för fortsatt arbete med referensbyggnader. Den sammanställning som gjorts i Bilaga 1 med olika representativa system för olika byggnader utgör ett viktigt bidrag för att olika aktörer ska kunna förhålla sig till något vid utveckling av referensbyggnader. I takt med att branschen utvecklas vidare kan denna behöva uppdateras. Projektets metod bedöms vara en framkomlig väg för att ta fram fler transparenta referensbyggnader. Den fortsatta utvecklingen bör bedrivas i samverkan med statliga uppdrag och övriga initiativ på marknaden. Ytterligare en viktig slutsats är att branschpraxis håller på att utvecklas för många av de kritiska faktorer som påverkar resultaten av en livscykelanalys. En sista slutsats är att de avgränsningar som gjorts i arbetet med livcykelskede A5 är ett tydligt exempel på hur branschen kan förenkla arbetet med livscykelanalyser utan att sänka kvalitén. Detta medför att resurser kan läggas på förbättringar och uppföljning av krav istället för att räkna. Samma strukturerade arbete bör göras för installationssystem.

INNEHÅLL

BAKGRUND	5
SYFTE	6
BEHOV/KRAV PÅ REFERENSBYGGNADER	7
BESKRIVNING AV REFERENSBYGGNADER	7
GENERELLA METODER.....	7
UTFORMNING	8
<i>Metod för att identifiera utformning</i>	8
<i>Intervju</i>	9
<i>Marknadsanalys</i>	10
<i>Geometrier</i>	13
<i>Sammanställning av utformningen</i>	13
KRITISKA FAKTORER	18
AVGRÄNSNING FÖR A4 OCH A5	19
BERÄKNINGSEXEMPEL KONTOR	22
FÖRUTSÄTTNINGAR	22
<i>Miljödata</i>	22
<i>Husunderbyggnad</i>	22
<i>Stomme</i>	25
<i>Yttertak</i>	27
<i>Fasader</i>	28
<i>Stomkomplettering, rumsbildning</i>	32
<i>Invändiga Ytskikt Rumskomplettering</i>	34
<i>Installationer</i>	35
<i>Energiberäkning</i>	42
<i>Begränsningar och avgränsningar</i>	42
<i>Resultat</i>	44
PARAMETERSTUDIE	46
FÖRSTUDIE	46
<i>Geometri</i>	46
<i>Byggdelar</i>	46
<i>Tolkning av parametrar</i>	50
DISKUSSION	52
SLUTSATSER	57
LITTERATURFÖRTECKNING	59
BILAGOR	60
BILAGA 1. BYGGNADSTABELL- referensutföranden	
BILAGA 2. INTERVJU	
BILAGA 3. KLIMATBERÄKNING	
BILAGA 4. REFERENSGRUPPSMÖTE	
BILAGA 5. KRITISKA FAKTORER	

BAKGRUND

Det finns ett stort intresse och ett stort behov av att öka kunskapen om klimatpåverkan vid uppförande av byggnader. Klimatprestanda blir en allt viktigare del av affären hos många aktörer på marknaden, vilket driver utveckling av både produkter och erbjudanden. I takt med denna utveckling finns också ett stort behov att öka kunskapen om de utmaningar som finns när man utvärderar och beräknar klimatpåverkan. För att kunna utföra klimatberäkningar behövs i huvudsak en beskrivning och en inventering av de material som används i ett byggnadsverk och den energi som byggnaden använder eller som används vid uppförande, användning och rivning. Det ställer bland annat krav på att inventeringens omfattning definieras och dataluckor hanteras likvärdigt i alla beräkningar.

Att jämföra sin byggnad med en referensbyggnad kan ge en tydlig indikation på en byggnads klimatprestanda och att skapa ett referensscenario i en designprocess vid produktutveckling för att kunna göra aktiva val (Baumann & Tillman, 2004).

I dagsläget saknas dock en transparent referensbyggnad för olika byggnadstyper som svenska aktörer har enats om som kan nyttjas för olika syften. 2017 utfördes en förstudie (SBUF 13268 Referenshus för konsekvensanalyser - en förstudie) av nyttjandet av referensbyggnad för olika typer av konsekvensanalyser, bland annat livscykelanalyser (Berggren & Olofsson, 2017). Denna studie visar att det, försiktigt uppskattat, årligen utförs ca 100 forskningsprojekt, 100 examensarbeten och 15 andra studier där en referensbyggnad används.

För att jämförelser mellan en byggnads klimatpåverkan och en referensbyggnad ska bli användbar behövs en välbeskriven, transparent och relevant referensbyggnad och en väl beskriven modell för hur en jämförelse ska göras. Detsamma gäller om ett resultat ska jämföras mot ett utsläppstak/gränsvärde. Hur ett resultat förhåller sig till en referensbyggnad/utgångsläge beror på hur en referensbyggnad är framtagen. Bland annat påverkar vilka avgränsningar som gjorts, vilka byggdelar som ingår och vilka kvalitetskrav som ställs på beräkningen för att ta fram referensbyggnaden. Är inte detta helt transparent riskerar olika beräkningar jämfört med en referensbyggnad/utgångsläge att få skilda resultat.

I dagsläget kan referensbyggnader tas fram i olika verktyg/mjukvaror. Hur dessa är uppbyggda är dock inte alltid transparent. Resultatet från en modell och mjukvara är därmed inte per automatik jämförbar med modellen och resultatet från en annan mjukvara. Detta kan leda till förvirrade diskussioner om verklig klimatnytta och felaktiga slutsatser om densamma. Exempelvis kan en aktör redovisa en stor klimatnytta för ett utförande medan en annan hävdar att det är ett standardförfarande, vilket leder till en osund konkurrens och banar väg för oseriösa klimatberäkningar. Projektet syftar till att visa vad som krävs av en transparent referensbyggnad. Detta har gjorts genom att ta fram en referensbyggnad som bedöms vara representativ för kontorsbyggnader i Sverige idag. Referensbyggnaden liknar en teoretisk byggnadsmodell som man sedan kan anpassa till den egna byggnadens förutsättningar. Denna ska kunna nyttjas för interna referensvärden men kan alltså också ses som ett externt referensvärde i form av ett "representativt" kontor idag. Parallellt med SBUF projektets uppstart påbörjades flera projekt inom Boverkets och Upphandlingsmyndighetens regeringsuppdrag "Uppdrag att främja minskad klimatpåverkan vid offentlig upphandling av bygg-, anläggnings- och fastighetsentreprenader, dnr 1865/202". Inom Boverkets del av uppdraget tas referensvärden fram för olika byggnadstyper. Arbetet kommer att presenteras i en rapport i slutet av september 2021 (Malmqvist, Borgström, Brismark, & Erlandsson, 2021). Referensvärdena som tas fram i detta uppdrag har syftet att beskriva vilken klimatpåverkan en viss byggnadstyp (skola, småhus osv) har i medeltal och beskriver således den mix som tillämpas på marknaden vid en given tidpunkt. Dessa byggnader kan ha olika funktioner, utförande, geometri osv, vilket påverkar det resulterande referensvärdet. Under projekttiden har

Boverket också haft i uppdrag om att ta fram en handbok kopplat till den nya lagen om klimatdeklaration av byggnader som uppförs ska träda i kraft den 1 januari 2022. För att skapa samsyn och undvika dubbelarbeten har de olika uppdragen/projekten haft nära samarbete och bidragit till varandras arbeten.

SYFTE

Detta projekt syftar till att göra en genomlysning av olika metoder för att skapa en referensbyggnad samt skapa ett forum för kommersiella aktörer inom Sveriges bygg- och fastighetssektor att diskutera referensbyggnader och nå samsyn hur olika kravställningar bör tolkas. Målsättningen är att referensbyggnader ska vara verktygsberoende och transparenta med avseende på indata. Projektet har haft följande syften och mål:

1. Identifiera vilka kravställningar på referensbyggnader/utgångslägen som finns.
2. Skapa en diskussionsplattform.
3. Utredda alternativa tillvägagångssätt för att ta fram en referensbyggnad.
4. Underlätta för beställare på marknaden att kunna genomföra upphandlingar med sund konkurrens, dvs bistå med gemensamt underlag för tolkningar av referensbyggnader.
5. Möjliggöra för kommersiella aktörer att identifiera och gemensamt börja samla den information som kommer att behövas.
6. Skapa förutsättningar för generiska utföranden av olika bygghandlingar.

Samtidigt som detta projekt pågår har ett flertal viktiga initiativ som arbetar med likartade frågeställningar identifierats och listas nedan:

- Ny nationell lag om klimatdeklarationer och förberedelse för gränsvärden
- Sweden Green Building Council (SGBC) utvecklar certifieringssystem NollCO2
- Utvecklingen av en definition av klimatpositivt byggande i lokal färdplan Malmö, LFM30

Samtliga av dessa utvecklingsarbeten har behov av att hantera referensbyggnader på något sätt och några olika metoder testas. Projektet har samordnat sig med pågående arbete så långt som möjligt genom bland annat att personer som medverkar i respektive initiativ ingår i både arbetsgrupp och referensgrupp.

BEHOV/KRAV PÅ REFERENSBYGGNADER

Referensbyggnader/utgångslägen kan bidra till att aktörer inom byggbranschen att enklare förstå sin produkt och på ett tydligt sätt kunna visa på reducerad klimatpåverkan. Att påvisa reduktion av klimatpåverkan mot ett referensfall/utgångsläge alternativt att sätta klimatkrav i form av ett maxtak för CO₂ är en högaktuell fråga i bygg- och fastighetssektorn. Det pågår flera initiativ som syftar till att stötta och vägleda beställare i sektorn att ställa klimatkrav, bland annat genom ett projekt lett av Byggföretagen (fd Sveriges Byggindustrier) ”Vägledning Hållbar upphandling i bygg- och anläggningssektorn” (Byggföretagen, 2020), samt ett samverkansprojekt ”Klimatkrav till rimlig kostnad” med IVL, SABO och Kommuninvest (IVL Svenska Miljöinstitutet, 2020).

Flera befintliga och kommande miljöcertifieringssystem ger poäng när man kan visa en förbättring mot en referensbyggnad eller ett utgångsläge, exempelvis i LEED och i SGBCs nya certifiering NollCO₂. Inom exempelvis lokala färdplanen i Malmö (LFM30) finns gränsvärde för max klimatpåverkan för olika byggnadstyper. I de fall det inte finns ett sådant gränsvärde (målgränsvärde) framme så ska en given procedur användas för att definiera ett projektunikt gränsvärde (minimålgränsvärde).

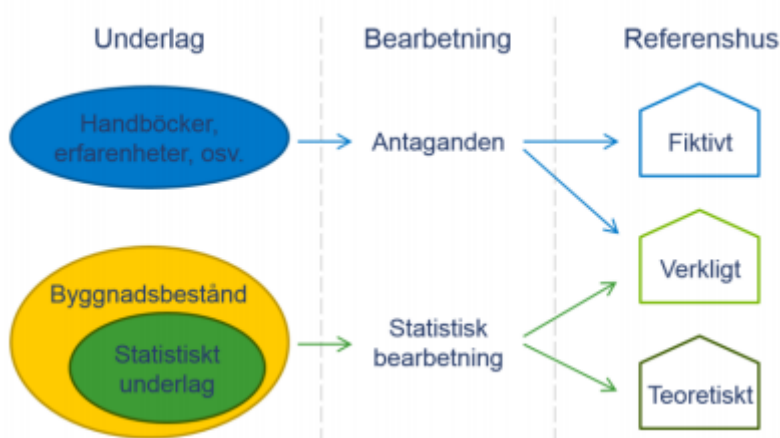
BESKRIVNING AV REFERENSBYGGNADER

Nedan beskrivs generella metoder för att ta fram referensbyggnader samt den valda metoden.

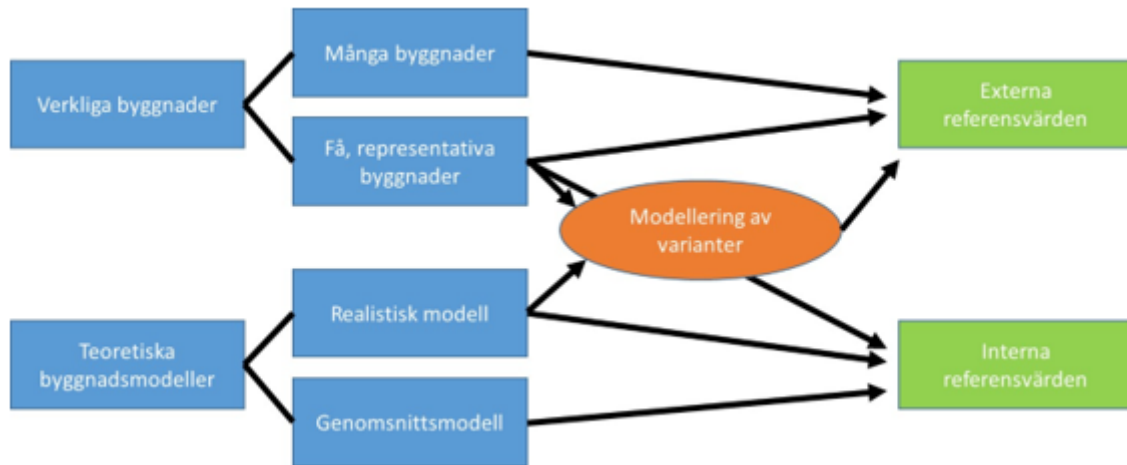
Generella metoder

Det finns olika metoder för att beskriva en referensbyggnad. Detta projekt har tittat mycket på arbetet som görs inom ramen för Boverkets arbete att ta fram referensvärden och SBUF-projektet ”13268 Referensbyggnader för konsekvensanalyser - en förstudie”.

Bägge projekten beskriver olika vägar för att skapa ett referenshus, se Figur 1 nedan hämtad från SBUF-projektet och Figur 2 nedan hämtad från regeringsuppdraget. Huvuddragen är att metoden utgår från ett underlag som antingen är verkligt eller fiktivt. Underlaget skiljer även i omfattning från en väldefinierad byggnad till ett stort statistiskt underlag. Sedan ska detta bearbetas varpå ett referenshus kan skapas. Beroende på underlaget kommer referenshuset att ha olika förutsättningar.



Figur 1 Modell för att beskriva en referensbyggnad från SBUF-projektet 13268 Referensbyggnader för konsekvensanalyser - en förstudie (Berggren & Olofsson, 2017)



Figur 2 Modell för att beskriva en referensbyggnad från Referensvärden för klimatpåverkan vid uppförande av nya byggnader (Malmqvist, Borgström, Brismark, & Erlandsson, 2021)

Utformning

Metod för att identifiera utformning

För att välja utformning av byggnad har projektet arbetat enligt följande metod:

1. För att skapa en referensbyggnad genomförde först a. och b. nedan. Initialt hanterade projektet kontor, flerbostadshus, småhus, skolor och förskolor.
 - a. En intervjustudie. Upplägget av intervjun kan ses i bilaga 2. Frågor besvarades av Skanska, PEAB, NCC och JM.
 - b. En marknadsanalys. Denna genomfördes inom ramen för Boverkets arbete med referensvärden (som projektet delgavs).
2. Efter att intervjuer genomförts påbörjades förankringsarbetet med branschen genom ett första referensgruppsmöte i projektet.
3. Dialog påbörjades även med representanter från SGBC och LFM30 som oberoende arbetar med likartade frågeställningar.
4. Efter initiala dialoger togs ett PM fram som beskriver uppbyggnad av valda systemval och byggdelar (bjälklag, tak, ytterväggar, innerväggar bärande och ej bärande) samt möjliga referensgeometrier baserade på verkliga projekt.
5. Detta PM skickades först till arbetsgruppen i projektet vilka inkom med kommentarer kring de valda systemen.
6. Efter feedback och justering lyftes dessa system på ett referensgruppsmöte i projektet. Extra möten bokades med representanter från SGBC, LFM30 och Boverkets arbetsgrupp med referensvärden.

För att kunna utföra denna studie har några viktiga val varit att beskriva funktionskrav. Däribland att valda byggdelar ska uppnå energiklass C+10% marginal, enligt BBR29, och beskrivna ljudklasser. Vid val av referensbyggnad bör hänsyn tas till dessa ifall projektet väljer att bygga med högre energiklass.

Intervju

Intervju är genomförda med PEAB, JM, Skanska och NCC, fyra av Sveriges största byggföretag. Inför intervjustudien togs dokumentet i Figur 3 fram samt ett urval av vanliga byggsystem som de intervjuade kunde välja mellan.

Intervjustudie SBUF-projektet 13865: Referensbyggnader för Svenska förhållanden

U denna intervjustudie är framtagen i arbetet med SBUF-projektet 13865: Referensbyggnader för svenska förhållanden. SBUF-projektet syftar till att skapa ett forum för att diskutera en metod för att presentera en referensbyggnad för svenska förhållanden som bland annat kan användas inom livscykelanalyser. Intresset för att kunna göra livscykelberäkningar i förhållande till en referens är stort.

Syftet med denna intervjustudien är att samla in information från branschaktörer för att få en bättre bild av hur vi bygger i Sverige och vad som av branschen anses vara ett representativt sätt att bygga på. Studien gäller flerbostadshus, kontor, skola, förskola och småhus i detta skede. Vi önskar att ni beskriver de två vanligaste byggsystemen som ni anser vara representativa för den svenska marknaden. Ange även en uppskattad andel av marknaden. Under vardera alternativ finns en rullista så att ni kan göra ett färdigt val. I fliken "Underlag" kan ni lägga till alternativ genom att ersätta annat med ett alternativ.

Stort tack för hjälpen!

Metod

Beskriv hur frågan är besvarad med några korta meningar.

Byggtekniker/materialval

Byggnadstyp	Byggsystem 1	Andel	Fasadmaterial	Takstomme	Takmaterial	Utfackningsvägg	Kommentar
Flerbostadshus							
Kontor							
Förskola							
Skola							
Småhus							

Byggnadstyp	Byggsystem 2	Andel	Fasadmaterial	Takstomme	Takmaterial	Utfackningsvägg	Kommentar
Flerbostadshus							
Kontor							
Förskola							
Skola							
Småhus							

Ungefär hur långt transporteras en prefabricerad stomme och med vilket färdmedel?

Färdmedel 1 Längd [km] Färdmedel 2 Längd [km]

Installationssystem

Byggnadstyp	Värme	Ventilation	Kyla
Flerbostadshus			
Kontor			
Förskola			
Skola			
Småhus			

Installeras solceller eller solfångare?

Vad har störst betydelse för en referensbyggnads utformning?

-
-
-

Figur 3 Uppställning av intervjustudie

Dokumentet skickade sedan till arbetsgruppen i projektet som i sin tur ställde frågorna inom respektive företag.

Vad påverkar utformningen?

För att välja en lämplig referensbyggnad fanns även en fråga i intervjustudien om vad som har störst betydelse för en referensbyggnads utformning. Svaren på dessa frågor har varit en delmängd i valet av byggsystem. Exempelvis beskrivs ekonomi och energieffektivitet var två viktiga parametrar som styr byggnadens utformning.

Marknadsanalys

Inom ramen för Boverkets del i regeringsuppdrag om ”Uppdrag att främja minskad klimatpåverkan vid offentlig upphandling av bygg-, anläggnings- och fastighetsentreprenader”, har en marknadsanalys av dagens byggande utförts (Malmqvist, Borgström, Brismark, & Erlandsson, 2021).

Denna marknadsanalys delgavs projektet. Huvuddelen av informationen kommer ifrån nedan tre källor:

- SCB

Sveriges myndighet för att samla och tillgängliggöra mätdata.

- Byggfakta

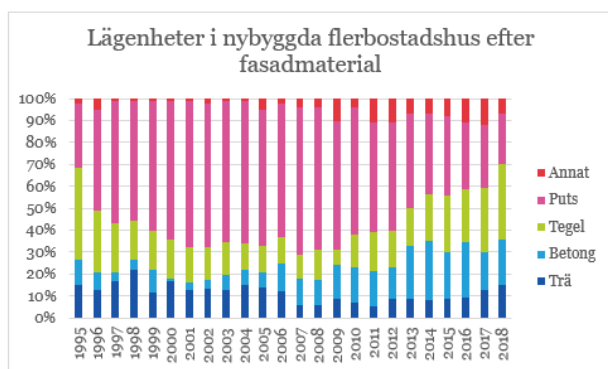
Företag som arbetar med att samla in data inom Sveriges byggsektor.

- TMF (Trä och möbelföretagen),

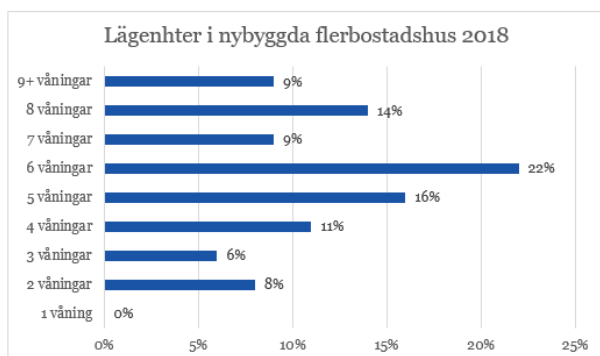
Beställer statistik från SCB med avseende på träbyggnation.

Samtliga av figurer nedan är sammanställda inom ovan nämnda uppdrag och kommer att presenteras i dess slutrapport.

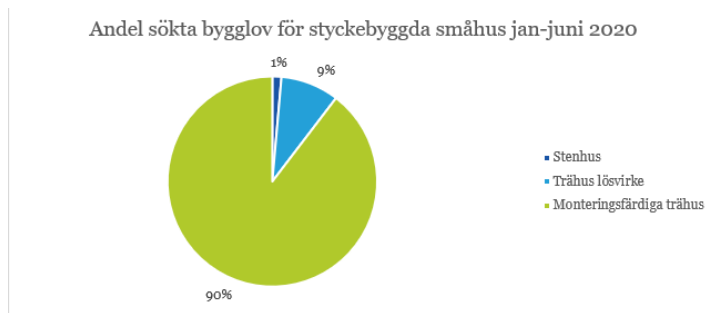
Figurerna Figur 4 till Figur 7 nedan visar information om flerbostadshus och småhus. Statistiken visar på andelar av olika stommar och fasadmaterier samt ger en indikation på byggnadernas geometrier.



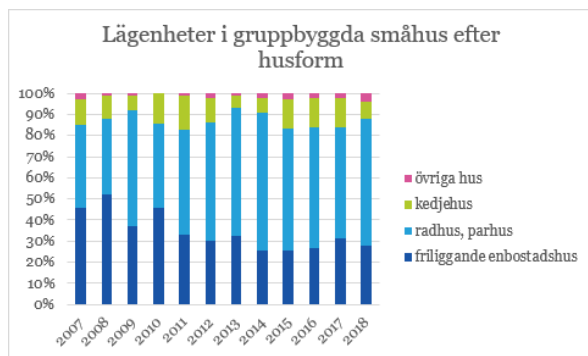
Figur 4 Fasadmaterier på nybyggda flerbostadshus



Figur 5 Antal våningar på nybyggda flerbostadshus

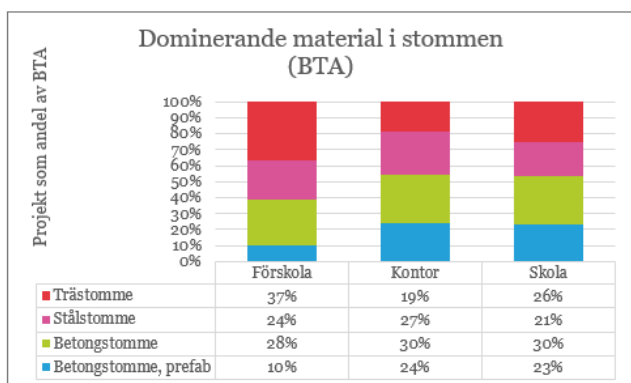


Figur 6 Hustyp vid sökta bygglov av nybyggda småhus

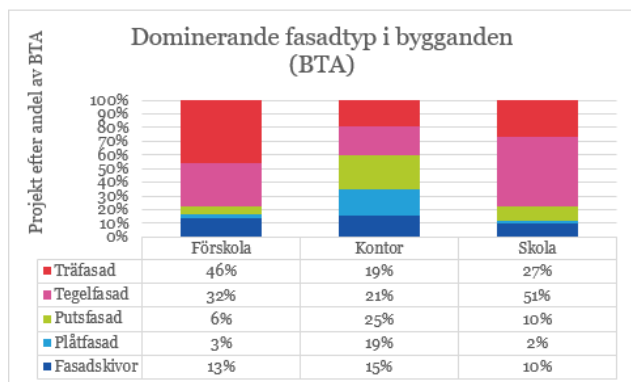


Figur 7 Husform på nybyggda småhus

Likartad information är framtagen för skolor, förskolor och kontor där ett urval av information kan ses i Figur 8 och Figur 9 nedan.



Figur 8 Dominerande material i stomme för förskola, kontor och skola



Figur 9 Dominerande fasadtyp för förskola, kontor och skola

Analys av utformningen

Generellt har markandsanalysen använts för att bekräfta former och materialval, ex att småhus i huvudsak byggs med trästomme och flerbostadshus med betong. Extra vikt har lagts vid de senaste fem åren som antas representativa för ett utgångsläge. Detta eftersom många senare klimatmål kopplas till parisavtalet och referensåret 2015. Intervjustudierna har vägt tungt vid val av system då denna är mer beskrivande. Vid val av installationssystem användes intervjustudien uteslutande eftersom marknadsanalysen saknar denna information.

Data till marknadsanalysen är hämtade från SCB och byggfakta som bedöms vara säkra källor. Dock kan underlaget vara något svårtolkat som exempelvis definitionen av ett fasadmaterial. I dessa fall ligger stor vikt vid intervjustudien.

Intervjuer är i huvudsak utförda med några av Sveriges större byggbolag. I samtliga dialoger beskrivs också en stor skillnad i lokala förhållen.

Se även kommentarer från referensgruppen från referensgruppsmöte #2 2020-12-14 i Bilaga 4.

Geometrier

En del i arbetet med att ta fram referensbyggnader kräver relevanta geometrier för att kunna beskriva olika förutsättningar. Exempelvis utsätts en hög byggnad för större laster som vid en viss storlek behöver grövre materialdimensioner. I projektet nyttjas därför verkliga geometrier som ger bland annat höjd och bred samt funktioner som ger exempelvis placering av badrum, hisschakt och hur många lägenheter som finns.

För flerbostadshus föreslås geometrin för projektet Blå Jungfrun som redan använts för flera livscykelanalyser. Denna geometri har beskrivits i (Liljenström, o.a., 2015). Förslag på övriga referensbyggnader har inhämtats från Skanska och Castellum i detta skede och presenteras nedan.

Sammanställning av utformningen

System och byggdelar

De system och byggdelar som tagits fram i arbetet kan ses i Bilaga 1. Matriserna består av nedan delar.

Inspiration till presentation kan ses på s.188 i den norska rapporten ”Klimavennlige byggematerialer potensial for utslippskutt og barrierer mot bruk” som släpptes i slutet av år 2020 (Fuglseth, o.a., 2020)

Systemval						
Systemlösning	Stomsystem	Fasadmaterial	Takstomme	Takmaterial	Värme	Kyla

Byggdelar								
Ventilation	Bjälklag	Yttervägg	Andel fönster	Fönster	Tak	Undertak	Balkonger och terrasser	Innerväggar bärande

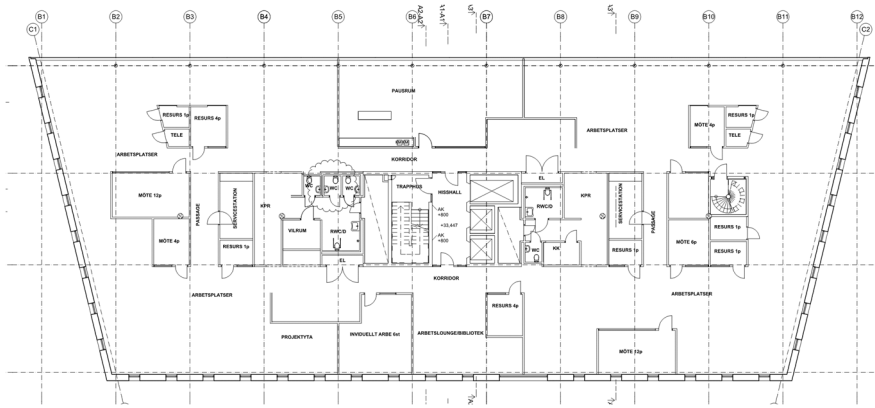
Krav		
Innerväggar ej bärande	Ljudklass	Energikrav

Referens och geometri			
Funktionskrav	Referens	Planlösning	Våningar

Kontor

Gällande kontor gav intervjustudien en relativt entydig bild att stommen utförs med ett pelar-balksystem i stål, hdf-bjälklag och hängda elementfasader med mycket glas. Marknadsanalysen pekade på olika typer av fasadmateriäl där trä, tegel, puts, plåt och skivor står för likartade delar. För det valda systemet anses aluminiumplåt med kompositkärna mellan glasingen vara ett lämpligt val.

Totala BTA för typplanet är 1235 m². Figur 10 nedan redovisas en föreslagen planlösning för kontor:



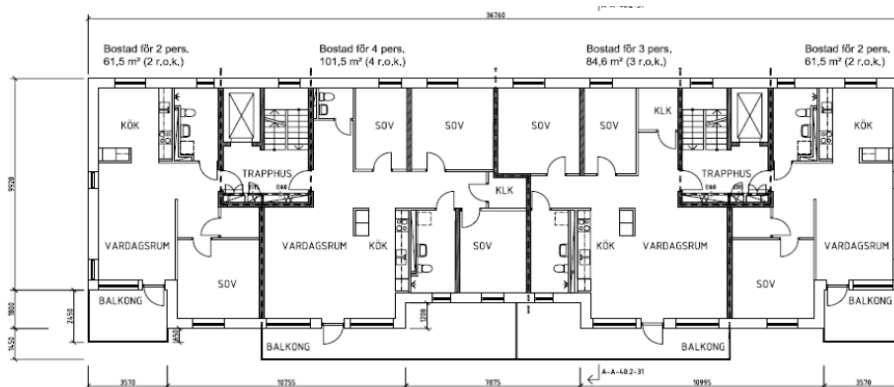
Figur 10 Planlösning för referenskontor

Flerbostadshus

För flerbostadshus visar marknadsanalysen att de flesta flerbostadshus byggs som lamellhus med 5-6 våningar. Projektet har valt att hämta underlag från Brf Blå Jungfrun för att få en tydlig förankring med många tidigare LCA-studier. Detta passar bra eftersom Blå Jungfrun är ett lamellhus med 6 våningar.

Byggsystemet för flerbostadshus var svårt att välja eftersom det finns en stor bredd av systemlösningar. Marknadsanalysen och intervjustudien pekade på att det huvudsakliga materialet i stommen var prefabricerad eller platsgjuten betong. Intervjustudien pekade också på att massiva bjälklag är det vanligaste sättet att bygga idag för att klara tuffa ljudkrav och kunna gjuta in installationer. I rapporten har slakarmerade plattbärlag valts som en lämplig referens. Slakarmerade har valts framför spännarmerade efter intervju med senior konstruktör som menade att dessa är vanligare. Marknadsanalysen och flera intervjuer beskriver tegel och puts som de två vanligaste ytskiktmaterialen där tegel väljs. Väggelementet utförs som halvsandwich betong.

I Figur 11 nedan redovisas en föreslagen planlösning för flerbostadshus:



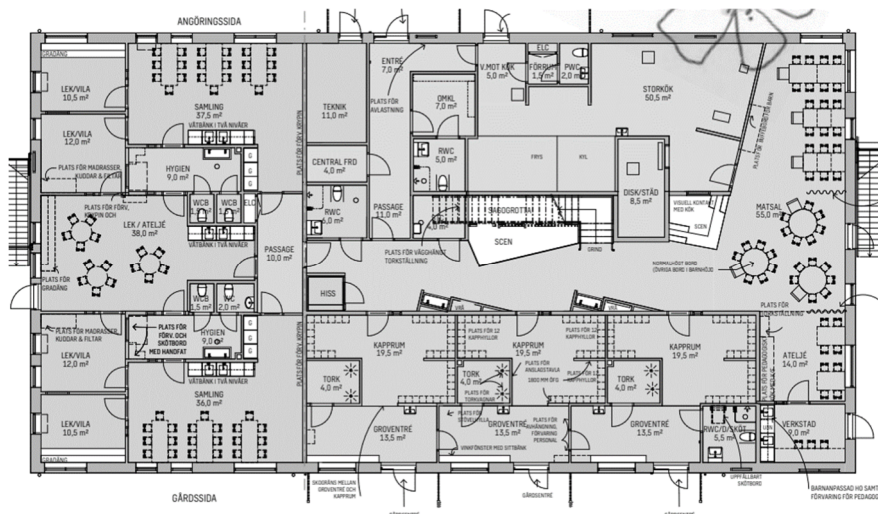
Figur 11 Planlösning för referensflerbostadshus

Förskola och skola

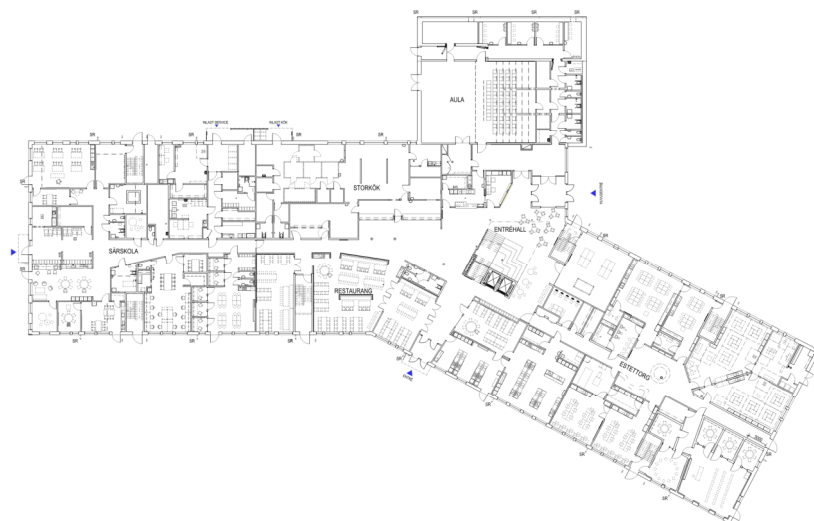
Marknadsanalysen visar att skola och förskola har något olika stom- och fasadlösningar och intervjustudien visar på olika byggsystem. Precis som för flerbostadshus finns inget tydligt mönster för hur vi bygger dessa byggnader. Intervjustudien pekar dock på huvudsakligen prefabricerad och platsgjuten betong. Eftersom det inte finns en entydig bild väljs samma plattform för både skola och förskola för att förenkla arbetet och användandet av en referensbyggnad.

Både skolor och förskolor är byggnader med stort behov av flexibilitet och öppna ytor precis som kontor. Efter dialog med senior konstruktör väljs stommen med ett pelar-balk-system i stål, hdf-bjälklag och utfackningsväggar med stålreglar. Fasaden väljs som tegel.

I Figur 12 och Figur 13 nedan redovisas en föreslagen planlösning för förskola och skola:



Figur 12 Planlösning för referensförskola



Figur 13 Planlösning för referensskola

Småhus

För småhus pekar både marknadsanalys och intervjustudier på att stomme och fasad består av trä och träpanel. Marknadsanalysen pekar på att majoriteten av alla småhus som byggs är radhus. För att öka flexibiliteten i analyser väljs dock fristående hus med ett plan som referensgeometri. Detta skulle innebära att exempelvis ett radhus skulle minska mängden fasad per m² BOA och två våningar skulle minska mängden grundplatta och tak per m² BOA.

I Figur 14 nedan redovisas en föreslagen planlösning för småhus:

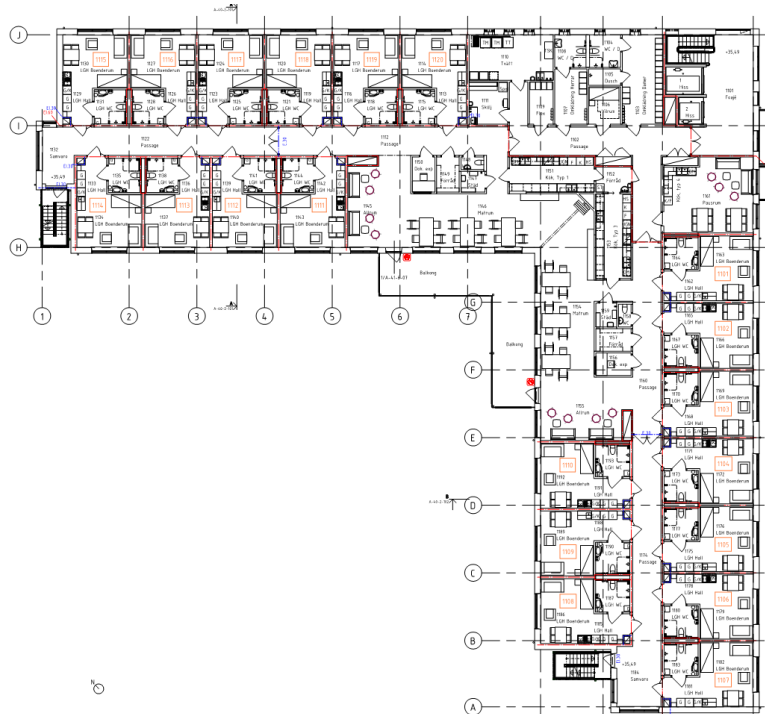


Figur 14 Planlösning för referenssmåhus

Äldreboende

Äldreboenden inkluderas i underlaget efter första intervjurundan. Även här saknas en entydig bild om byggsystem men liknar förutsättningarna för bostäder. För enkelhetens skull väljs samma plattform som för bostäder. Funktionen i ett äldreboende skiljer sig från ett flerbostadshus då entrévåningen ofta innehåller samlings-, vård- och personalutrymmen. Byggnaden har även andra förutsättningar för exempelvis luftflöden mm som påverkar energianvändningen. Dock har detta begränsad effekt på stomme, fasad och energilösningar.

I Figur 15 nedan redovisas en föreslagen planlösning för äldreboenden:

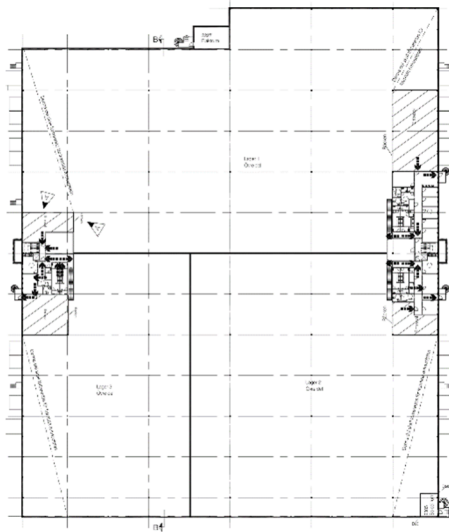


Figur 15 Planlösning för referensäldreboende

Lager och affärslokaler

Lager och affärslokaler lyftes in efter första intervjurundan. Lager och affärslokaler beskrivs ha mycket specifika funktioner för olika typer av verksamheter och inredning kan variera betydligt. Dock är stomme, fasad och grund ofta likartade med en stålstomme och sandwichväggar i stål. Lager och affärslokaler utfors ofta med högt i tak och med kontorsutrymmen eller andra utrymmen i flera plan.

I Figur 16 nedan redovisas en föreslagen planlösning för lager och affärslokaler:



Figur 16 Planlösning för referenslager och affärslokaler

KRITISKA FAKTORER

Hur ett resultat förhåller sig till en referensbyggnad/utgångsläge beror på hur en referensbyggnad är uppbyggd. Bland annat påverkar vilka avgränsningar som gjorts, vilka byggdelar som ingår och vilka kvalitetskrav som ställs på beräkningen.

I samband med projektansökan listades ett antal kritiska faktorer som medför att vi får olika svar när vi gör livscykelanalyser och klimatberäkningar. Efter att projektet startades har två viktiga arbeten kommit långt som möjliggör svar på många av dessa frågor (se nedan).

- Anvisningar för LCA-beräkning av byggprojekt som finns tillgängliga via IVLs hemsida (www.ivl.se). Beräkningsanvisningarna förvaltas av IVL Svenska Miljöinstitutet (IVL Svenska Miljöinstitutet, 2021).
- Klimatdeklaration handbok, i samband med lagen om klimatdeklarationer kommer det även att finnas en handbok som mer utförligt beskriver hur klimatberäkningar ska utföras för att svara upp mot lagkravet (Boverket, 2021).

Projektet har fokuserat på att diskutera kritiska faktorer och ge input till pågående arbeten. Därför kommer inte lösningarna på frågorna att beskrivas nämnvärt i denna rapport utan snarare problemformuleringen. Lösningar och angreppssätt kommer att utvecklas kontinuerligt medan branschen lär sig mer och blir tydligare. Nedan följer en kortfattad beskrivning av kritiska faktorer som projektet lyft. En utförligare beskrivning redovisas i Bilaga 5.

Ingående byggdelar

Certifieringssystem, klimatkrav i upphandlingar, kommande lagstiftning om klimatdeklarationer anger att olika delar av en byggnad ska ingå i beräkningar. Att kunna tolka dessa beskrivningar på ett enhetligt sätt är en förutsättning för jämförbarhet mellan olika beräkningar.

Val av miljödata

Det finns olika kommersiella miljödatabaser på marknaden som innehåller en mängd dataset för olika produkter. Resultatet av en klimatberäkning beror bland annat på vilken databas som används i beräkning. Att se effekten av olika dataset kan vara svårt att utläsa, inte minst när man jämför aggregerade resultat (klimatpåverkan för en hel byggnad och liknande)

Val av miljöpåverkanskategorier

Vilka miljöpåverkanskategorier vi använder i våra beräkningar har stor betydelse. Klimatpåverkan kan beräknas på olika sätt. Exempelvis skiljer definitionen av redovisad klimatpåverkan i olika versioner av standarden EN 15804.

Kvalité på indata

Det finns stora osäkerheter kopplat till den indata vi använder i våra beräkningar. Det gäller både indata i form av mängder material och kvalité på miljödata.

Val av funktion

Krav kopplade till byggnadens funktion påverkar byggnadens klimatpåverkan (exempelvis ljudkrav, energiprestanda, kylbehov mm). När vi enbart gör jämförelser av en byggnads klimatpåverkan per areamått som m² bruttoarea (BTA) eller m² A-temp, riskerar vi att missa andra värden och funktioner hos byggnaden.

Nyckeltal och schabloner

När en beräkning saknar nödvändiga indata används ofta konservativa schabloner. Exempelvis kan indata för en byggdel saknas. De schabloner som används behöver vara transparenta för att säkerställa jämförbarhet mot motsvarande uppmätta eller beräknade värden.

Datatäckning

För att kunna verifiera värdet på en klimatberäkning behöver mängden information som ingår kunna kvantifieras i förhållande till hur mycket information som borde ingå. Detta anser vi är en utmaning i alla LCA-mjukvaror i dagsläget.

Avgränsning för A4 och A5

Ytterligare en osäkerhet när det gäller jämförbarhet mellan klimatberäkningar uppstår i modul A5 (bygg- och installationsprocessen). A5 kommer att ingå i kommande lagstiftning gällande klimatdeklarationer för byggnader. Standarden EN 15978 beskriver hur modulen A5 skall beräknas, men lämnar stort tolkningsutrymme för vilka processer som bör ingå eller ej. Inom ramen för projektet genomförde Skanska, NCC och JM en jämförelse kring respektive företags tolkningar av vad som ingår i beräkningar. Resultatet visade tydligt att A5 tolkas olika, bland annat beroende på tillgången på indata.

När det gäller den delen av A5 som omfattar spill A5:1 (det vill säga klimatpåverkan för modul A1-A4 för kasserat material) nyttjas spillfaktorer för olika material. Detta förfarande bedöms inte vara lika otydligt som övriga delar i A5. Hur spill hanteras diskuterades därmed inte vidare i projektet.

I samverkan med Boverksuppdraget gjordes en gemensam genomgång av lämplig avgränsning för den del av modul A5 som inte handlar om spill.

Genomgången av avgränsningar gjordes med hänsyn tagen till Boverkets förslag på föreskrifter kopplat till kommande lagstiftning som föreslår att inkludera ”klimatpåverkan från samtlig användning av el, värme och bränslen på byggarbetsplatsen alla energikrävande processer kopplade till själva uppförandet av byggnaden skall ingå. Projektet förslö följande:

Ingår i A5 (utöver spill):

- Bränslen till arbetsmaskiner inkl. betongpump, interna transporter på byggarbetsplatsen. (obs ej bränslen som åtgår för markarbeten)
- El på byggarbetsplatsen (bodas, belysning, verktyg, hissar lyftkranar etc.)
- Fjärrvärme
- Övriga bränslen: gas, gasol, olja och dylikt.

Till följd av ovanstående avgränsning utgår klimatpåverkan från exempelvis:

- Temporära konstruktioner (spont, byggvägar, gjutningar för kranuppställningar och etableringar mm)
- Arbetsplatsens tillfälliga material, t ex stängsel, skyddsutrustning, karuselldörrar
- Förbrukningsmaterial som exempelvis skyddstäckning, väderskydd, formsättningsmaterial
- Arbeten kopplat till uppförandet av själva etableringen.

Även när det kommer till vilka transporter som räknas med i en klimatberäkning uppstår en del osäkerheter. Med tanke på avgränsning i A5 föreslås följande förtydliganden:

Ingår i A4 Transporter

- Transport av byggprodukter till byggarbetsplatsen (avser de byggprodukter som ingår i de byggdelar som beräknas).

Till följd av ovanstående avgränsning utgår klimatpåverkan från exempelvis:

- Transport av bodar till och från arbetsplatsen
- Transport av arbetsmaskiner till och från arbetsplatsen
- Transport av tillfälliga material och förbrukningsmaterial

För att säkerställa att de schabloner som används när vi räknar klimatpåverkan från en referensbyggnad är transparenta bistod projektets arbetsgrupp med underlag för att ta fram nya schabloner. De nya schablonerna kommer att kunna nyttjas i branschen tills dess att vi har bättre data baserat på uppmätta värden. Detaljerad information om metod och underlag återfinns i slutrapporten för deluppdraget att ta fram referensvärden för klimatpåverkan för byggnader (Malmqvist, Borgström, Brismark, & Erlandsson, 2021). De nya schablonerna presenteras i tabell 1.

Tabell 1 Schablonvärden om använts för modul A5 (Malmqvist, Borgström, Brismark, & Erlandsson, 2021)

<i>Energivara</i>	<i>Antagande om vilka energikrävande aktiviteter som schablonvärden täcker</i>	<i>Alla byggnadstyper utom småhus - Schablonvärde klimatpåverkan (kg CO_{2e}/m² BTA)</i>	<i>Alla byggnader utom småhus med hög prefabricerings-grad - Schablonvärde klimatpåverkan (kg CO_{2e}/m² BTA)</i>	<i>Småhus - Schablonvärde klimat-påverkan (kg CO_{2e}/m² BTA)</i>
El	Elanvändning för drift (el och uppvärmning) av byggbodar samt i byggnad under uppförande för belysning, verktyg, hiss, etc	2,5	1,7	8,7
Fjärrvärme	Fjärrvärmeanvändning för varmvatten och uppvärmning av byggbodar samt byggnad under uppförande, samt till viss del uttorkning av platsgjuten betong.	6,1	4,0	0
Diesel	Bränsle till arbetsmaskiner (exkl. markarbeten) för transporter på arbetsplatsen, mobilkran, snöröjning, etc.	2,3	2,3	2,2
Gasol	Strålningsvärme för att få bra hållfasthetstillväxt vid gjutning av betongbjälklag samt till viss del vid puts- och eller murarbeten	3,9	0	0
Eldningsolja	Byggvärme innan annan värmekälla finns ansluten, gjutning av bottenplatta.	2,4	2,4	0
TOTAL A5 Energi		17,1	10,3	10,8

BERÄKNINGSEXEMPEL KONTOR

Nedan redovisas ett beräkningsexempel för ett kontor enligt den metod för referensbyggnader som har utvecklats inom projektet. Syftet med exemplet är inte att utföra en komplett livscykelanalys, utan att visa hur man kan beräkna klimatpåverkan för byggskedet (A1-A5). Beskrivningen av hur projektet härleder uppbyggnad av olika byggdelar följer byggdeltabell SBEF (BSAB83).

Förutsättningar

Referensbyggnaden utgår från det typplan som redovisas i Figur 10 presenterad tidigare i rapporten. BTA för typplanet är 1235 m².

Generellt beskrivs byggdelarnas uppbyggnad i Bilaga 1. Nedan beskrivs specifika förutsättningar.

Miljödata

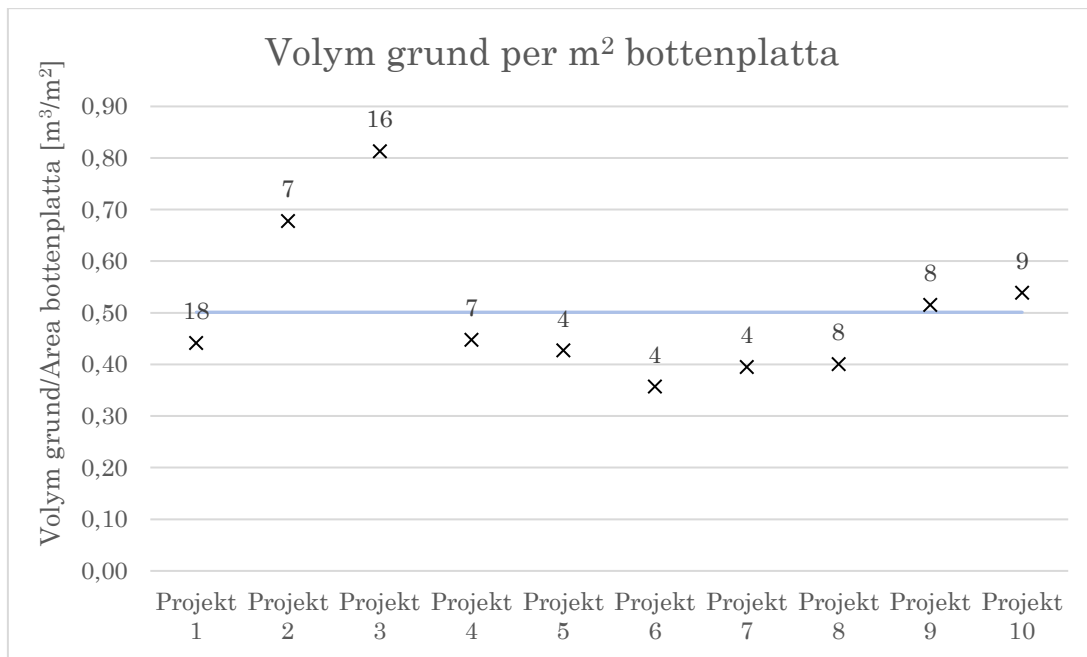
För klimatberäkning hämtas livcykeldata, klimatpåverkan från transport och spillfaktorer från Boverkets klimatdatabas daterad 2021-06-18, om ej annat anges. För beräkning nyttjas det som databasen beskrivs som ”typiskt” värde.

Där livcykeldata saknas i Boverkets databas nyttjas EPD:er för använda produkt. I de fall en EPD har använts anges referensen till denna.

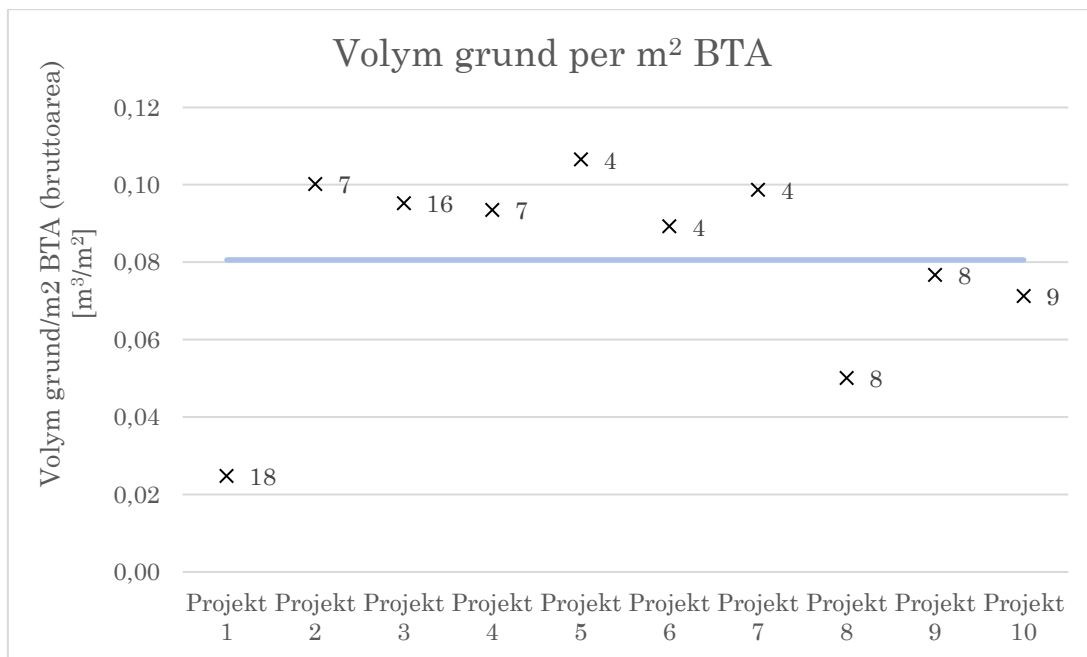
Husunderbyggnad

En husunderbyggnad utförs till stor del med ett isolerande skikt närmast marken och sedan armerad betong. Tjockleken på dessa skikt varierar dock betydande. Bland annat beroende på laster och markförutsättningar. För att ta fram underlag till grund har dialog förts med konstruktör.

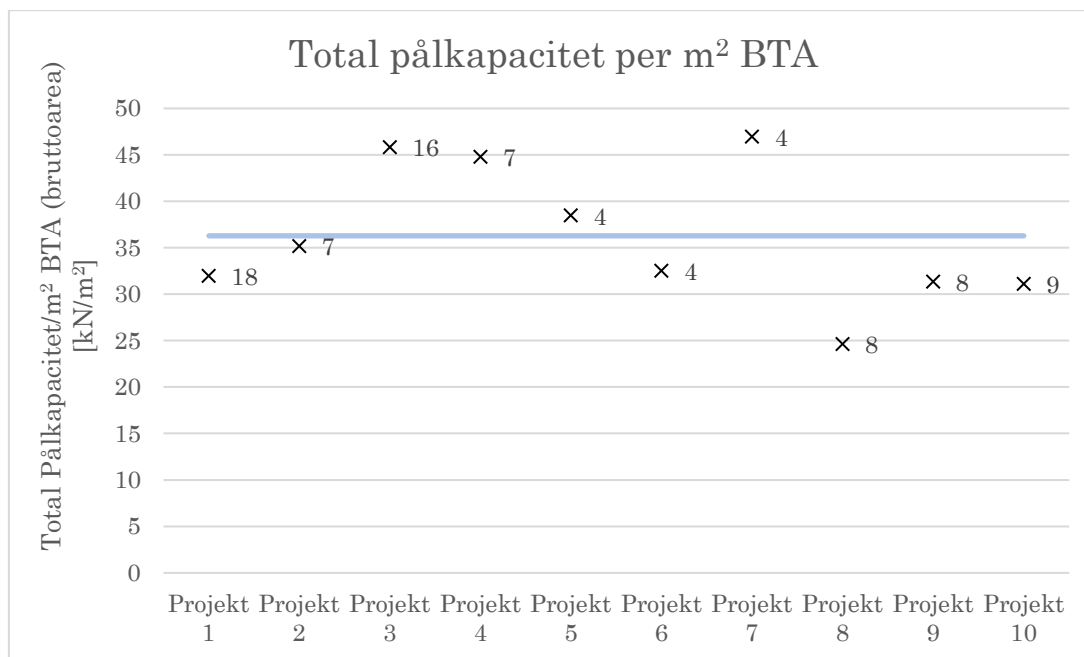
I figurerna Figur 17 till Figur 19 nedan sammanställs 10 olika projekt utförda i göteborgsområdet. Resultatet får ses vägledande tills liknande studie gjorts med annan undergrund. Samtliga hus är pålade och utförs med massiva betongstommar med vikt som varierar mellan ca 1000-1500 kg. Siffran ovanför värdet visar antalet våningar och linjen är de medelvärde som räknas fram och sedan används för att ta fram nyckeltal. Rubriken anger hur nyckeltalet är uttryckt för respektive volym betong som byggnadernas grunder innehåller per bottenplattans area och byggnadens bruttoarea samt den pålkapacitet som byggnaden erfordrar per bruttoarea.



Figur 17 Volym betong i husgrunden per kvadratmeter bottenplatta



Figur 18 Volym betong i husgrunden per kvadratmeter bruttoarea



Figur 19 Total pålkapacitet per kvadratmeter bruttoarea

Baserat på denna studie utformas byggdelen grund enligt nedan:

Bottenplattan utförs med tjocklek 300 mm betong och 200 mm cellplast EPS. Ytterligare 200 mm betong placeras i balkar, voter och övrig grundläggning.

Val av betongkvalité har diskuterats i projektet. Klimatpåverkan från betong styrs till stor del av mängd cementklinker i betongen. Vilken i sin tur styrs av bland annat konstruktiva behov, exponering och uttorkningskrav. Av erfarenhet används ofta mer cement än vad krävs konstruktivt och som ofta skrivs på ritning för att betongen ska torka tillräckligt snabbt. Efter dialog i projektet, samt med sakkunniga, väljs en betong med mycket hög andel cementklinker, byggbetong C50/60. Denna betong bör vara konservativt valt med hänsyn till klimatpåverkan. Det är dock inte ovanligt att anläggningsbetong används vid denna typ av gjutningar vilken för de flesta vanliga hållfasthetsklasser har ännu högre klimatpåverkan än vald betong.

Grunden och plattan armeras med ca 100 kg armering / m³ (4 vikt-%).

Pållängdger styrs i huvudsak av längd till fast berg vilket är platsspecifikt. Således är det svårt att skapa ett referensvärde för pålning. Nyckeltalet bör vara en funktion av medelavstånd till berg.

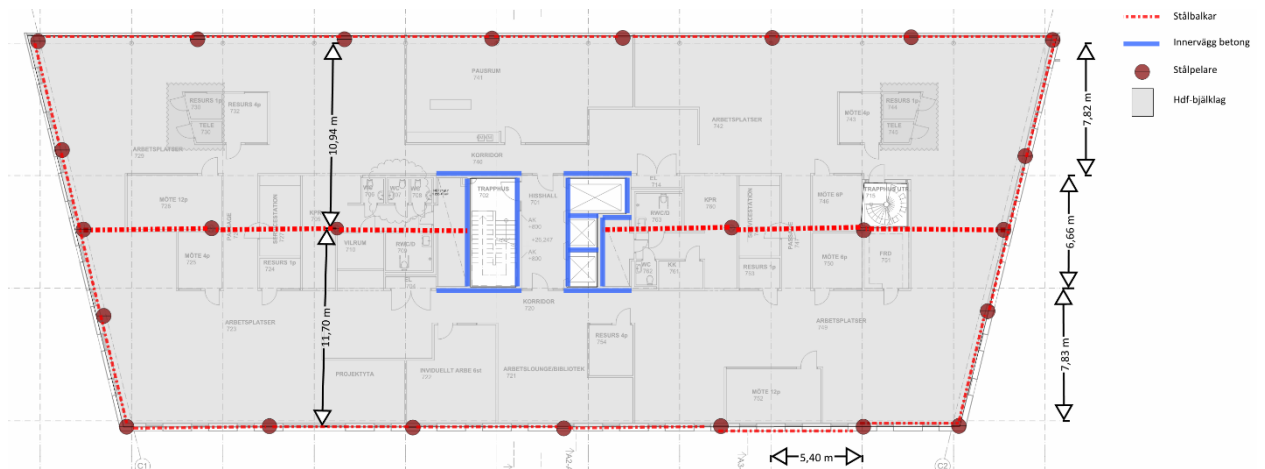
Genom att bakåträka pålkapaciteten och koppla den till en betong- eller stålpåle har ett nyckeltal tagits fram för hur många pålar som behövs per m² BTA. Detta redovisas i Tabell 2 nedan.

Tabell 2 Nyckeltal för pålning i referensprojektet

Påltyp	Antal pålar per m ² BTA	1 påle möjliggör m ² BTA	Installationskapacitet [lpm/8 tim]
Betong P270-C60/75	0,036	28	300
Stålrörspåle D320x12,5	0,036	28	500

Stomme

Mängder är uppskattade av stominköpare och principerna är inritade i en planlösning som ses i Figur 20 nedan:



Figur 20 Antagen stomlösning för referensbyggnaden

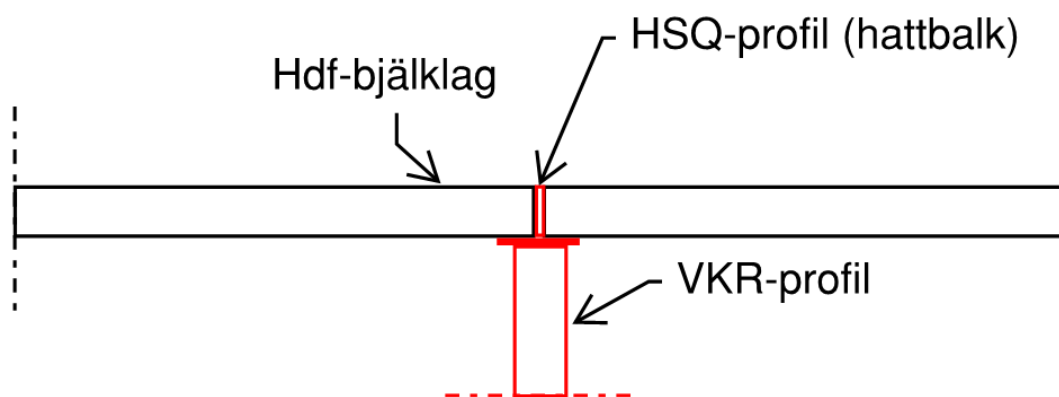
Bjälklag

Bjälklag antas, förenklat, utföras uteslutande med håldäck HD/F 120/32. Ofta varierar tjockleken och typen av bjälklag som att massivbjälklag kan förekomma i vissa lägen, exempelvis kring badrum.

För installation av betongbjälklag utförs som standard foggjutningar med betong för att sammanfoga elementen. Åtgången av betong varierar mellan olika projekt. För referensbyggnaden antas åtgång av foggjutfningsbetong för att gjuta ihop bjälklagen till 10% av bjälklagets vikt baserat på erfarenhetsvärde.

Pelarsystem

I referensbyggnaden utförs pelarsystemet med HSQ-balkar för uppläggning av håldäcken. Pelarna utförs med VKR-profiler. Se princip i Figur 21 nedan.



Figur 21 Pelar-balksystem för referensbyggnaden

Profiler är baserade på erfarenhetsvärden:

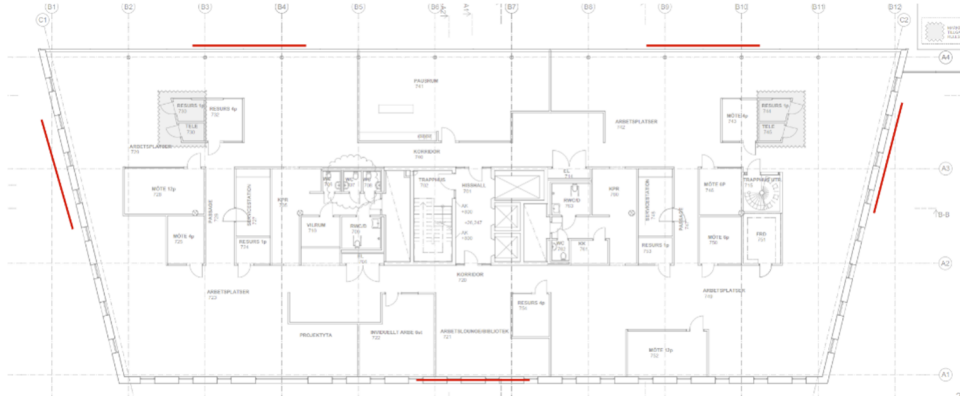
- Stålbalk central linje 150 kg/lpm
- Stålbalk yttervägg 200 kg/lpm
- Stålpelare central linje VKR300*8, 90 kg/lpm

- Stålpelare yttervägg VKR200*8, 60 kg/lpm

Huskomplettering stomme

Byggnaden behöver kompletteras för att klara stabiliteten med hänsyn till vindlaster.

I referensbyggnaden antas vindkryss installeras på varje våning enligt Figur 22 nedan.



Figur 22 Antagande om kompletterande vindkryss för referensbyggnaden

I och med detta antas byggnaden kunna utföras upp till 15 våningar hög. Byggnader över 15 våningar klassas enligt konsekvensklass (3), en högre klassning, och andra stomalternativ eller förstärkningar av byggnaden kan bli aktuella.

Enligt figuren kompletteras referensbyggnadens stomme med fem vindkryss på vardera planet.

Antagande enligt nedan:

VKR200*200*8, 50 kg/lpm

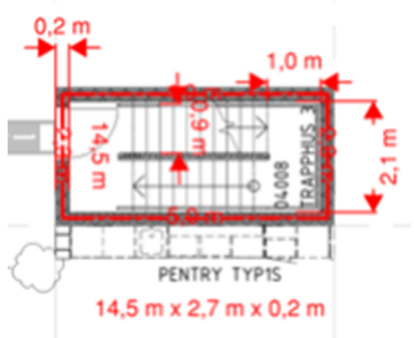
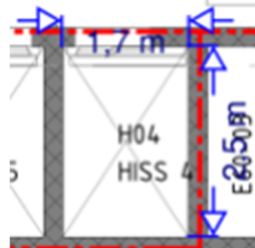
Ger stål totalt:

$5 \cdot 2 \cdot 9 \text{ lpm} = 90 \text{ lpm}, 4\ 500 \text{ kg}$

Hiss och Trapphus

De bärande väggarna för hiss och trappa ingår redan i de framtagna mängderna (tabell 3). Nedan redovisas exempel på ett hisschakt och en trappa för senare parametermodell.

Tabell 3 Mängd betong i trapphus respektive hisschakt

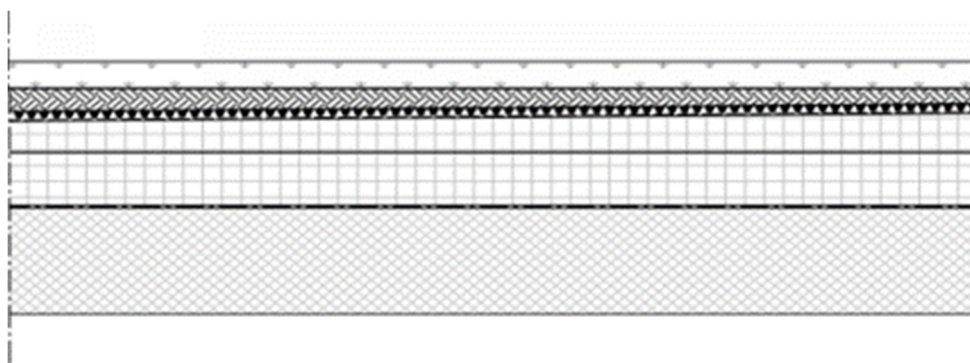
Trapphus	Hiss
14 m ³ , varav viloplan och trappsteg 4 m ³ (räknar på 17 steg 0,2 m höga)	6 m ³
	

Yttertak

För yttertaket antas en uppbyggnad enligt Tabell 4 nedan som också visas schematiskt i Figur 23.

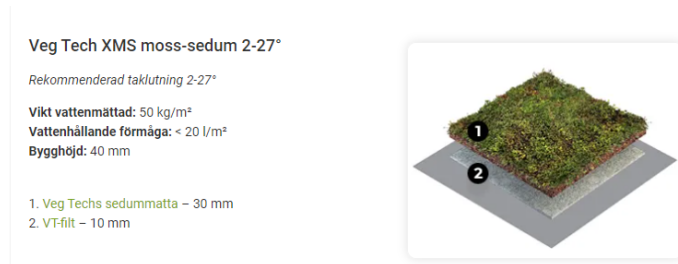
Tabell 4 Ingående material i yttertak för referensbyggnad

Uppbyggnad	Beskrivning
Växtbädd	Sedum, ca 40 mm
Cellplast	Fall, Medel antas till 300 mm
Tätskikt	Ex Derbigum DMS, SP4 och primer GC
Avjämning	50 mm
Hdf-bjälklag	Samt foggjutning enligt samma metod som stomme.



Figur 23 Figur föreställande uppbyggnad av yttertak för referensbyggnad

Sedumtak saknar livscykelresurs i Boverketsdatabas daterad 2021-06-18. I projektet hämtas vikter från produkten Veg Tech XMS moss-sedum enligt Figur 24 nedan.



Figur 24 Produkt Veg Tech XMS Moss-sedum, urklipp från hemsida (Veg Tech, 2021)

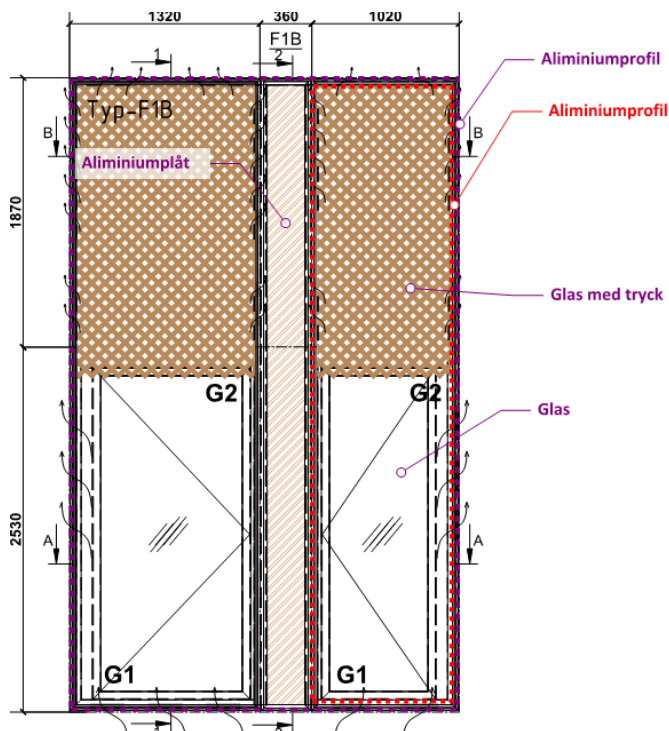
Miljödata kontrolleras dels mot en rapport (Almersved & Eriksson, 2020) som ger 9,3 kg CO₂e/m² och dels mot tillhandahållen miljödata på 0,521 kg CO₂e/kg*20 kg/m² = 10,4 kg CO₂e/m² från IVLs (miljödata bas bygg) med god överensstämmelse.

Fasader

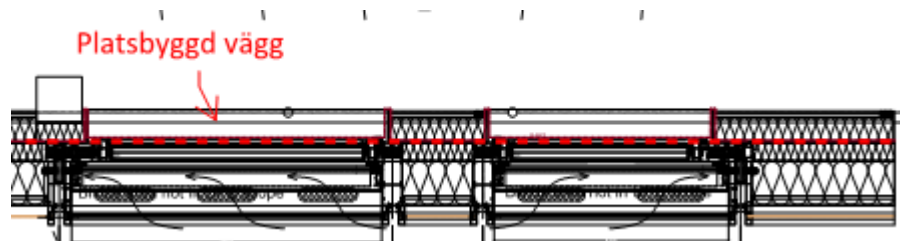
En referensfasad har valts i samråd med skalinköpare. Elementfasader möjliggör många olika uttryck för en byggnad och är unika för varje projekt. För att kunna göra ett lämpligt val har projektet tittat på sex olika fasader.

Elementfasader delas in i olika kategorier där en viktig skiljelinje är antalet skal. I huvudsak är dessa uppdelade i enkelskal och dubbelskal. För att göra ett relativt konservativt val av typfasad väljs en hybridfasad med en yttre glasskiva som referensfasad.

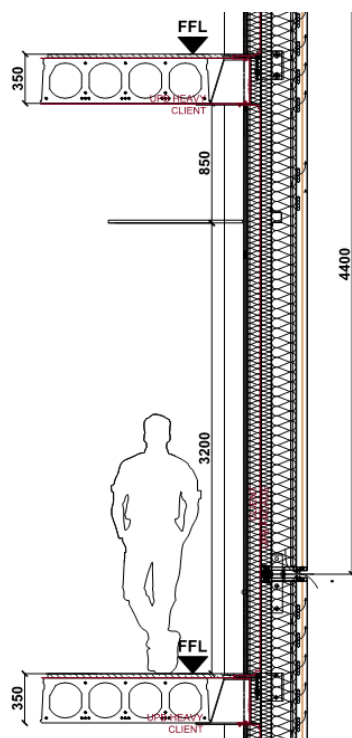
Fasaden hämtas från ett referensprojekt där underentreprenören har tillhandahållit mängder. Nedan visas Figur 25 till Figur 27 föreställande fasaden från uppställning och i sektion. Fasaden är relativt representativ men något högre än en vanlig kontorsfasad (4,4 m istället för omkring 3,7 m). När fasaden är monterad kompletteras denna med en platsbyggd innervägg för att ytterligare förbättra energieffektiviteten.



Figur 25 Snitt 1 föreställande referensfasad



Figur 26 Snitt 2 föreställande referensfasad



Figur 27 Snitt 3 föreställande referensfasad

Fasaden antas vara ca 30% glasad och U-värde beräknas enligt Tabell 5 nedan till 0,49 (krav minimum 0,5 enligt BBR29). Total isolertjocklek är 220 mm + 90 mm (komplettering). I tabell innebär "Opaque" ogenomskinliga ytor utan fönster och "Frame" syftar på den andel av fasadyta med profiler bakom vilken inte kan isoleras.

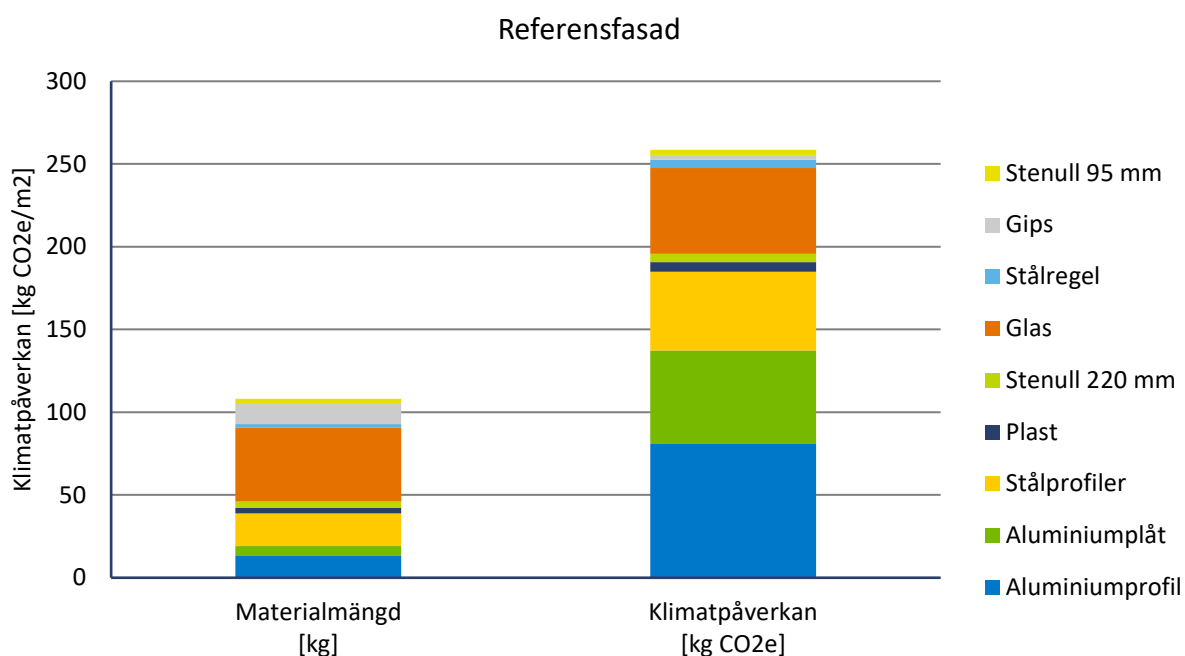
Tabell 5 Värmeöverföringskoefficient för referensfasad

Resultat	Area [m ²]	% andel av fasad	Total värmeöverföring [W/K]
Frame	1270	23%	1704
Glazed	1557	28%	741
Opaque	2748	49%	273
Total	5571	100%	2718
Total värmeöverförings koefficient		0,49	W/m ² K

Materialmängder och klimatpåverkan per m² fasad beskrivs i Tabell 6 och Figur 28 nedan (celler markerade med blått härleds till elementfasaden och gult till den platsbyggda innerväggen).

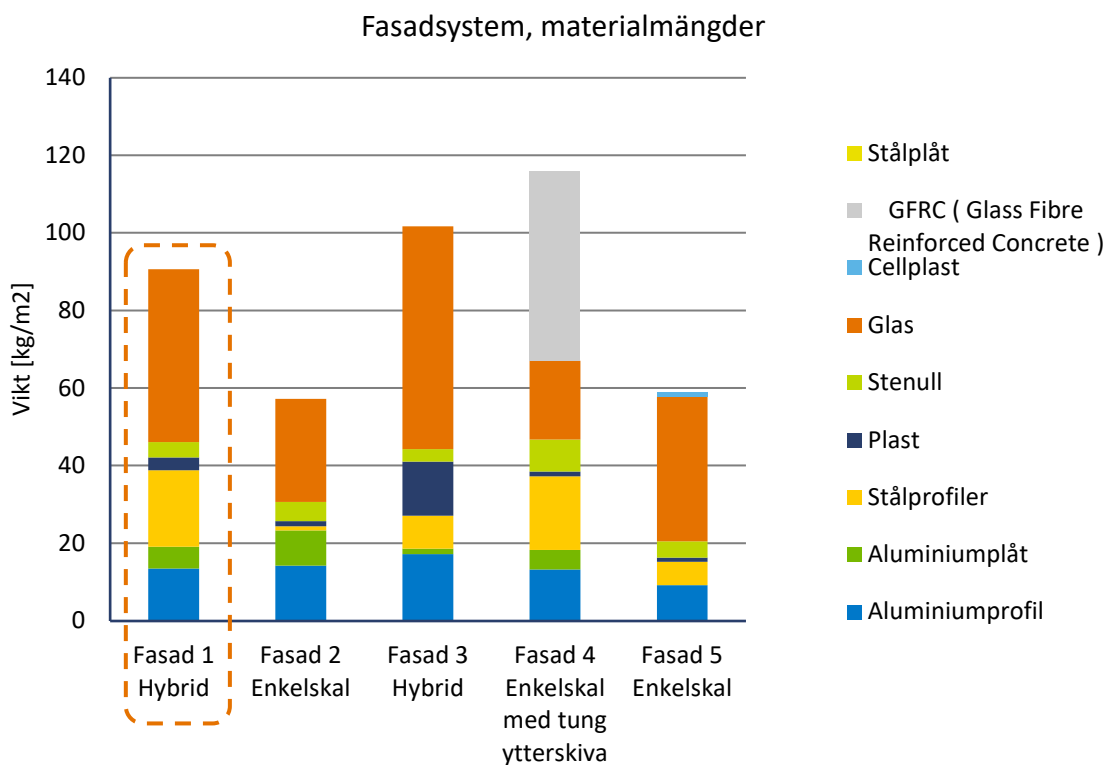
Tabell 6 Ingående material och klimatpåverkan för vald referensfasad per m² fasad

Material	Materialmängd [kg]	Klimatpåverkan [kg CO ₂ e]	GWP [kg CO ₂ e/kg]
Aluminiumprofil	13	81	6,00
Aluminiumplåt	6	56	10,00
Stålprofiler	20	48	2,41
Plast	3	6	1,81
Stenull 220 mm	4	5	1,28
Glas	45	52	1,16
Stålregel	2	5	2,41
Gips	13	3	0,23
Stenull 95 mm	2	3	1,28
Totalt	108	259	

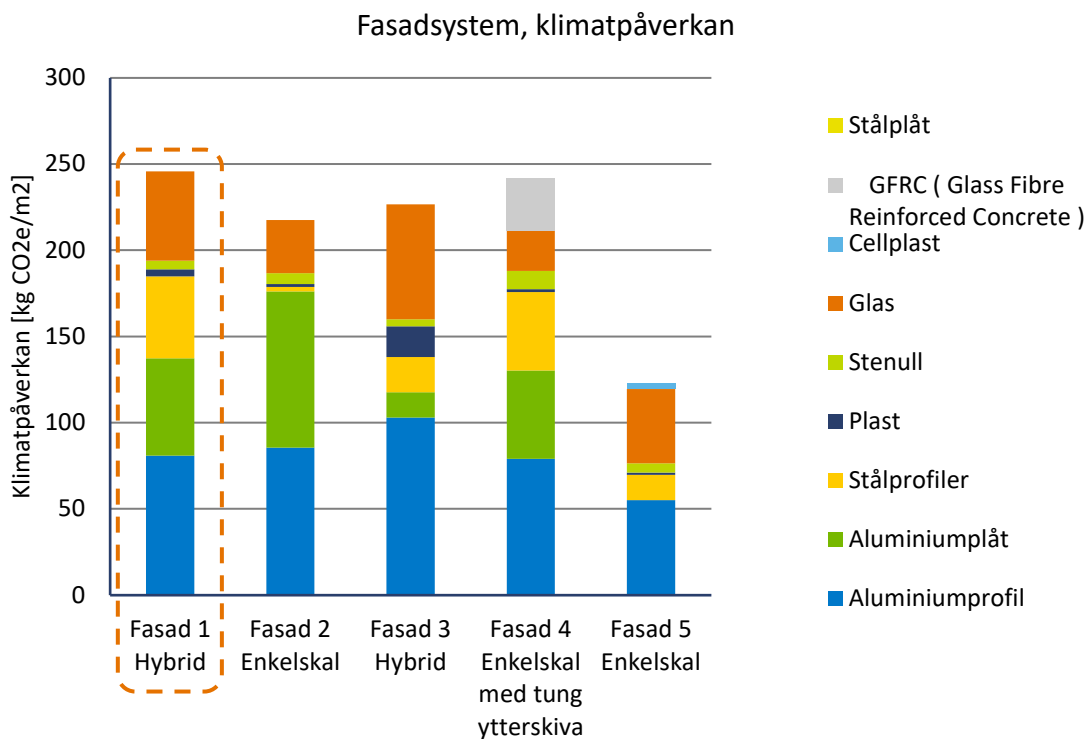


Figur 28 Ingående material och klimatpåverkan för vald referensfasad

Ytterligare fem fasadssystem togs med i underlaget för att möjliggöra en analys. I figuren nedan representeras den valda fasaden, fasad 1. Två av projekten har en hybridfasad 1 och 3, de andra fyra är enkelskalsfasader. Beräkningen visar att den valda fasaden ligger relativt högt i förhållande till en enkelskalsfasad.



Figur 29 Ingående material fem olika fasadsystem. Fasad 1 Hybrid är referensfasaden.



Figur 30 Beräknad klimatpåverkan från fem olika fasadsystem. Fasad 1 Hybrid är referensfasaden.

Stomkomplettering, rumsbildning

Mängder för rumsbildning är hämtad från ekonomisk kalkyl för typplanet. Se mängder i Tabell 7 nedan.

Tabell 7 Mängder för stomkomplettering /rumsbildning från typplan

Bygghedel	Beskrivning	Beskrivning	Antal	Enhet	Styck
62	Undergolv	Avjämning golv	1 306	m ²	
63	Innerväggar	Glasvägg	80	m ²	
63	Innerväggar	Glasdörr	25	m ²	
63	Innerväggar	Platsbyggd innervägg	937	m ²	
65	Invändiga dörrar, glaspartier	Trapphusparti (glas)	19	m ²	3
65	Invändiga dörrar, glaspartier	Ståldörrar	2	m ²	1
65	Invändiga dörrar, glaspartier	Trädörrar	47	m ²	24

Härledning av produkter beskrivs nedan.

- 62 Undergolv

Golvspackel på Hdf-bjälklag. 50 mm enligt bygghedel. Hämtar densitet från Boverkets databas.

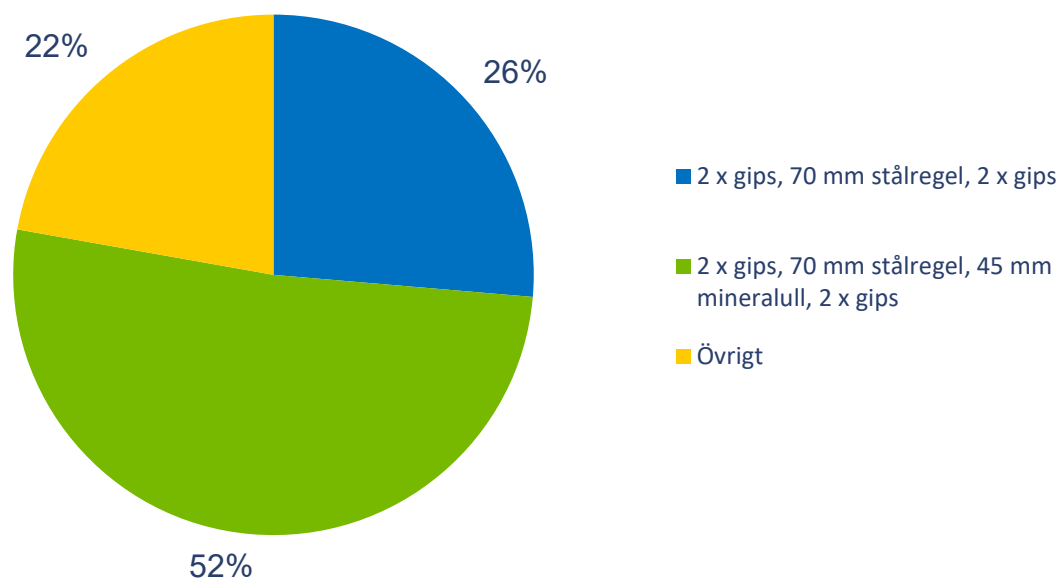
- 63 Innerväggar

Glasväggar och glasdörrar:

Glasväggar och glasdörrar intill mötes- och konferensrum. Mängder hämtas från EPD från Moelven, NEPD-2270-1035-SE. Total vikt per m² vägg anges till 24,67 kg varav laminerat glas står för 24,1 kg och aluminiumprofiler 0,24 kg.

Platsbyggd innervägg:

Husprojekt består ofta av många olika typer av innerväggar för att klara olika kravställningar kopplat till bland annat akustik och brand. Sammanställningen i Figur 31 nedan visar att ca 80% av väggarna består av 4 gipsskivor och 70 mm stålreglar varav 50% av alla väggar även har 45 mm mineralull. Ytterst få av de återstående 20% av väggarna skiljer avsevärt från detta. Den enda stora skillnaden är hyresgästavskiljande väggar som innehåller en stålplåt med tjocklek mellan 1-2 mm. Med hänsyn till detta antas alla täta innerväggar att bestå av 4 gipsskivor, 70 mm stålreglar och 45 mm mineralull.



Figur 31 Uppbyggnad av platsbyggd innervägg från typlan

- 65 Invändiga dörrar, glaspartier

Trapphusparti (glas):

Vid trapphusen installeras glaspartier med aluminiumprofiler. Mängder hämtas från EPD Reyners SlimLine 38 Door, EPD European Aluminium 2016 – Reynaers 2 och kan ses i Tabell 8 nedan.

Tabell 8 Mängder för invändigt aluminiumparti

Material	Mängd	Enhet
Glas (dubbelglas)	14,8	kg/m ²
Aluminiumprofil	9,35	kg/m ²

Stål- och trädörrar:

Vikter hämtas från Boverkets klimatdatabas.

Invändiga Ytskikt Rumskomplettering

Mängder för invändiga ytskikt är hämtad från ekonomisk kalkyl för typplanet. Se mängder i Tabell 9 nedan.

Tabell 9 Mängder för invändiga ytskikt rumskomplettering från typplan

72	Ytskikt golv, trappor	Granitkeramik	35	m ²
72	Ytskikt golv, trappor	Klinker	19	m ²
72	Ytskikt golv, trappor	Textilmatta	1 120	m ²
73	Ytskikt vägg	Kakel i WS	98	m ²
74	Ytskikt tak, undertak	Rockfon Sonar	1 063	m ²
78	Rumskomplettering	Kapprum	2	st
78	Rumskomplettering	WC	4	st
78	Rumskomplettering	RWC	2	st
78	Rumskomplettering	Pentry	2	st

- 72 Ytskikt golv, trappor och 73 Ytskikt vägg

I huvudsak beläggs all yta med textilmatta förutom hissar och toalett. Data för textilmatta saknas i Boverkets databas vid framtagande av rapporten. Efter en översyn av ett flertal EPD:er från olika leverantörer väljs Ege Highline Loop ECT350, EPD-EGE-20200011-CCA1-EN som referensdata med GWP 10,4 kg CO₂e/m² textilmatta (A1-A3).

För kakel och klinker antas plattorna vara ca 10 mm tjocka med densitet 1750 kg/m³.

- 74 Ytskikt tak, undertak

I kontor monteras ofta undertak för att täcka och skydda installationssystem. Systemet antas i huvudsak monteras på ett bärverk av stål. Plattan representeras av produkten Rockfon Sonar. Se mängder i Tabell 10.

Tabell 10 Mängder för 1 m² innertak

Material	Mängd	Enhet
Bärverk i stål	1,1	kg/m ²
Stenull	3,4	kg/m ²

- 78 Rumskomplettering

Rumskomplettering inkluderas inte i klimatberäkningen. För fortsatta studier finns nedan rum i referensbyggnaden, se Tabell 11 nedan.

Tabell 11 Andel av olika rum för rumskomplettering

Rum	Antal [st]
Kapprum	2
WC	4
RWC	2
Pentry	2

Installationer

För att ta fram mängder av installationer anlitas en grupp sakkunniga inom området. Gruppen utgår från en angiven planlösning med rumsfunktioner och installationssystemet från ett typplan, Figur 10.

Ett antal förutsättningar listas för installationssystemets uppbyggnad och förutsättningar redovisas i Tabell 12.

Mängder för planet sammanställs i en resurssammanställning och antaganden görs kring valda produkter. Produkterna beskrivs med vikt och huvudsakliga materielinnehåll. Om systemet inte hänger ihop görs ett antagande som är överdimensionerat. De antaganden som gjorts sammanfattas.

Detta görs för:

- Ventilation, BSAB96, 57 Luftbehandlingssystem (kylbafflar, ventkanaler mm.)
- VS, BSAB96, 50 Sammansatta VVS-system
- Sprinkler, BSAB96, 54 Brandsläckningssystem
- El (endast kabelstegar och armaturer), BSAB96, 60 El- och telesystem

Tabell 12 Förutsättningar för installationssystemet

Värme	Kyla	Ventilation
Fjärrvärme med radiatorer <i>(välj elförsinkade stålrör, kan vara koppar)</i>	Fjärrkyla med kylbafflar <i>(välj koppar, kan vara rostfritt eller plast)</i>	F'TX <i>(välj CAV)</i>

Klimatkalkyl rörinstallationer

Förutsättningar och metod:

Klimatkalkylen baseras på mängdning av ett typplan. Systemen som är installerade är:

- Värmesystem, distribueras med radiatorer under fönstren.
- Kylsystem, torr kyla, distribueras med kylbafflar.
- Tappvattensystem, huvudledningar matar fördelare som i sin tur matar vattenenheterna.
- Spillvattensystem, självfallssystem.

Mängdningen är gjord med vissa förenklingar för att hålla en rimlig detaljnivå. Raka sträckor av rör har räknats enligt ritning. Böjar har medräknats i form av ett påslag på den totala mängden raka rör.

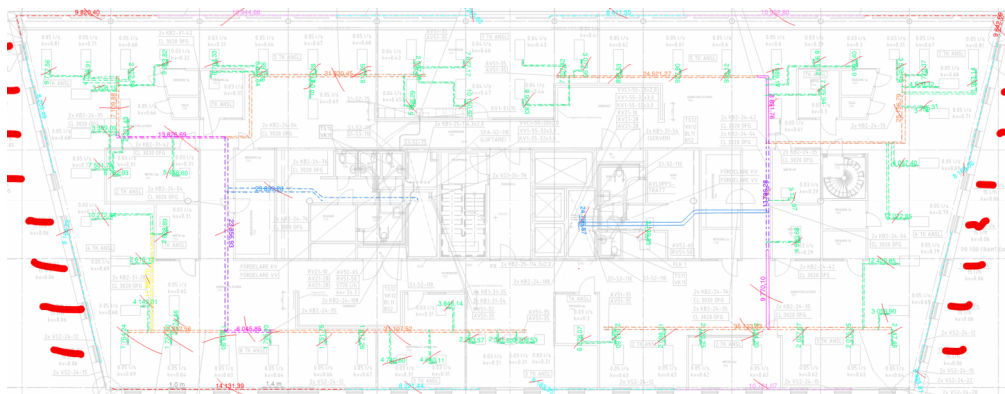
Materialbeteckningarna i ritningen är inte helt konsekventa för kyla, därför har beräkningen gjorts för kylrör av hårda raka kopparrör (tunnast godstjocklek för de dimensioner där det finns flera alternativ). Alla övriga rörmaterial är enligt ritning.

Isolering är inte specificerad på ritning (finns antagligen i teknisk beskrivning), därför har det antagits att kylrören är isolerade med rörsålar av mineralull, isoleringsnivå B. Densitet på isoleringen har antagits 100 kg/m³, då det bara finns ungefärliga uppgifter. Värmerören på plan är räknade oisolerade, då det endast finns rörstammar vid fasad och horisontella rör till radiatorerna.

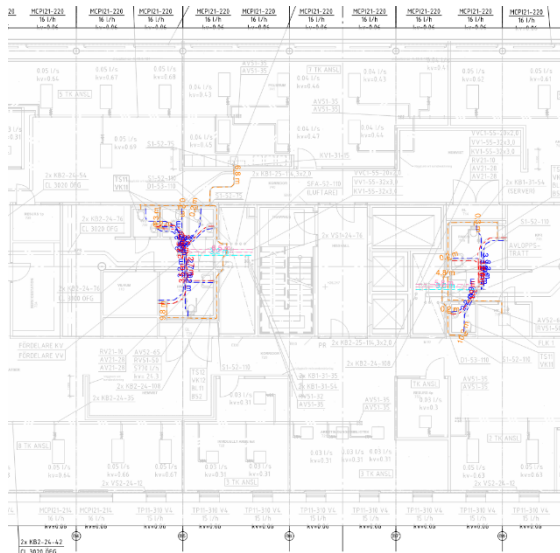
Ingående material är rörledningar, rörisolering och radiatorer. Det kan förekomma material med hög klimatbelastning i begränsad mängd (t ex ventiler) som inte är inräknat.

I materialförteckningen finns ett påslag på 10% som representerar spill och upphängnings-/infästningsdon. Utifrån klimatkalkylen på typplanet bedöms centralutrustning för typplanet tillkomma med 10% (utslaget på många plan).

Se underlag för mängder i Figur 32 och Figur 33.



Figur 32 Skiss 1 för mängdning av rör



Figur 33 Skiss 2 för mängdning av rör

Material är sammanställt i Tabell 13.

Tabell 13 Sammanställning av mängder för rör samt tolkade material

Produkt	Antal	Enhet	Vikt per enhet [kg/enhet]	Vikt [kg]	Del av centralutrustning	Tolkat material
Rörledningar kyla	571	lpm	1,4	825	83	Koppar
Isolering kyla	54	kg	1	54	5	Stenull
Rörledningar värme	267	lpm	0,4	117	12	Stålplåt
Rör S, avloppsrör PP	34	lpm	0,9	30	3	Plast
Rörledningar, tappvatten	20	lpm	0,3	7	1	Stålplåt
Tappvattenrör, del av central utrustning	58	lpm	0,2	12	1	Plast
Radiatorer	56	st	11,5	645	65	Stålplåt
Totalt				1690	169	

Klimatkalkyl ventilation

Klimatkalkylen baseras på mängdning av ett typplan. Systemet som är installerat är ett CAV-system med kylbafflar och central frånluft.

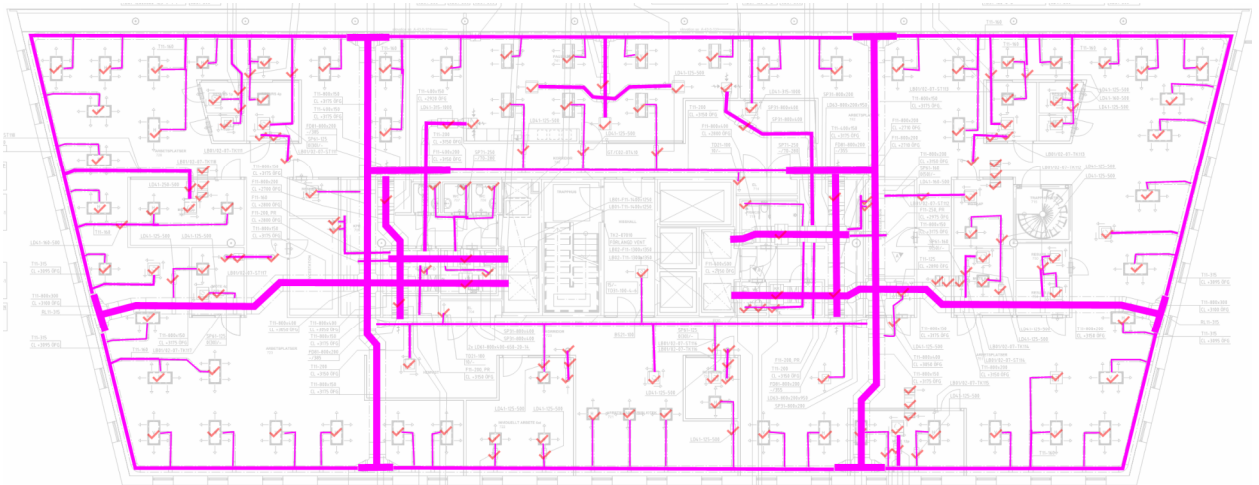
Mängdningen är gjord med vissa förenklingar för att hålla en rimlig detaljnivå. Exempelvis är bara vissa dimensioner på kanaler och produkter upptagna i listan. Exempelvis har ventilationskanaler dimension 160 mängdats som 200. Sakvaror som bedöms ha mindre betydelse har inte mängdats alls, såsom rensluckor, spjäll och enkla överluftsdon. För kanaler är endast längder mängdade.

Tilluften på projektet ser ut att vara utförd utan värmeisolering, men projektet väljer att ta med detta ändå eftersom det är betydligt vanligare än utan. Det kan finnas information om detta i teknisk beskrivning som ej har undersökts.

Ingående material är förtecknade i fallande skala, upp till de 4 största kvantiteterna. Det kan förekomma material med hög klimatbelastning i begränsad mängd som missas med denna förenkling.

I materialförteckningen finns ett påslag på 10% som representerar spill och upphängnings-/infästningsdon. Utifrån klimatkalkylen på typplanet bedöms centralutrustning för typplanet tillkomma med 10% (utslaget på många plan).

Se underlag för mängder i Figur 34.



Figur 34 Skiss för mängdning av ventilation

Kylbafflar står för en relativt stor andel av klimatpåverkan från installationssystem. I denna beräkning gäller antaganden enligt Tabell 14.

Tabell 14 Antagande gällande kylbafflar

Produkt	Leverantör	Specifikation	Antal (m/st)	Vikt (kg) / enhet	Vikt (kg) total	Mtrl 1 (%)	Mtrl 2 (%)	Mtrl 3 (%)	Mtrl 4 (%)
Kylbaffel	Swegon	Parasol 1200x600	47	26,0	1222	Förzinkad stålplåt (59,9%)	Stålplåt (19,4%)	Aluminium (11%)	Koppar (7,3%)
Kylbaffel	Swegon	Parasol 600x600	20	14,4	288	Förzinkad stålplåt (59,9%)	Stålplåt (19,4%)	Aluminium (11%)	Koppar (7,3%)

Material är sammanställt i Tabell 15.

Tabell 15 Sammanställning av mängder för ventilation samt tolkade material

Produkt	Antal	Enhet	Vikt per enhet [kg/enhet]	Vikt [kg]	Del av centralutrustning	Tolkat material
Kylbafflar	67	st	22,5	1510	151	Blandade material
Luftdon	263	st	1	263	26	Stålplåt
Ljuddämpare	50	st	11,6	581	58	Stålplåt
Kanal	645	lpm	4,9	3158	316	Stålplåt
Isolering	22	m ³	28	605	61	Stenull
Totalt				6117	612	

Klimatkalkyl sprinkler

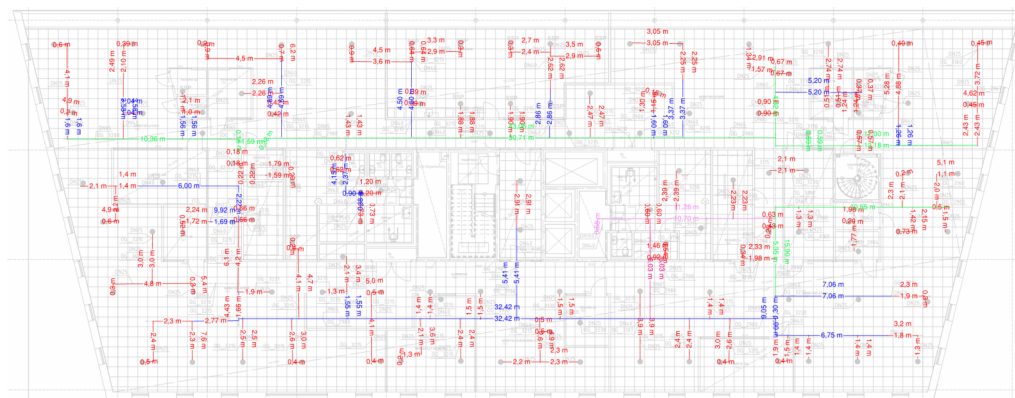
Klimatkalkylen baseras på mängdning av ett typplan. Hela planet är sprinklat, systemet är vanligt våtrörsystem.

Mängdningen är gjord med vissa förenklingar för att hålla en rimlig detaljnivå. Raka sträckor av rör har räknats enligt ritning. Böjar har medräknats i form av ett påslag på den totala mängden raka rör. Kopplingar har antagits behövas var 6:e meter.

Ingående material är rörledningar och kopplingar. Det kan förekomma material med hög klimatbelastning i begränsad mängd (t ex ventiler) som inte är inräknat.

I materialförteckningen finns ett påslag på 10% som representerar spill och upphängnings-/infästningsdon. Utifrån klimatkalkylen på typplanet bedöms centralutrustning för typplanet tillkomma med 10% (utslaget på många plan).

Den gråmarkerade tabellen längre nere visar sammanfattning på allt material och innehåll (inkl alla påslag).



Figur 35 Skiss för mängdning av sprinkler

Material är sammanställt i Tabell 16.

Tabell 16 Sammanställning av mängder för sprinkler samt tolkade material

Produkt	Antal	Enhet	Vikt per enhet [kg/enhet]	Vikt [kg]	Del av centralutrustning	Tolkat material
Stålrör sms	221	lpm	2,9	644	64	Stålplåt
Stålrör lättviktsrör	197	lpm	3,8	749	75	Stålplåt
Kopplingar	33	st		31	3	Stålplåt
Totalt				1425	143	

Klimatkalkyl el

Klimatkalkylen baseras på mängdning av ett typplan. Enbart kabelstegar och belysningsarmaturer är mängdade.

Mängdning av exempelvis kablar och platsutrustning är undantaget men kan antas utgöra en betydande del av klimatpåverkan för elinstallation i kontor. Procentuell uppskattning av ej mängdade komponenter har ej gjorts. Det vore önskvärt att i något kommande projekt och undersökningar efter referensvärden lägga lite mer tid på elinstallationen.

Val av armaturer har förenklats och begränsats till 2 olika typer som får representera all belysning. Dels vanlig infälld allmänbelysning 600x600, dels traditionella downlights.

Ingående material är förtecknade i fallande skala, upp till de 4 största kvantiteterna. Det kan förekomma material med hög klimatbelastning i begränsad mängd som missas med denna förenkling.

Material är sammanställt i Tabell 17.

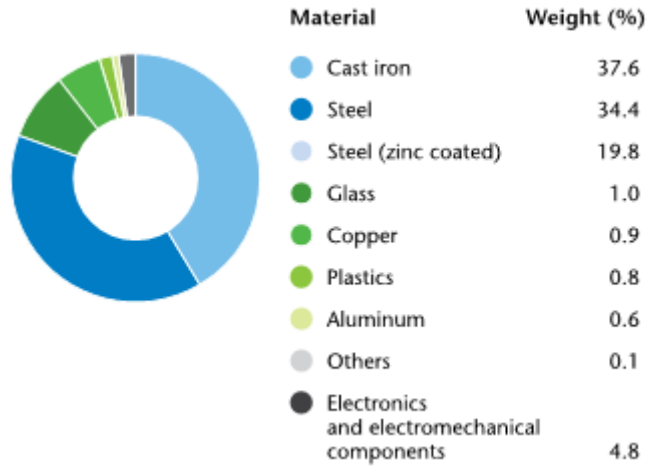
Tabell 17 Sammanställning av mängder för el samt tolkade material

Produkt	Antal	Enhet	Vikt per enhet [kg/enhet]	Vikt [kg]	Del av centralutrustning	Tolkat material
Kanalisation, B=600	160	st	3,6	576	58	Stålplåt
Allmänbelysning	57	st	4,5	257	26	Stålplåt
Belysning downlight	162	st	0,3	49	5	Aluminiumplåt
Totalt				881	88	

Hiss

Mängder för hiss är baserad på en äldre EPD för produkten Kone Monospace 500. Projektet har tre hissar som antas väga 1000 kg per hiss.

Figur 36 nedan visar en uppskattning av olika inbyggda material:



Figur 36 Figur föreställande material i hiss baserat på EPD för produkten Kone Monospace 500

Energiberäkning

Energiberäkning för byggnaden är baserad på den gamla beräkningen för referensprojektet och korrigerad för byte av fasad, nya erfarenhetsvärden och BBR29.

Beräkning utförd 2017-10-25 och uppdaterad 2021-04-07 mha IDA ICE 4.7.1.

Atemp [m²]: 14145

Krav BBR inkl luftflödestillägget, ca 77,4.

Referensbyggnaden är uppförd i Göteborg vilket innebär att Fgeo Göteborg 0,9 har använts i energiberäkningen.

Gällande primärenergifaktorer redovisas i Tabell 18.

Tabell 18 Viktningsfaktorer för energiberäkning

Tabell 9:2b Viktningsfaktorer

Energibärare	Viktningsfaktor (VF _i)
El (VF _{el})	1,8
Fjärrvärme (VF _{fjv})	0,7
Fjärrkyla (VF _{fjk})	0,6

Resultat från energiberäkning kan ses i Tabell 19 nedan.

Tabell 19 Sammanställning av energiberäkning för referensbyggnaden

Energislag	kWh/år	kWh/m ² år	kWh/m ² år, BBR29	Primärenergifaktor
Fastighetsel	212 175	15,0	27,0	1,8
Fjärrvärme	349 557	24,7	19,2	0,7
Fjärrvärme tappvarmvatten	28 290	2,0	1,4	0,7
Fjärrkyla	291 911	20,6	12,4	0,6
Totalt	881 933	62,3	60,0	
<i>Totalt 10% marginal</i>	<i>970 126</i>	<i>68,6</i>	<i>66,0</i>	

Projektet uppnår krav 15% lägre än BBR29-krav med 10% säkerhetsmarginal.

Begränsningar och avgränsningar

Utformningen av kontoret påverkas till stor del av verksamheten vilket medför en stor variation mellan valda material. I huvudsak kan dock stom- och fasadsystem antas vara relativt liknande. Eftersom dessa står för en stor andel av klimatpåverkan anses modellen ge en begränsad spridning i resultat baserat på verksamhet.

Störst skillnader är i entréplan som ofta är mer glasade än den resterande byggnaden och ifall det finns garage och atrium. Installationssystem på entréplan kan antas påverkas en del ifall det exempelvis finns ett storkök.

Byggnaden som projektet har tittat på är 12 våningar hög. Stomsystemet och grunden påverkas till viss del av höjden av byggnaden där pelare och hisschaft kan få grövre dimensioner vid ökad egentygnd och vindlast och grundläggningen kan öka i vikt, dimensioner eller förankringslösningar. Byggnaden antas i dialog med konstruktör, inte få några större förändringar upp till 15 våningar men detta är ej studerat.

I underlaget saknas även ett antal material vilka antas ha en begränsad inverkan på klimatpåverkan och därmed har det inte lagts tid på att mängda dessa material:

- Takplåt (exempelvis hängrännor och dylikt)
- Ståltrappa (utvändigt, och mindre utrymningstrappa invändigt)
- Skruv- och mutter
- Färg
- Tätskikt grund
- Lister och annan komplettering
- Igengjutning av håltagningar
- Rumskomplettering, byggdel 78

Installationer beräknas enligt beskriven avgränsning. För att kompensera för de material som saknas görs ett påslag med 5 kg CO_{2e}/m² BTA.

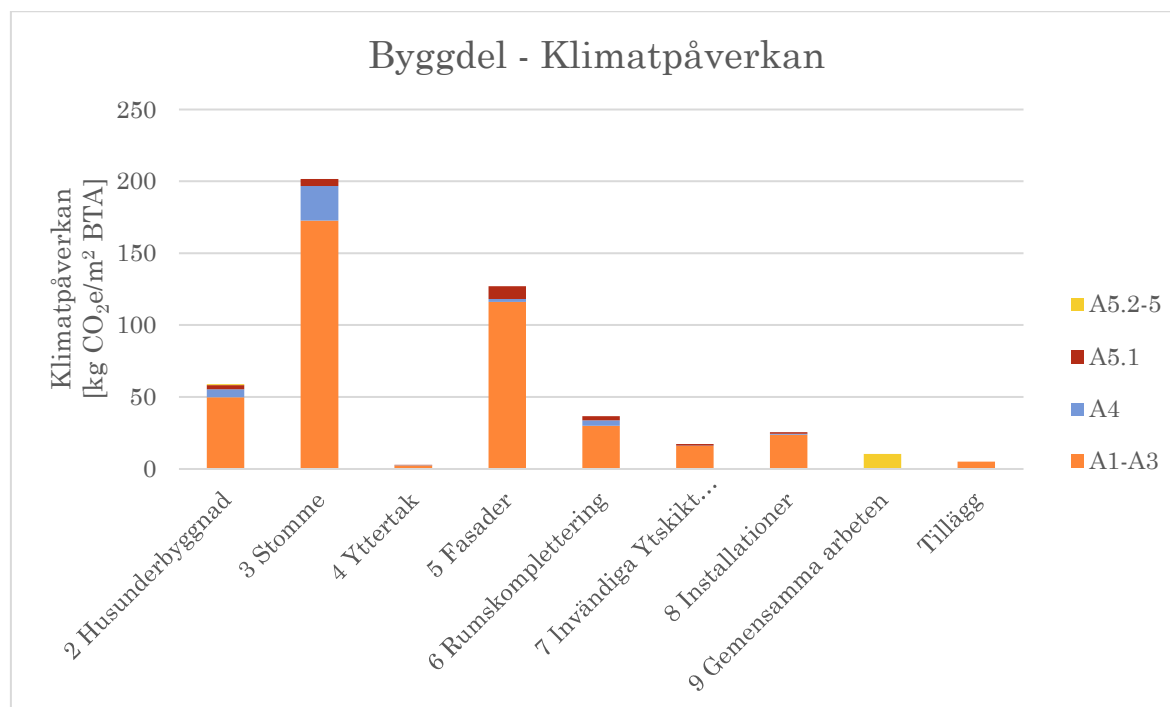
Resultat

Klimatpåverkan beräknas för en 12 våningar hög byggnad enligt ovan geometri med platta på mark och pålning enligt nyckeltal. Alla planen antas ha samma utformning som typplanet Totala BTA för typplanet är 1235 m².

Beräkning är sammanställd i Bilaga 3.

Klimatpåverkan beräknas till A1-A5: 485 kg CO₂e/m² BTA enligt metod. Pålningen står för 38 kg CO₂e/m² BTA.

Klimatpåverkan kan ses uppdelat per byggdel och livcykelskede i Figur 37 och Tabell 20.

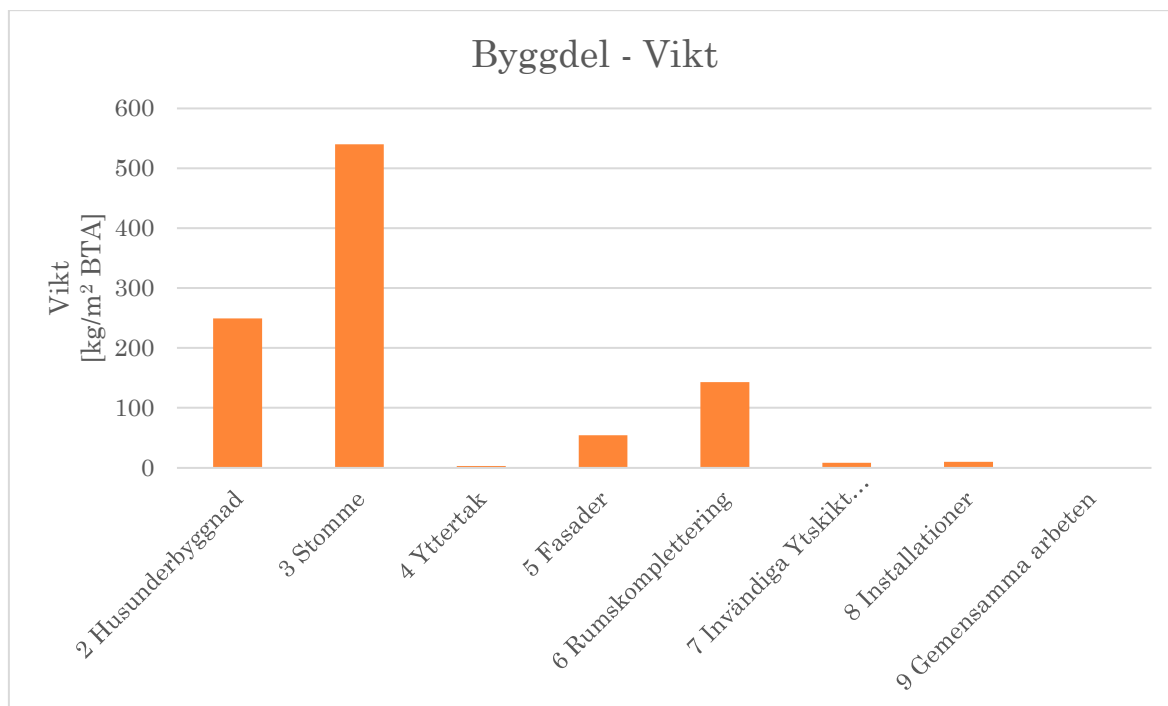


Figur 37 Klimatpåverkan uppdelat per livcykelskede och per byggdel.

Tabell 20 Klimatpåverkan uppdelat per livcykelskede och per byggdel.

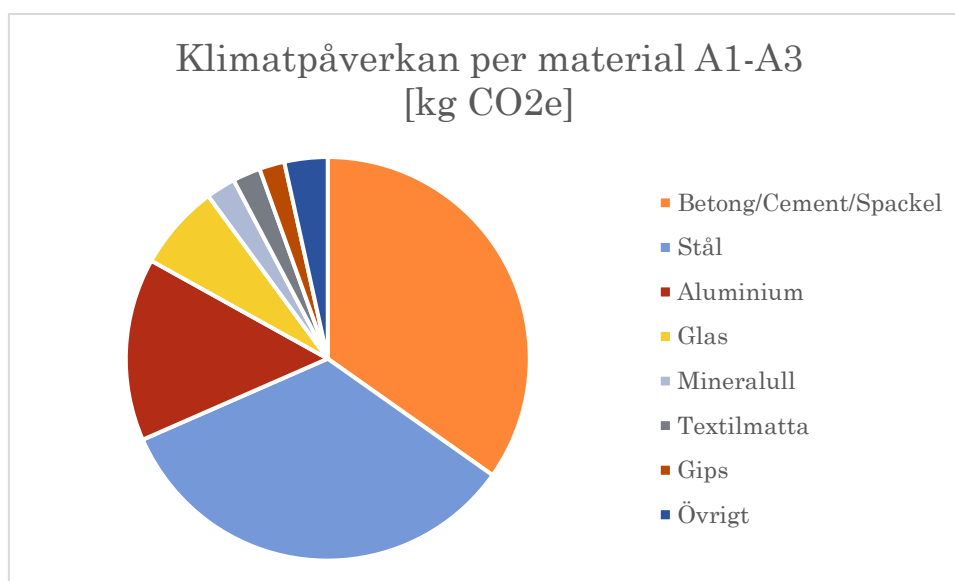
Byggdel	A1-A3	A4	A5.1	A5.2-5
2 Husunderbyggnad	49,8	5,6	2,9	0,6
3 Stomme	172,6	24,1	5,0	
4 Yttertak	2,4	0,1	0,2	
5 Fasader	116,2	1,9	8,8	
6 Rumskomplettering	30,0	3,8	2,9	
7 Invändiga Ytskikt Rumskomplettering	15,9	0,3	1,1	
8 Installationer	23,6	0,7	1,2	
9 Gemensamma arbeten				10,3
Tillägg	5,0			
Totalt	411	36	22	11

Nedan listas även vikt per kvadratmeter BTA i Figur 38.



Figur 38 Vikt per m² BTA uppdelat per byggdel

Klimatpåverkan från inbyggda material, A1-A3, fördelas enligt Figur 39.



Figur 39 Klimatpåverkan per inbyggt material

I slutrapporten för uppdraget att ta fram referensvärden för klimatpåverkan för byggnader (Boverket) kommer det att finnas nya schabloner framtagna för byggdel 7 och 8 (Malmqvist, Borgström, Brismark, & Erlandsson, 2021). Schablonerna för byggdel 7 stämmer väl överens med resultatet i beräkning för referensbyggnaden, medan föreslagen schablon för byggdel 8 ligger högre än vad som räknas fram i detta projekt. Fortsatt utveckling av klimatberäkningar för installationer kommer vara nödvändigt i branschen.

PARAMETERSTUDIE

I projektet har en första studie gjorts av en dynamisk modell där referensbyggnaden och referensvärdet beror av byggnadens specifika förutsättningar. Studien är en mycket enkel geometristudie för att få en känsla av hur klimatpåverkan förändras med geometrin.

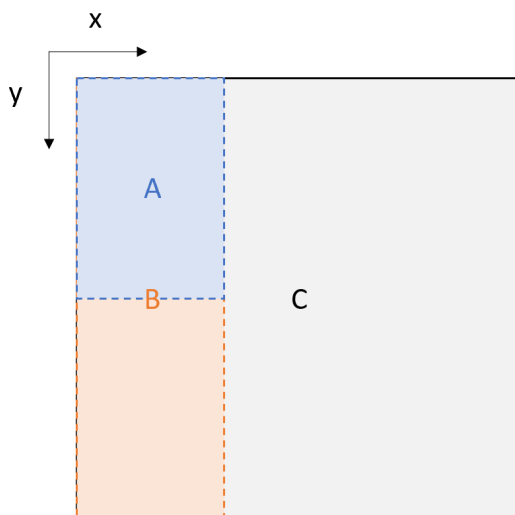
Förstudie

I arbetet med metod för referensbyggnader har en enkel parameterstudie gjorts för byggnader för att identifiera vad som har störst påverkan. Studien tittar enbart på fasad, bjälklag, tak, hisschakt och bottenplatta och hur dessa förändras med byggnadens form. Dessa byggdelar antas vara mest relevanta eftersom övriga byggdelar i huvudsak är en funktion av den byggda. Ingen hänsyn tas till ex förändring av laster.

Hisschakten modelleras mycket schablonartat. För en kvadrat antas en area på 60 m x 60 m behöva två hisschakt. När denna area ökar, ökar behovet med en faktor $A^2/(60 \times 60)$. För ett lamellhus tillkommer ett hisschakt per 30 meter. Ökningen i bägge fall är linjär.

Geometri

I studien studeras tre olika geometrier A, B och C, enligt Figur 40 och Tabell 21. Den geometri som är vald för referensbyggnad kontor motsvarar geometri B, 60 m x 20 m.



Figur 40 Geometri för parameterstudie i plan

Tabell 21 Geometri för parameterstudie

Riktning	A	B	C
x	20	20	60
y	30	60	60
h	3,5	3,5	3,5
Antal schakt	1	2	2

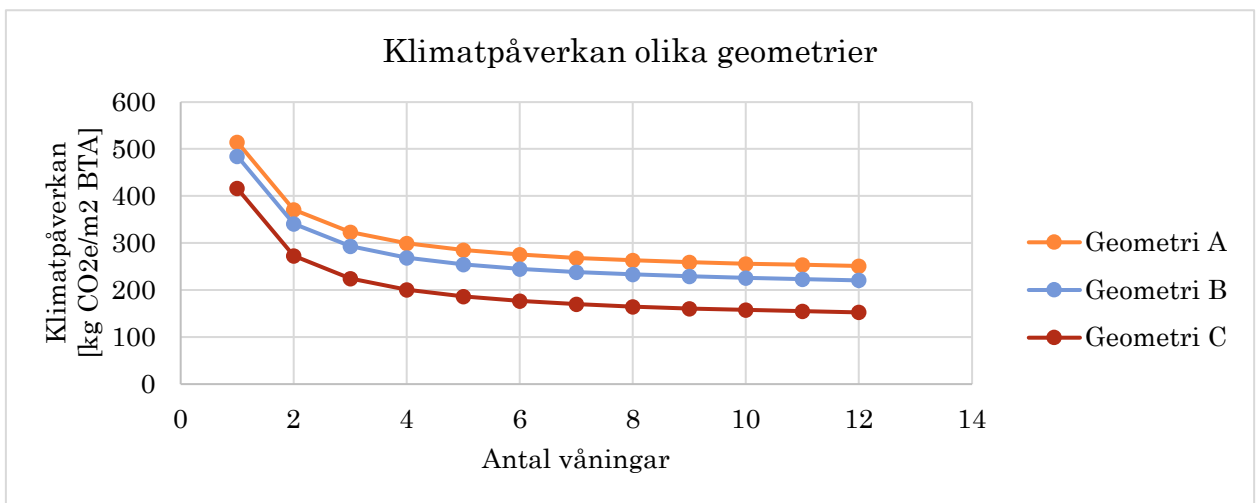
Byggdelar

Byggdelarna i parameterstudien hämtas från kontorsexemplet. Tabell 22 nedan visar klimatpåverkan per area.

Tabell 22 Klimatpåverkan från byggdelar per m²

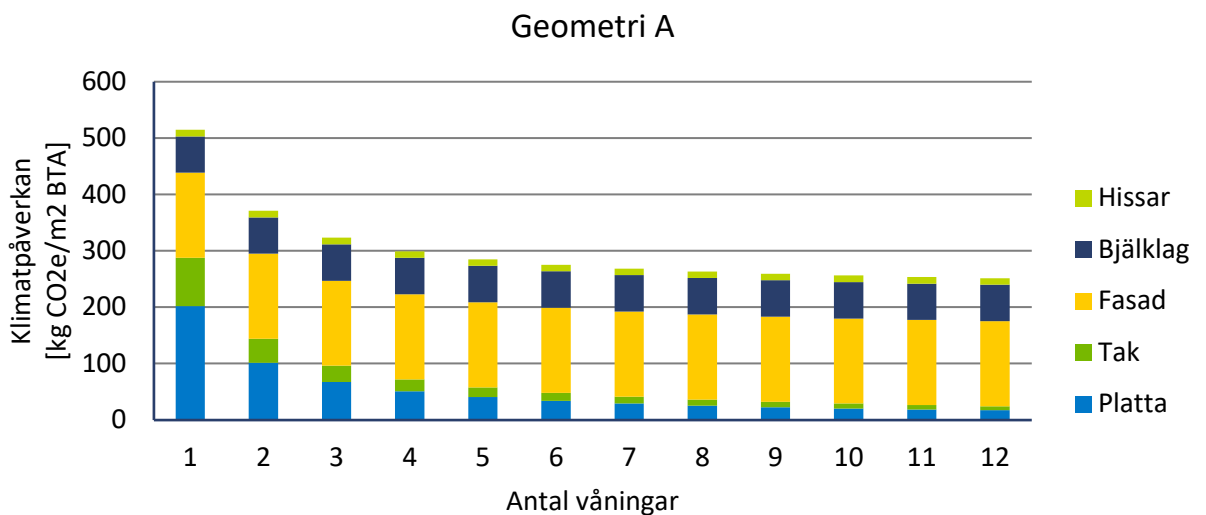
Byggdelar	Klimatpåverkan [kg CO ₂ e/m ²]
Bjälklag: Hdf 320, 50 mm avjämning	65
Yttervägg: Curtain wall	259
Grund: Platta 500 mm betong + 200 EPS	202
Tak: Hdf 320, 300 mm EPS, Sedum	86

Klimatpåverkan från de tre olika geometrierna A, B och C för 1 till 12 våningar kan ses i Figur 41.

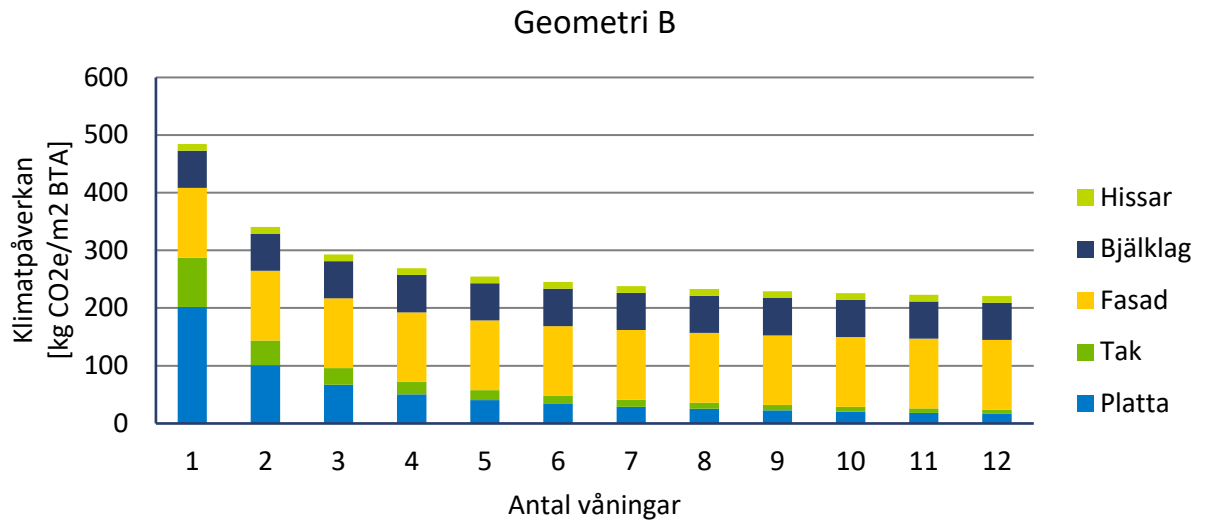


Figur 41 Klimatpåverkan för geometri A, B och C för 1 till 12 våningar

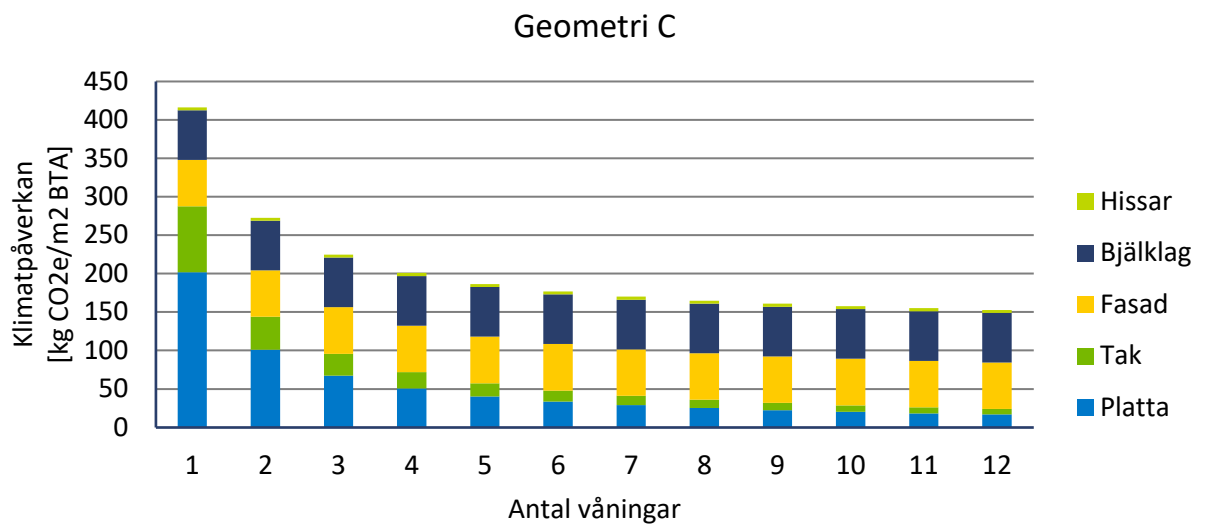
Klimatpåverkan redovisas även per byggdel i Figur 42, Figur 43 och Figur 44.



Figur 42 Klimatpåverkan per byggdel från geometri A

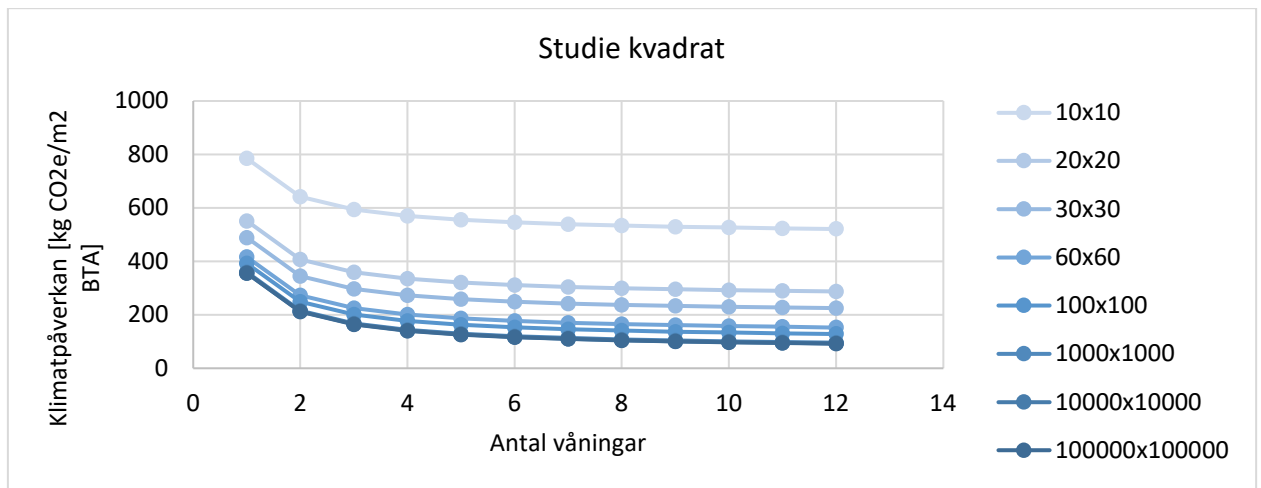


Figur 43 Klimatpåverkan per byggdelen från geometri B



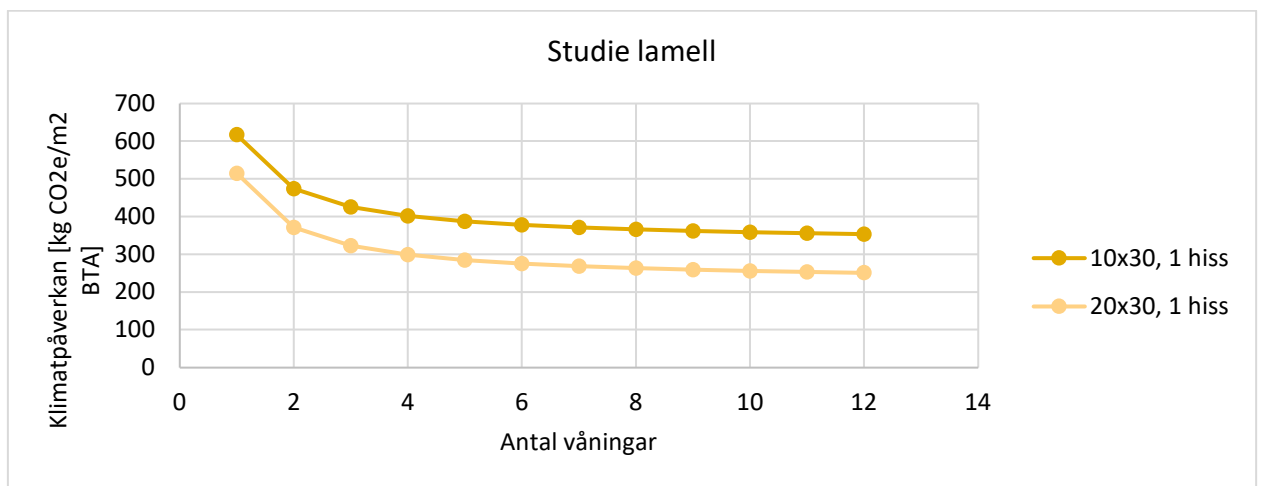
Figur 44 Klimatpåverkan per byggdelen från geometri C

För att identifiera olika gränser varierar även parametrar till mer extrema former. I Figur 45 redovisas klimatpåverkan när bredd och längd varierar från 10 m x 10 m till 100 000 m x 100 000 m.

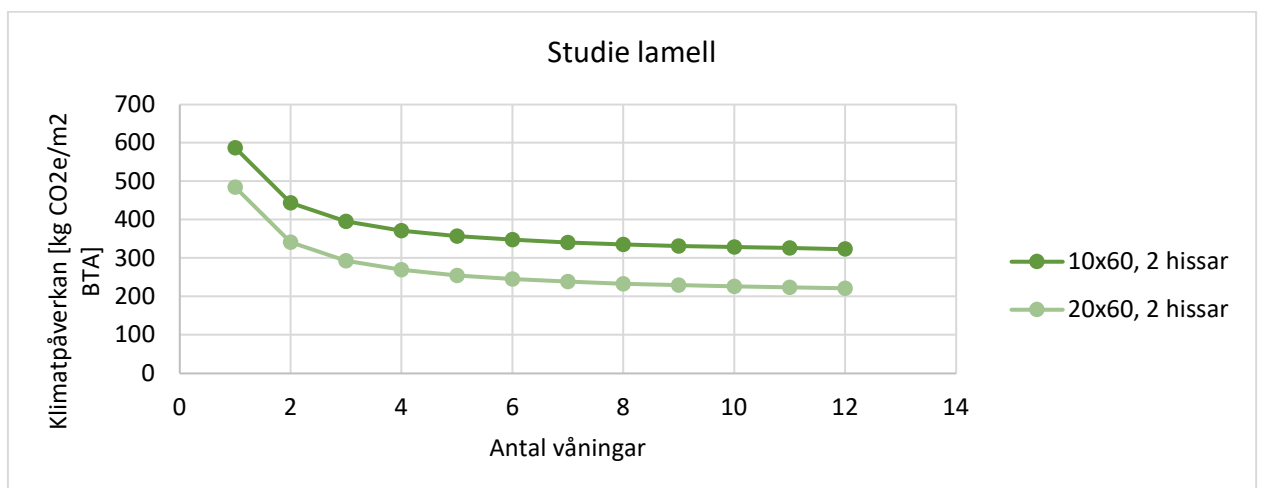


Figur 45 Studie när bredd och längd varierar enligt en kvadrat

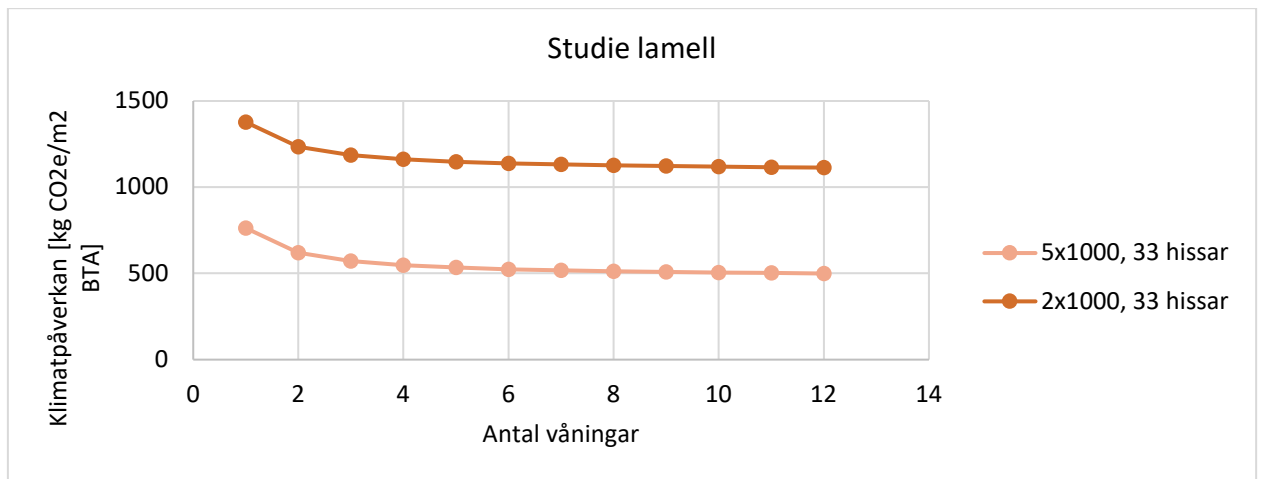
I Figur 46, Figur 47 och Figur 48 varierar bredd och längd i stället enligt en lamellform.



Figur 46 Studie när bredd och längd varierar enligt en lamell 1

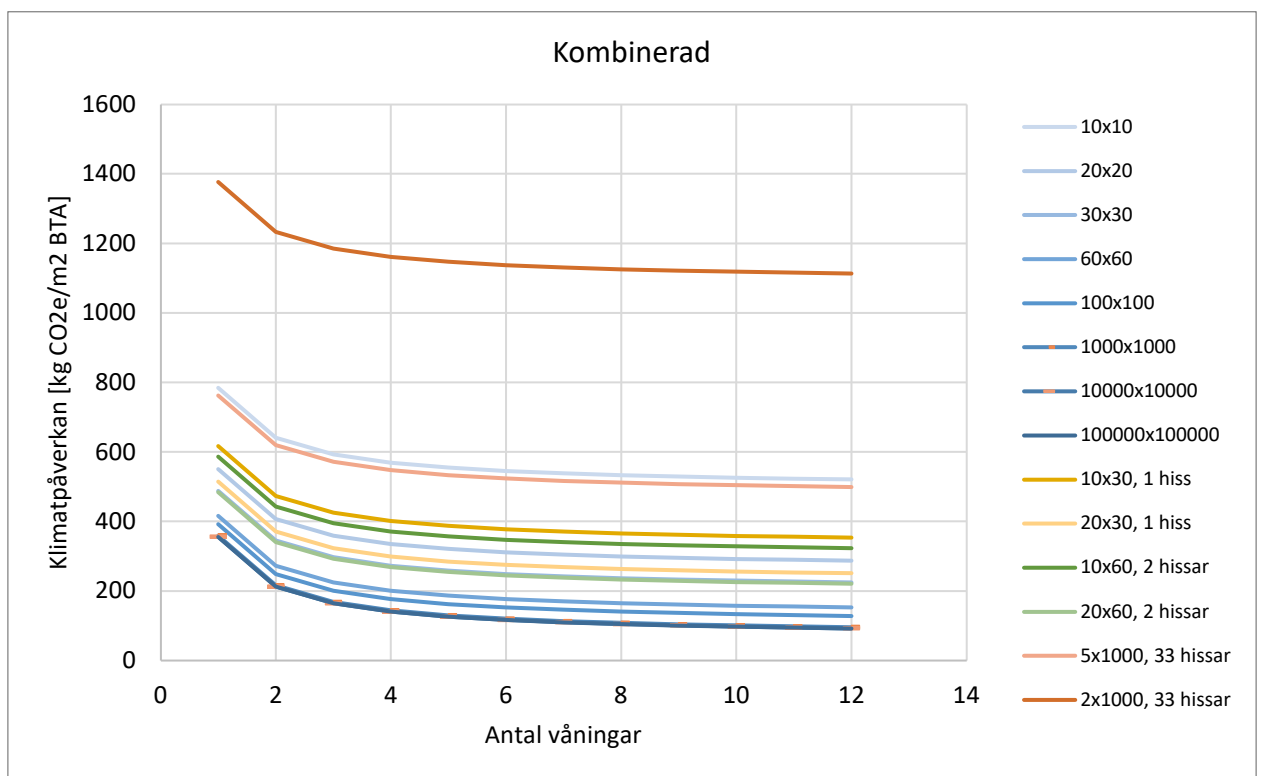


Figur 47 Studie när bredd och längd varierar enligt en lamell 2



Figur 48 Studie när bredd och längd varierar enligt en lamell 3

Samtliga extrema former sammanställs nedan i Figur 49.



Figur 49 Sammanställning av samtliga geometrier från kvadrat och lamell

Tolkning av parametrar

Utifrån parameterstudien har ett antal slutsatser dragits. Dessa listas nedan:

- Ca 20% differens mellan klimatpåverkan från geometri A och geometri C.
- Lamellform ger generellt högre klimatpåverkan på grund av mer fasad per kvadratmeter.
- För en bred och hög box går värdet mot klimatpåverkan från bjälklaget.

- En brytpunkt för klimatpåverkan för en kvadrat verkar ligga omkring 100 m x 100 m. Efter det minskar klimatpåverkan marginellt.
- För en låg och liten box går värdet mot klimatpåverkan mot klimatpåverkan från tak + bjälklag + platta + fasad. Klimatpåverkan styrs till stor del av förhållande mellan fasad och bjälklag.
- Ett högt hus har ca 50% lägre klimatpåverkan än ett lågt hus. Brytpunkten sker omkring 5 våningar. Efter 5 våningar minskar klimatpåverkan betydligt mindre per våning.
- Ingen variation är gjort på byggdelarnas klimatpåverkan vilket skulle kunna förändra relationerna.

Denna enkla analys återkommer i diskussion.

DISKUSSION

- Arbetsmetod:

I inledningen av projektet utredes olika metoder för att ta fram en referensbyggnad med syfte att kunna utföra transparanta livscykelanalyser, i första hand för klimatberäkningar i byggskedet. Som beskrivs i metodkapitlet finns flera olika sätt att ta fram gränsvärden vilka i rapporten benämns interna och externa gränsvärden. I Boverksuppdraget utreds externa gränsvärden via en statistisk analys av en stor mängd projekt och beskriver därmed ett medelvärde av byggnader med olika utformning och funktioner såsom energi- och ljudklass. För att bredda arbetet har detta projekt istället fokuserat på interna gränsvärden genom att skapa en realistisk modell av en byggnad. Med andra ord en referensbyggnad som mer eller mindre baseras på vissa egenskaper från det aktuella objektet/byggnaden. En viktig del i arbetet har även varit att försöka förenkla denna process till så stor del som möjligt med bibehållen robusthet. En annan viktig del har varit att all data i rapporten ska vara transparent för att olika aktörer senare ska kunna använda underlaget för att ta fram egna referensbyggnader.

Projektet var initialt uppdelat i två delar där första delens syfte var att identifiera olika metoder för att ta fram en referensbyggnad och andra delen att samla in data och presentera ett praktiskt exempel på ett kontor. Att driva ett projekt som startat upp samtidigt som flera stora branschprojekt med liknande syfte samtidigt som projektets slutresultat till viss del var ovisst vid projektstarten har varit en stor fördel i detta projekt och ställt höga krav på samverkan. Flera deltagare i projektets styr- och arbetsgrupp har arbetat i flera av Boverkets uppdrag och detta har möjliggjort att projekten har kunnat dela information.

Den metod som har använts i projektet har byggt på att först samla data och skapa samsyn kring vilka system- och materialval som är praxis i Sverige idag. Sedan ta fram ett exempel för kontor baserat på denna data. I projektet utfördes intervjuer av sakkunniga inom Skanska, NCC, PEAB och JM. Samtidigt fick projektet ta del av den statistiska marknadsanalys som gjorts inom Boverkets uppdrag. På detta sätt har projektet kunnat ta del av en kvantitativ och en kvalitativ studie. Projektgruppen gick sedan igenom detta underlag, genomförde kompletterande intervjuer av bland annat konstruktör, energisakkunnig, installationsledare, stom- och fasadinköpare, kalkylator m.fl. för att kunna skapa en representativ matris som beskriver systemval och byggdelar för byggnader med olika användning.

- Val av byggsystem:

Ett av de resultat som bedöms viktigast är matrisen över olika byggsystem. Val av byggsystem, framför allt stomme, fasad och energisystem, har mycket stor effekt på utsläppen av växthusgaser. Marknadsanalysen gav goda indikationer på viktiga huvudmaterial, exempelvis att småhus till mycket stor utsträckning utförs med trästomme och flerbostadshus med betongstomme. För flera hustyper gick det även att avgöra fasadmaterial och geometri som exempelvis våningshöjd och om det är vanligast med lamell eller punkthus. För att kunna göra mer precisa val gav intervjustudien ett bra underlag och kompletterades sedan med ytterligare intervjuer med sakkunniga. Efter dessa studier fanns fortfarande flera val som varken marknadsanalys eller intervjuer kunde avgöra entydigt. Val av energi var relativt samstämmigt där många byggnader i Sverige idag utförs med fjärrvärme om denna lösning är tillgänglig. För stomsystem i kontor, småhus och lager fanns också god samstämmighet även om läge har stor effekt på utformning av kontor. Skola och förskola hade ett par olika alternativ och den största variationen fanns för flerbostadshus. Där flera olika alternativ har funnits har ett subjektivt val gjorts. Det kommer att vara fortsatt viktigt att diskutera dessa men det är fortfarande viktigt att det idag finns en komplett, rimlig, matris.

Under projektets referensgruppsmöten har frågor uppkommit gällande det faktum att byggsystemen valts baserat på intervjuer av några av landets största byggföretag och inte mindre aktörer. Detta bedöms som en begränsning i underlaget. Dock har projektet gjort antagandet att skillnader i byggsystem i huvudsak påverkas av lokala förhållanden och tradition snarare än storleken på företaget. Faktum som att entreprenörer ofta bygger på ritningar från en byggherre och konkurrerar på lokala marknader antas också minska risken för skillnader mellan mindre och större aktörer. Marknadsanalysen som också ligger till grund för val av byggsystem är oberoende av storlek på aktörer.

- Val av byggdelar:

Vidare gällande byggdelar som exempelvis att kontorsbjälklaget är ett 320 mm tjockt håldäck, har dessa utformats i samråd med konstruktör och kategoriinköpare för att få en rimlig utformning. Exakt utformning kan variera mellan leverantörer, tekniska specifikationer från olika företag eller annat. Dock är system valda utifrån ett rimligt, ofta något konservativt, utförande.

- Förenklingar – installationer, A5:

En av de viktigaste slutsatserna från SBUF-rapporten ”Referensbyggnader för konsekvensanalyser - en förstudie” var att börja enkelt. För att kunna utveckla referensbyggnader tillsammans i branschen på en rimlig tid behövs i dagsläget förenklade metoder. Med hänsyn till detta har projektet försökt att göra lämpliga avgränsningar med syfte att fortsatt skapa stor nytta i klimatarbetet. Samtidigt är detta en stor utmaning då för omfattande förenklingar kan leda till felaktiga analyser och låg trovärdighet. Tre områden som projektet anser kräver förenklingar är:

- klimatpåverkan från installationer,
- klimatpåverkan från byggarbetsplatsen (A5),
- material och arbeten som står för liten andel av klimatpåverkan eller är svåra att få fram information om.

Gällande klimatpåverkan från installationer har projektet tagit hjälp av mycket erfarna och sakkunniga installationssamordnare för att ta fram mängder. De har gjort ett grundligt arbete och beskrivit sina förenklingar. I dagsläget exkluderas ofta installationer från klimatberäkningar, bland annat på grund av svårigheter att göra klimatberäkningar, trots att de står för en betydande andel av byggnadens klimatpåverkan. För att öka mängden klimatberäkningar av installationssystem kan en förenklad metod utvecklas. De antaganden som installationssamordnarna har gjort och resultatet från beräkningen kan användas som underlag för ett nytt projekt för att utveckla en lämplig metod för att klimatberäkna installationer. Exempelvis identifieras de material som ger högst klimatpåverkan inom ett antal kategorier. Bristen på miljö/klimatdata för installationer påverkar också kvalitén på klimatberäkningarna. Det krävs en lämplig avgränsning av beräkningen som är tydlig för projekten och som möjliggör ett seriöst arbete där alla gör så lika som möjligt. Fortsatt utveckling av klimatberäkningar för installationer kommer vara nödvändigt i branschen.

Förtydligande och avgränsningar för klimatpåverkan från byggarbetsplatsen A5 gjorts gemensamt i projektet. I många av frågeställningarna, både inom och i angränsande projekt, lyfts otydligheter kring hur detta skede ska hanteras och vilka material och vilken energianvändning som ska beräknas och mätas. Projektet har kunnat dela med sig information och erfarenheter kring klimatpåverkan från byggarbetsplatsen och vad som är svårt respektive enkelt att följa upp. Uppdaterade schabloner har kunnat tas fram och presenteras i detalj i slutrapporten för Boverksuppdraget (Malmqvist, Borgström, Brismark, & Erlandsson, 2021). Metoden är ett mycket bra exempel på ett strukturerat arbete för att ta fram avgränsningar i klimatberäkningar som förenklar beräkningsarbete med bibehållen kvalitet och klimatnytta.

Den sista erfarenheten kopplat till förenklingar gäller avgränsningar i byggdelar och den så kallade skruv- och mutternivån. I beräkningen som presenteras visas tydligt hur klimatpåverkan är beräknad och vad som ingår. I detta arbete finns inte skruv- och mutternivå som exempelvis samt ett flertal identifierade dataluckor som exempelvis takplåt, brandisolering, tätskikt i grund mm. Vid användning av referensbyggnaden kan man komplettera för dessa dataluckor och exempelvis använda schabloner. Det viktiga är att det är transparent så att man för att säkerställa att man kan använda klimatberäkningar på ett likartat sätt. Underlaget som ingår i detta projekt är enkla material att ta fram som ger en stor andel av klimatpåverkan från inbyggt material.

- Anvisningar och handbok:

I ansökan till detta SBUF-projekt beskrevs ett flertal kritiska faktorer som påverkar resultat av en klimatberäkning. Flera exempel var kopplade till de avgränsningar och förenklingar som beskrivits i tidigare stycke. Sedan denna projektansökan har två viktiga initiativ utvecklats i Sverige som ger vägledning kring bland annat avgränsningar och förenklingar. Dessa initiativ är de ”anvisningar för LCA-beräkning av byggprojekt” som är samlade hos IVL Svenska Miljöinstitutet och ”handboken om klimatdeklarationer” som Boverket kommer att publicera. Dessa plattformar anses som viktiga för att förenkla och förtydliga arbetet med klimatkalkyler och livscykelanalyser samtidigt som en god kvalitet upprätthålls. Det finns ett fortsatt behov att förbättra och utveckla de gemensamma anvisningarna i takt med att branschen mognar och kunskapen ökar.

- Kommentar kring användning– praktiskt fall:

En annan viktig fråga som diskuterats i projektet är den praktiska användningen av referensbyggnader. I rapporten beskrivs bland annat certifieringssystem som LEED och NollCO₂ men även i kommunikation när projekt vill berätta att de har gjort klimatförbättringar jämfört med något eller företag som vill sätta interna klimatmål om reduktion. Exempelvis är de flesta nationella och internationella mål som IPPC:s 1,5-gradersmål beskrivna med kurvor som visar vilken takt mänskligheten måste minska utsläppen av växthusgaser baserat på olika scenarion. Ett praktiskt exempel för hur resultatet från detta projekt kan användas är NollCO₂:s baselinemodell. SGBC har utvecklat en metod för hur systemet ska generera en baseline (utgångsläge) samt gränsvärden. Den matris med olika byggdelar som finns i rapporten kan ge stöd och vägledning för vilka byggsystem som skulle kunna användas för att generera ett representativt gränsvärde. Underlag kan i sin helhet eller i delar användas för att ta fram alla typer av baseline/ referensbyggnader

- Metod för att ta fram referensbyggnader:

Den metod som utvecklats i projektet för att ta fram en referensbyggnad är en mycket förenklad metod med syfte att generera referenser med hög transparens, god täckningsgrad och på relativt kort tid. Metoden bygger på att först välja byggnadens funktion som exempelvis ett kontor. Därefter hämtas en typgeometri för ett kontor med en lämplig planlösning. Ett kontor har exempelvis mötesrum och stora öppna ytor för kontorsplatser medan ett flerbostadshus med studentlägenheter har många små lägenheter med höga ljudkrav mot intilliggande grannar. När en geometri finns som bland annat beskriver antalet ytterväggar, rum och bottenplattans storlek väljs systemlösningar för stomme, fasad och energi. Efter detta kan mängder plockas ut, material definieras enligt ett rimligt utförande för funktionen som att kontor ofta beläggs med textilmattor och byggnaden kan klimatberäknas. För att förenkla arbetet föreslår projektet att starta med typplan på redan utförda byggnader. Typplanen kan beräknas snabbt och ifall byggnaderna redan är utförda finns antaganden om inbyggda material och installationssystem. När typplanet är definierat och klimatberäknat kan skalfaktorer tas fram. Dessa har endast studerats ytligt i detta projekt. Metoden har flera inbyggda begränsningar som att i verkligheten är alla byggnader unika och alla våningsplan unika men bedöms ge en relativt god precision och framför allt hög transparens. Denna

transparens möjliggör en saklig argumentation som att ”referensbyggnaden är inte relevant i detta fall därför att...”.

Flera kända modeller för parameterstudier bygger antingen på att byggnader betraktas som lådor vilka kan växa åt olika håll eller att nyckeltal skalas mot olika areor exempelvis att en byggnad innehåller 0,5 m³ betong per m² bottenplatta eller att installationssystem släpper ut 40 kg CO_{2e}/m² BTA. Oavsett vald metod kan matriserna i projektet användas.

I arbetet har en annan förenkling av referensbyggnader diskuterats som kan utvecklas vidare. Eftersom stomme och fasad står före en stor andel av klimatpåverkan från A1-A5, skulle referensbyggnader kunna baseras på olika systemval istället för byggnadens användningsområde. Denna tes behöver utredas vidare men ifall denna gruppering går att göra medför det betydligt färre olika byggnader som behöver beräknas. Ett förslag presenteras i Tabell 23 nedan. Baserat på slutsatser i denna rapport kan skola och kontor antas utföras med ett snarligt stomsystem men med stor variation i fasadsystemet. Förslagsvis utvecklas i så fall en beräkningsmodell för pelar-balk system och sedan antas olika fasadsystem för de bägge byggnadstyperna vilket skulle medför att de fick olika referensvärden för klimatpåverkan men att samma beräkningsmodell går att använda.

Tabell 23 Möjlig modell för att skapa referensvärden baserat på stomsystem

Modell	Studerade byggnader	Andra möjliga byggnader
Stomme med pelar-balksystem	Kontor, Skola, Förskola	
Stomme med bärande innerväggar	Flerbostadshus, Äldreboende	Hotell, Sjukhus
Småhus	Småhus	
Lagerstomme	Lager	Affärslokal, Logistikhall

- Garage, mark med mera:

För att kunna ta fram en fullständig referensbyggnad visar kontorsexemplet på hur grovt antagandet är för grund och grundläggning. Hela byggnadens utformning beror ofta på markförutsättningar men effekten på övriga delar kan antas begränsad. Däremot kan klimatpåverkan från grund och grundläggning variera betydande. Ett uppenbart faktum om vi jämför mängden betong och stål för ett kontor med behov av både garage och pålning med en enkel bottenplatta till en villa. Effekten av markförhållanden behöver utredas vidare. En annan metod är att exkludera grund, och grundläggning från referensbyggnaden av just denna anledning vilket är ett annat rimligt sätt att hantera problematiken. Samtidigt som marken vi bygger på eller kraven på garage också är aktiva val som påverkar utsläppen av växthusgaser för att uppföra en byggnad.

- Parameterstudie:

Parameterstudien som är utförd i projektet är en mycket enkel studie som kan utvecklas betydligt. I modellen antas att en relativt stor andel av materialet i en byggnad, exempelvis installationssystem, yttskikt, innerväggarnas yta, dörrar med mera, beror av byggnadens yta. Därför modelleras endast de stora byggdelar som inte beror av ytan utan av byggnadens övriga geometri som fasad, tak, grund och antal hissachakt. Även bjälklaget är med i modellen och representerar klimatpåverkan per ytenhet. Studien förenklar också många faktorer som exempelvis att mindre byggnader kräver mindre grundläggning osv. Studien visar dock tydligt på geometrins inverkan på en byggnads klimatpåverkan och referensbyggnadens form behöver väljas med omsorg.

- Fortsättning:

Precis som lyfts i rapporten ”Referensbyggnader för konsekvensanalyser - en förstudie” är förvaltningen en mycket viktig fråga för att referensbyggnaderna ska vara relevanta. När exempelvis ett certifieringssystem eller programverktyg utvecklar referensbyggnader finns inbyggt incitament för att förvalta och utveckla detta. Projektet har inte identifierat en fungerande affärsmodell för att förvalta referensbyggnader utanför programvaror och certifieringssystem. Istället visar projektet vad som krävs av en transparent metod för att ta fram en parameterstyrd referensbyggnad. Lagen om klimatdeklaration och möjligt införande av gränsvärden för klimatpåverkan från byggnader bedöms ge ökade incitament för en branschgemensam plattform. Diskussionen om förvaltning kommer att fortsätta efter projektet.

Projektet har beskrivit en arbetsmetod för att ta fram fler referensbyggnader för olika typer av byggnader. En möjlig fortsättning på projektet är att arbeta vidare med de föreslagna referensprojekten och göra samma beräkning som för kontoret. En annan rimlig förenkling är att fokusera på att beskriva ett fåtal olika system som många olika typer av byggnader användas på.

Liksom slutsatsen från tidigare arbete (Berggren & Olofsson, 2017) konstateras att det finns en stor potential att en eller flera fördefinierade referensbyggnader tas fram och förvaltas av en organisation. Detta skulle minska kostnader användningen eftersom flera aktörer, offentliga, privata och inom forskning, använder referensbyggnader i olika syften.

SLUTSATSER

- Intervjustudie:

Ett av de viktigaste resultaten från rapporten är den intervjustudie som utförts där Skanska, JM, NCC och PEAB har beskrivit det vanligaste utförandet av olika byggnadsfunktioner och vad som påverkar utformningen.

- Olika byggsystem – vad är vanligast och hur har vi kommit fram till det:

Denna intervju har sedan kombinerats med en marknadsanalys och kompletterande intervjuer av sakkunniga för att ta fram en matris som beskriver valda system och uppbyggnad av byggdelar för kontor, flerbostadshus, småhus, lager, skola och förskola.

- Förslag på metod:

En metod för att definiera ett referenshus har utvecklats vilket bygger på att en planlösning för ett typplan har hämtats från ett verkligt projekt. Därefter har de valda stom-, fasad- och energisystemen applicerats på typplanet. Förslag på referensbyggnader (endast kontor är helt igenomräknat):

Denna metod har testats för ett kontorshus. Det viktigaste är att samtliga mängder är härledda och beskrivna i rapporten för att enkelt kunna byta miljödata. Viktigt att poängtera att syftet med detta projekt inte är att göra en fullständig livscykelanalys.

- Beskrivning av kritiska faktorer. Många hanteras av Boverket och IVL:

För att kunna göra denna typ av klimatberäkning krävs att ”reglerna” för beräkningen är tydliga. Inför detta projekt startades saknades forum för att definiera dessa. Sedan projektstart pågår två viktiga arbeten som kommer att förenkla beräkningarna i ”anvisningar för LCA-beräkning av byggprojekt” som är samlade hos IVL Svenska Miljöinstitutet och ”handboken om klimatdeklarationer” som Boverket kommer att publicera. Kritiska faktorer kommer att behöva fortsätta utredas och utvecklas kontinuerligt.

- Bidrag till vad som ska ingå i A5 (utöver spill):

Flera av de otydligheter som finns kopplat till beräkningar gäller byggarbetsplatsen. Här har projektet bidragit med underlag till Boverkets projekt att ta fram referensvärden. Detta arbete är ett tydligt exempel på förenklingar som bidrar till ökad tydlighet i det praktiska arbetet där vi vill beräkna och mäta lagom mycket, lägga tid på rätt saker och minimera otydligheterna.

- Installationer:

I projektet har installationsledare bidragit med mängder. I rapporten finns beskrivning av de förenklingar som gjorts för att ta fram mängder. Detta skulle kunna användas som underlag för att definiera avgränsningar på samma sätt som för A5 för att minska otydligheten och administrationen och öka antalet klimatberäkningar av installationer. Även bristen på miljö/klimatdata för installationer bidrar till osäkerheter i klimatberäkningarna.

- Parameterstudie:

En viktig del i arbetet med referensbyggnader är hur de kan skalas baserat på projektens förutsättningar, exempelvis kopplat till projektets m² BTA. En enkel studie har gjorts kring vad som händer med olika antal våningar och olika bredd och höjd. Geometrin har stor effekt på

klimatpåverkan. Denna studie behöver utvecklas vidare. Det finns olika typer av modeller där projektet har skalat typgeometrin med antal våningar. Detta påminner om de modeller som räknar om bruttoarea till en låda och uppfattas som en bra modell för dynamiska interna gränsvärden.

- Angränsande projekt/initiativ:

Detta SBUF-projekt har genomförts samtidigt som flera andra initiativ. Exempelvis Boverkets arbete med att ta fram referensvärden. Tidigt i projektet togs en inriktning att samverka med detta arbete. Flera viktiga resultat från detta SBUF-projekt beskrivs ovan där förutsättningar är framtagna för att utveckla gränsvärden baserat på olika modeller, vilket görs på flera håll i branschen.

- Fortsättning:

I detta projekt finns underlag för att göra en likartad studie för övriga byggnadstyper. Arbete är även påbörjat med en metod för förenklade antaganden kring installationer. Ett nästa steg skulle kunna vara att utveckla dessa två delar. Dock bör metoden diskuteras och finjusteras. I och med att kontorsmängderna är transparent presenterade kan de enkelt kompletteras ifall metoden behöver ändras. Nästa steg bör göras i samverkan med övriga initiativ som arbetar med referensbyggnader.

Frågor kring förvaltning kvarstår som lyftes i rapporten "Referensbyggnader för konsekvensanalyser - en förstudie". Det är enklare för exempelvis certifieringssystem eller programvaror att utveckla förvaltning men incitamenten för branschgemensam ansats antas öka i samband med klimatdeklarationen.

- Skapa forum:

Ytterligare ett syfte i projektet var att skapa ett forum i branschen. Inom projektet har tre referensgruppsmöten arrangerats för diskussion. Genom samverkan med övriga initiativ gällande referensbyggnader upplevs dialogen om referensbyggnader vara god och det finns ett stort behov att fortsätta den. Samverkan och dialog är också mycket viktigt när det gäller formuleringar av klimatkrav i upphandlingar. Krav kan exempelvis innebära relativa förbättringar i jämförelser med "business as usual".

LITTERATURFÖRTECKNING

- Almersved, S., & Eriksson, T. (2020). *En jämförelse mellan tegel- och sedumtak utifrån ett miljö- och kostnadsperspektiv*. Jönköping: Jönköpings Universitet.
- Baumann, H., & Tillman, A. (2004). *The Hitch Hikers's Guide to LCA. Studentlitteratur*. Lund: Studentlitteratur.
- Berggren, B., & Olofsson, T. (2017). *Referenshus för konsekvensanalyser*. Stockholm: SBUF.
- Boverket. (den 12 09 2021). *Klimatdeklaration av byggnader*. Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/klimatdeklaration/>
- Byggföretagen. (2020). *Vägledning Hållbar upphandling i bygg- och anläggningssektorn*. Stockholm: Byggföretagen.
- Fuglseth, M., Haanes, H., Dahlstrøm Andvik, O., Nordby, A. S., Brekke-Rotwitt, P., & Våtevik, S. (2020). *Klimavennlige byggematerialer potensial for utslippskutt og barrierer mot bruk*. Enova SF.
- IVL Svenska Miljöinstitutet. (2020). *Vägledning Klimatkrav vid upphandling av byggprojekt*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.
- IVL Svenska Miljöinstitutet. (den 12 09 2021). *Anvisningar för LCA-beräkning av byggprojekt*. Hämtat från <https://www.ivl.se/projektwebbar/klimatkrav-till-rimlig-kostnad/anvisningar-lca-berakning-byggprojekt.html>
- Liljenström, C., Malmqvist, T., Erlandsson, M., Fredén, J., Adolfsson, I., Larsson, G., & Brogren, M. (2015). *Byggandets klimatpåverkan - Livscykelberäkning av klimatpåverkan och energianvändning för ett*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.
- Malmqvist, T., Borgström, S., Brismark, J., & Erlandsson, M. (2021). *Referensvärden för klimatpåverkan vid uppförande av nya byggnader*. Stockholm: Rapport TRITA-ABE-RPT-2120. ISBN: 978-91-7873-954-7, KTH.
- Veg Tech. (den 12 09 2021). *Veg Tech*. Hämtat från Sedumtak: <https://www.vegtech.se/produktkategorier/sedumtak/>

BILAGOR

- Bilaga 1 Byggnadstabell
- Bilaga 2 Intervjuer
- Bilaga 3 Klimatberäkning
- Bilaga 4 Referensgruppsmöte 2020-12-14
- Bilaga 5 Kritiska faktorer

Bilaga 1. Byggnadstabell, referensutföranden

	Systemlösning	Kontor	Flerbostadshus	Förskola och skola	Småhus	Äldreboende	Lager	
Systemval	Stomsystem	Håldäck, prefabricerade innerväggar, kompletterande pelarstomme i stål, samt elementfasad (Curtain wall med glas och aluminium)	Plattbärlag, prefabricerade innerväggar, halvsandwichväggar i fasad	Håldäck, prefabricerade innerväggar, kompletterande pelarstomme i stål, samt utfackningsväggar i fasad	Regelstomme i trä	Plattbärlag, prefabricerade innerväggar, halvsandwichväggar i fasad	Håldäck, pelarstomme i stål samt sandwichväggar i stål	
	Fasadmaterial	Glas	Tegel	Tegel	Träpanel	Tegel	Plåt	
	Takstomme	Håldäck	Betongbjälklag med uppstolpat träregelstomme	Håldäck	Träregelstomme	Betongbjälklag med uppstolpat träregelstomme	Takplåt	
	Takmaterial	Sedum	Takpapp	Sedum	Betongpannor	Betongpannor	Papp	
	Värme	Fjärrvärme med radiatorer	Fjärrvärme med radiatorer	Fjärrvärme med radiatorer	Frånluftsvärmepump	Fjärrvärme med radiatorer	Fjärrvärme med radiatorer	
	Kyla	Fjärrkyla med kylbafflar	Saknar	Saknar	Saknar	Saknar	Saknar	
	Ventilation	FTX	FTX	FTX	Frånluftsvärmepump	FTX	FTX	
Byggdelar	Bjälklag	HD/F 120/32+50 mm avjämning, samt foggjutning.	Plattbärlag 45 mm, slakarmering, 205 mm Betong C32/40 (ca 5% vikt armering). Ljudklass B (t=250).	HD/F 120/27+50 mm avjämning, samt foggjutning. Undertak i stenull med bärverk i stål för installationer.	22 Golvspånskiva 45x220 s600 regelsystem 70 Stenull 28 Glespanel 13 Gips	Plattbärlag 45 mm, slakarmering, 205 mm Betong C32/40 (ca 5% vikt armering). Ljudklass B (t=250).	HD/F 120/27+50 mm avjämning, samt foggjutning. Undertak i stenull med bärverk i stål för installationer.	
	Yttervägg	Elementfasad (hybrid). Glasfasad med aluminiumram. Stenull 220 mm. Kompletterande gipsvägg med stålreglar, stenull 90 mm.	150 mm Betong 200 mm Stenull 35 kg/m ³ , (lambda 0,17). Tegel 128 mm.	Stålreglad utfackningsvägg cc600, stål ca 12 kg/m ² , 220 mm stenull, 35 kg/m ³ , Tegel 128 mm. (lambda 0,17)	Träreglad vägg cc600, trä ca 16 kg/m ² (varav läkt 1,5 kg). 235 mm stenull (145+45+45), 35 kg/m ³ , Träpanel. (lambda 0,14)	150 mm Betong 200 mm Stenull 35 kg/m ³ , (lambda 0,17). Tegel 128 mm.	Glasfasad, 3-glas med aluminiumram, 25%, och sandwichvägg av tunnplåt och 150 mm mineralull	
	Andel fönster	ca 40%	Ej uppgift	Ej uppgift	Ej uppgift	Ej uppgift	Ej uppgift	Ej uppgift
	Fönster	Fönster: 3-glas, 18 mm Ytterskiva 1-glas, 12 mm	Ej uppgift	Ej uppgift	Ej uppgift	Ej uppgift	Ej uppgift	Ej uppgift
	Tak	Sedum 40 mm Derbigum EPS300mm (lutning) Derbigum 20 mm avjämning 270 HDF	Varmvind: Plattbärlag 45 mm, förspänd, 205 mm Betong C32/40 (ca 5% vikt armering). Ljudklass B (t=250). Takstolar i trä, cc 1,2 m, ca 100 kg/st Takpannor 25x38 Bärläkt 25x38 Ströläkt S600 Takpapp Grundmålad underlagsspont Stenull 400 mm Plastfolie Glesspont 3x13 mm gips	Kompakttak med kärnisolering av cellplast: HD/F 120/27+50 mm avjämning, samt foggjutning. EPS ca 350 mm.	Kallvind Träreghsystem 500 mm stenull Plastfolie 28 Glespanel 13 Gips Takstolar i trä, cc 1,2 m, ca 80 kg/st Takpannor 25x38 Bärläkt 25x38 Ströläkt S600 Takpapp Grundmålad underlagsspont	Varmvind: Plattbärlag 45 mm, förspänd, 205 mm Betong C32/40 (ca 5% vikt armering). Ljudklass B (t=250). Takstolar i trä, cc 1,2 m, ca 100 kg/st Takpannor 25x38 Bärläkt 25x38 Ströläkt S600 Takpapp Grundmålad underlagsspont Stenull 400 mm Plastfolie Glesspont 3x13 mm gips	Yttertak: Papp och 340 mm mineralull på profilerad takplåt	
	Undertak	Undertak i stenull med bärverk i stål för installationer.	Gips	Bärverk stål, undertaksplattor stenull	Gips	Bärverk stål, undertaksplattor stenull		
	Innerväggar bärande	200 mm betong C35/45	200 mm betong C35/45	200 mm betong C35/45	2x13 mm Gips Träregelstomme 45x95 mm, c 450mm 2x13 mm Gips	200 mm betong C35/45	200 mm betong C35/45	
	Innerväggar ej bärande	10% Glasväggar med aluminiumprofiler 5% Hyresgästavskiljande: 2xGips, stålplåt 1,0 mm, stålreglar, 45 mm stenull, 2xgips 85% 2 x Gips, stålreglar 70 mm, Mineralull 45 mm, 2 x Gips	2x13 mm Gips Stålregelstomme 95 mm, c 450mm 2x13 mm Gips	2x13 mm Gips Stålregelstomme 95 mm, c 450mm 2x13 mm Gips	2x13 mm Gips Träregelstomme 45x95 mm, c 450mm 2x13 mm Gips	2x13 mm Gips Stålregelstomme 95 mm, c 450mm 2x13 mm Gips	2x13 mm Gips Stålregelstomme 95 mm, c 450mm 2x13 mm Gips	
	Krav Referens och geometri	Ljudklass	I huvudsak ljudklass B	I huvudsak ljudklass B	I huvudsak ljudklass B	I huvudsak ljudklass B	I huvudsak ljudklass B	I huvudsak ljudklass C
		Energikrav	Energiklass C med 10% marginal, BBR29	Energiklass C med 10% marginal, BBR29	Energiklass C med 10% marginal, BBR29	Energiklass C med 10% marginal, BBR29	Energiklass C med 10% marginal, BBR29	Energiklass C med 10% marginal, BBR29
Våningar		12	6	2	1	3	2	
Geometri	Se planlösning i rapport.	Lamell, 14x37 m ²	Se planlösning i rapport.	Friligande, 14x9	Se planlösning i rapport.	Se planlösning i rapport.		

	Systemlösning	Kontor	Flerbostadshus	Förskola och skola	Småhus	Äldreboende	Lager
Övrigt	Kommentar	Gällande kontor gav intervjustudien en relativt entydig bild att stommen utförs med ett pelar-balk-system i stål, hdf-bjälklag och hängda elementfasader med mycket glas. Marknadsanalysen pekade på olika typer av fasadmaterial där trä, tegel, puts, plåt och skivor står för likartade delar. För det valda systemet anses aluminiumplåt med kompositkärna mellan glasningen vara ett lämpligt val.	För flerbostadshus visar marknadsanalysen att de flesta flerbostadshus byggs som lamellhus med 5-6 våningar. Projektet har valt att hämta underlag från Brf Blå Jungfrun för att få en tydlig förankring med många tidigare LCA-studier. Detta passar bra eftersom Blå Jungfrun är ett lamellhus med 6 våningar. Byggsystemet för flerbostadshus var svårt att välja eftersom det finns en stor bredd av systemlösningar. Marknadsanalysen och intervjustudien pekade på att det huvudsakliga materialet i stommen var prefabricerad eller platsgjuten betong. Intervjustudien pekade också på att massiva bjälklag är det vanligaste sättet att bygga idag för att klara tuffa ljudkrav och kunna gjuta in installationer. I rapporten har slakarmerade plattbärlag valts som en lämplig referens. Slakarmerade har valts framför spännarmerade efter intervju med senior konstruktör som menade att dessa är vanligare. Marknadsanalysen och flera intervjuer beskriver tegel och puts som de två vanligaste ytskiktsmaterialen där tegel väljs. Väggelementet utförs som halvsandwich betong.	Marknadsanalysen visar att skola och förskola har något olika stom- och fasadlösningar och intervjustudien visar på olika byggsystem. Precis som för flerbostadshus finns inget tydligt mönster för hur vi bygger dessa byggnader. Intervjustudien pekar dock på huvudsakligen prefabricerad och platsgjuten betong. Eftersom det inte finns en entydig bild väljs samma plattform för både skola och förskola för att förenkla arbetet och användandet av en referensbyggnad. Både skolor och förskolor är byggnader med stort behov av flexibilitet och öppna ytor precis som kontor. Efter dialog med senior konstruktör väljs stommen med ett pelar-balk-system i stål, hdf-bjälklag och utfackningsväggar med stålreglar. Fasaden väljs som tegel.	För småhus pekar både marknadsanalys och intervjustudier på att stomme och fasad består av trä och träpanel. Marknadsanalysen pekar på att majoriteten av alla småhus som byggs är radhus. För att öka flexibiliteten i analyser väljs dock fristående hus med ett plan som referensgeometrin. Detta skulle innebära att exempelvis ett radhus skulle minska mängden fasad per m2 BOA och två våningar skulle minska mängden grundplatta och tak per m2 BOA.	Äldreboenden inkluderas i underlaget efter första intervjurundan. Även här saknas en entydig bild om byggsystem men liknar förutsättningarna för bostäder. För enkelhetens skull väljs samma plattform som för bostäder. Funktionen i ett äldreboende skiljer sig från ett flerbostadshus då entrévåningen ofta innehåller samlings-, vård- och personalutrymmen. Byggnaden har även andra förutsättningar för exempelvis luftflöden mm som påverkar energianvändningen. Dock har detta begränsad effekt på stomme, fasad och energilösningar.	Lager och affärslokaler lyftes in efter första intervjurundan. Lager och affärslokaler beskrivs ha mycket specifika funktioner för olika typer av verksamheter och inredning kan variera betydligt. Dock är stomme, fasad och grund ofta likartade med en stålstomme och sandwichväggar i stål. Lager och affärslokaler utförs ofta med högt i tak och med kontorsutrymmen eller andra utrymmen i flera plan.

Bilaga 2 Intervjuer

PEAB

Metod

Vi har uppskattat de hos oss va nligast förekommande byggmetoder

Byggtekniker/materialval

Byggnadstyp	Byggsystem 1	Andel	Fasadmaterial	Takstomme	Takmaterial	Utfackningsvägg	Kommentar
Flerbostadshus	6B. P.lattbärlag, skalinnerväggar, kompletterande pelarstomme, sandwich	70%	Tegel	Betongbjälklag	Stålblåt	Stål	
Kontor	7B. Håldäck, prefabricerade innerväggar, kompletterande pelarstomme, sandwich	70%	Glas	Betongbjälklag	Ytpapp	Stål	
Förskola	9. Regelstomme i trä	50%	Tråpanel	Träregelestomme	Ytpapp	Trä	
Skola	6B. P.lattbärlag, skalinnerväggar, kompletterande pelarstomme, sandwich	70%	Tegel	Träregelestomme	Betongpannor	Stål	
Småhus	9. Regelstomme i trä	50%	Tråpanel	Träregelestomme	Betongpannor	Trä	

Byggnadstyp	Byggsystem 2	Andel	Fasadmaterial	Takstomme	Takmaterial	Utfackningsvägg	Kommentar
Flerbostadshus	5. Prefabricerade massivplattor, prefabricerade innerväggar, sandwich	19%	Betongskiva	Betongbjälklag	Ytpapp	Stål	
Kontor	5. Prefabricerade massivplattor, prefabricerade innerväggar, sandwich	35	Stålblåt	Betongbjälklag	Ytpapp	Annat	
Förskola	6A. P.lattbärlag, platsglutna innerväggar, kompletterande pelarstomme, sandwich	30%	Puts på skiva	Träregelestomme	Betongpannor	Stål	
Skola	5. Prefabricerade massivplattor, prefabricerade innerväggar, sandwich	20	Tegel	Träregelestomme	Betongpannor	Annat	
Småhus	1D. Prefabricerade moduler i trä	50%	Tråpanel	Träregelestomme	Betongpannor	Trä	

Ungefär hur långt transporteras en prefabricerad stomme och med vilket färdmedel?

Färdmedel 1	Lastbil	Längd [km]	350	Färdmedel 2		Längd [km]	
-------------	---------	------------	-----	-------------	--	------------	--

Installationsystem

Byggnadstyp	Värme	Ventilation	Kyla
Flerbostadshus	Fjärrvärme	FTX - P.lattvärmeväxlare	Saknar
Kontor	Fjärrvärme	FX	A/C (Lokala kylmaskiner mer eldrift)
Förskola	Fjärrvärme	FTX - P.lattvärmeväxlare	
Skola			
Småhus			

NCC

Metod

Samordnat med kalkyl

Byggtekniker/materialval

Byggnadstyp	Byggsystem 1	Andel	Fasadmaterial	Takstomme	Takmaterial	Utfackningsvägg	Kommentar
Flerbostadshus	6A. P.lattbärlag, platsglutna innerväggar, kompletterande pelarstomme, sandwich	50%	Annat	Träregelestomme	Ytpapp	Stål	skivmaterial fasad (cementbunden)
Kontor	7B. Håldäck, prefabricerade innerväggar, kompletterande pelarstomme, sandwich	30%	Aluminium-Glas	Betongbjälklag	Annat	Stål	sedumtak
Förskola	6A. P.lattbärlag, platsglutna innerväggar, kompletterande pelarstomme, sandwich	60%	Tråpanel	Träregelestomme	Tegelpannor	Trä	
Skola	3A. P.lattbärlag, skalinnerväggar, halv sandwich	40%	Tegel	Träregelestomme	Stålblåt		
Småhus	9. Regelstomme i trä	?	Tråpanel	Träregelestomme	Betongpannor	Trä	skiv-material fasad

Byggnadstyp	Byggsystem 2	Andel	Fasadmaterial	Takstomme	Takmaterial	Utfackningsvägg	Kommentar
Flerbostadshus	7A. Håldäck, prefabricerade innerväggar, kompletterande pelarstomme, sandwich	20%	Puts på skiva	Träregelestomme	Stålblåt	Stål	
Kontor	1. Håldäck, prefabricerade innerväggar, sandwich	20%	Betongskiva	Träregelestomme	Ytpapp	Stål	
Förskola	6B. P.lattbärlag, skalinnerväggar, kompletterande pelarstomme, sandwich	30%	Annat	Träregelestomme	Ytpapp	Stål	skivmaterial
Skola	1. Håldäck, prefabricerade innerväggar, sandwich	30%	Betongskiva	Träregelestomme	Betongpannor		
Småhus	6A. P.lattbärlag, platsglutna innerväggar, kompletterande pelarstomme, sandwich	?	Puts på skiva	Träregelestomme	Stålblåt	Stål	

Ungefär hur långt transporteras en prefabricerad stomme och med vilket färdmedel?

Färdmedel 1	Lastbil	Längd [km]	90	Färdmedel 2	Lastbil	Längd [km]	161
-------------	---------	------------	----	-------------	---------	------------	-----

Installationsystem

Byggnadstyp	Värme	Ventilation	Kyla
Flerbostadshus	Fjärrvärme	FX	Saknar
Kontor	Fjärrvärme	FTX - P.latt värmeväxlare	Fjärrkyla
Förskola	Fjärrvärme	FTX - Roterad	Fjärrkyla
Skola	Fjärrvärme	FTX - P.latt värmeväxlare	Fjärrkyla
Småhus	Bergvärme	FX	Saknar

Installeras solceller eller solfångare?

Nej

Vad har störst betydelse för en referensbyggnads utformning?

1. Ekonomi
2. Byggtid
3. Energiklass

Metod

Vi har fyllt i Excel-filen utifrån hur JM bygger idag. Om vi vill få fram vilka byggsystem som är vanligast i Sverige generellt tror vi att det är bättre att hämta ut statistik från branschen.

Byggtekniker /materialval

Byggnadstyp	Byggsystem 1	Andel	Fasadmaterial	Takstomme	Takmaterial	Utfackningsvägg	Kommentar
Flerbostadshus	6B, Plattbärlag, skalinnerväggar, kompletterande	85%	Tegel	Träregelestorn	Ytpapp	Trä	Takpapp
Kontor		0%					
Förskola		0%					
Skola		0%					
Småhus	1D, Prefabricerade moduler i trä	90%	Träpanel	Träregelestorn	Betongpannor		

Byggnadstyp	Byggsystem 2	Andel	Fasadmaterial	Takstomme	Takmaterial	Utfackningsvägg	Kommentar
Flerbostadshus	3A, Plattbärlag, skalinnerväggar, halvsandwichväggar	15%	Puts på skiva	Träregelestorn	Stålplåt		
Kontor		0					
Förskola		0%					
Skola		0					
Småhus	1D, Prefabricerade moduler i trä	10%	Tegel	Träregelestorn	Betongpannor		

Ungefär hur långt transporteras en prefabricerad stomme och med vilket färdmedel?

Färdmedel 1	Lastbil	Längd [km]		Färdmedel 2	Lastbil	Längd [km]	
-------------	---------	------------	--	-------------	---------	------------	--

Installationsystem

Byggnadstyp	Värme	Ventilation	Kyla
Flerbostadshus	Fjärrvärme	FX	Saknar
Kontor			
Förskola			
Skola			
Småhus	Värmepump	FX	Saknar

FTX vid behov

FTX vid behov

Installeras solceller eller solfångare?

Solceller Vid behov

Vad har störst betydelse för en referensbyggnads utformning?

1. Ekonomi
2. Byggtid
3. Funktion (byggnadstyp)

Skanska

Byggnadstyp	Värme	Ventilation	Kyla
Flerbostadshus	Fjärrvärme med Radiatorer/ golvvärme	FTX 80% och FX 20%	Ingen
Kontor	Fjärrvärme med Radiatorer/ golvvärme	FTX	Ja, Fjärrkyla samt Kylbafflar
Förskola	Fjärrvärme med Golvvärme	FTX	Ingen (enstaka gånger kylmaskin i vent- aggregat för komfortkyla)
Skola	Fjärrvärme med Radiatorer 80% och Golvvärme 20%	FTX	Ingen (enstaka gånger kylmaskin i vent- aggregat för komfortkyla)
Småhus	Fjärrvärme med Radiatorer 80% och Golvvärme 20%	FTX 50% och Frånluftspump VP 50%	Ingen

Installeras solceller eller solfångare?

Solceller vanligast ca 90% av samtliga byggnadstyper ovan, solfångare generellt nej

Byggnadstyp	Byggsystem 1 (Stomme)	Andel	Fasadmaterial	Takstomme	Takmaterial	Utfackningsvägg	Kommentar
Flerbostadshus	Halv- eller helsandwichväggar i betong Bjälklag HDF/ Massivbetong/ Plattbärlag	Prefab ca 90%	Betong (helsandwich) alt Puts eller tegel på isolering	Uppstolpat med trä- stomme på betong	Papptak alt. Pannor på råspont	Plåtreglar, men oftast Btg-sandwich	
Kontor	Stålstomme, HDF och grävagg (innerväggar)	Ca 95 %	Betong alt. Elementfasad med glas eller skivor	Betong/ grövre håldäck	Kompaktak av Isolering med papp eller sedum	Oftast Curtain-wall från glasentreprenör	Gäller mestadels storstad. Min kontor HDF + utfackning med
Förskola	Stålstomme och HDF-bjälklag alt. Betong	55/35 %	Tegel, puts alt betongsandwich	Uppstolpat med trästomme på betong	Papptak alt. Pannor på råspont	Plåtreglar	Kolla 1000-förskolor med Nikte Hagervall!
Skola	Stålstomme och HDF-bjälklag alt. Betong	45/45 %	Tegel (skalmur alt. beklädnad) alt. Betong-sandwich	Betong HDF + uppstolpat trätak	Papp alt. Bandtäckning plåt på råspont	Plåtreglar	Varierar mycket, beror på stor- läge
Småhus	Trästomme	Ca 90%	Trä eller tegel	Trätakstol/ råspont	Betongiakpannor	Nej, trästomme	

Vad har störst betydelse för en referensbyggnads utformning?

- Myndighetskrav (detalj- och översiktsplan)
- Effektivitet dvs YTA till försäljning / uthyrning
- Form och gestaltning påverkar kostnaden (hörn, lamell)
- Läge (centralt eller inte, vattennära m.m.)

Hur långt transporteras prefabricerad stomme och med vilket färdmedel?

Färdväg	Färdmedel	Sträcka km
Nationellt	Lastbil	350
Internationellt	Lastbil och färja	500

Bilaga 3 Klimatberäkning

SBEF	Byggdelen	Grupp	Antal	Enhet	Per	Värde	Enhet	Densitet [kg/m3] alt Vikt per enhet [kg/enhet]	Vikt inkl spill [kg]	Vikt, spill [kg]	Spillfaktor [%]	Nettovikt [kg]	Belastning [kg CO2-ekv]	Emissionsfaktor [kg CO2e/kg]	Material	Belastning A1-A3	Belastning A4	Belastning A5.1	Belastning A5.2-A5.5
24-Grundkonstruktioner																			
20	24	Betongpåle, 20 m	0,036	st	m2 BTA	10 670	lpm	186	2 123 623	138 929	7%	1 984 694	555 858	0,228	Betongpåle	452 510	71 672	31 676	
20	24	Pålkran	300,0	lpm	tim	285	tim						8 932						8 932
20	24	Byggbetong referensbetong	0,2	m	m2 Botten	247	m3	2350	597 864	17 414	3%	580 450	99 801	0,163	Betong	94 631	2 332	2 839	
20	24	Armering, skrotbaserat	100,0	kg	m3 Botten	24 700	kg		26 923	2 223	9%	24 700	18 186	0,596	Armering	14 721	2 140	1 325	
27-Platta på mark																			
20	27	Byggbetong referensbetong	0,3	m	m2 Botten	371	m3	2350	896 795	26 120	3%	870 675	149 702	0,163	Betong	141 946	3 498	4 258	
20	27	Armering, skrotbaserat	100,0	kg	m3 Botten	37 050	kg		40 385	3 335	9%	37 050	27 280	0,596	Armering	22 082	3 211	1 987	
20	27	Cellplast EPS	0,2	m	m2 Botten	247	m3	16	4 229	277	7%	3 952	13 678	3,200	Cellplast	12 646	146	885	
33-Prefab																			
30	33	Stålbalkar	192,4	lpm	våningspla	2 309	lpm		456 290	21 728	5%	434 562	1 186 126	2,520	Konstruktionsstål	1 095 096	36 275	54 755	
30	33	Stålpelare	98,0	lpm	våningspla	1 176	lpm		85 176	4 056	5%	81 120	221 415	2,520	Konstruktionsstål	204 422	6 771	10 221	
30	33	Kompletterande vindkryss i stål	4 300,0	kg	våningspla	51 600	kg		54 180	2 580	5%	51 600	140 841	2,520	Konstruktionsstål	130 032	4 307	6 502	
30	33	Trappor (steg och viloplan)	4,0	m3	våningspla	48	m3	2400	101 076	0	0%	101 076	25 673	0,209	Balkong/Trappa	21 125	4 548	0	
34-Stomme bjälklag, balkar																			
30	34	Bjälklag	420,0	kg	m2	13 585	m2		5 705 700	0	0%	5 705 700	1 112 612	0,150	Håldäck	855 855	256 757	0	
30	33	Byggbetong ca 10% av vikt håldäck	42,0	kg	m2	243	m3	2350	587 687	17 117	3%	570 570	98 103	0,163	Betong	93 020	2 292	2 791	
36-Stommetrappor, hisschakt																			
30	36	Innerväggar	175,5	m2	våningspla	2 106	m2	2400	1 010 765	0	0%	1 010 765	203 164	0,156	Innervägg betong	157 679	45 484	0	
47-Terrasstak, altaner (hdf ingår i stomme)																			
40	47	Cellplast EPS	0,3	m	m2 takare	1 235	m2	16	6 343	415	7%	5 928	20 516	3,200	Cellplast	18 970	219	1 328	
40	47	Ytpapp, ospecificerat (IVL LCR)	4,0	kg	m2 takare	1 235	m2	4	5 187	247	5%	4 940	3 706	0,680	Takpapp	3 359	179	168	
40	47	Sedum	20,0	kg	m2 takare	1 235	m2		26 429	1 729	7%	24 700	14 661	0,521	Sedum	12 869	892	901	
50-Sammansatta, fasader																			
50	50	Aluminiumprofil	13,5	kg	m2 fasada	6 660	m2		94 182	4 485	5%	89 697	569 753	6,000	Aluminiumprofil	538 182	4 662	26 909	
50	50	Aluminiumplåt	5,6	kg	m2 fasada	6 660	m2		39 439	1 878	5%	37 561	396 339	10,000	Aluminiumplåt	375 606	1 952	18 780	
50	50	Stålp profiler	19,7	kg	m2 fasada	6 660	m2		134 034	2 628	2%	131 406	326 641	2,410	Ståltrepp	316 689	3 619	6 334	
50	50	Plast	3,2	kg	m2 fasada	6 660	m2		22 974	1 503	7%	21 471	42 565	1,819	Plast	39 056	775	2 734	
50	50	Stenull 220 mm	4,0	kg	m2 fasada	6 660	m2		28 337	1 854	7%	26 483	37 249	1,280	Mineralull	33 898	978	2 373	
50	50	Glas	44,6	kg	m2 fasada	6 660	m2		356 545	59 424	20%	297 121	425 894	1,160	Glas	344 661	12 301	68 932	
50	50	Ståltrepp	2,2	kg	m2 fasada	6 660	m2		14 673	288	2%	14 386	35 759	2,410	Ståltrepp	34 669	396	693	
50	50	Gips	12,8	kg	m2 fasada	6 660	m2		95 329	10 214	12%	85 115	23 851	0,227	Gips	19 321	2 212	2 319	
50	50	Stenull 95 mm	2,4	kg	m2 fasada	6 660	m2		17 060	1 116	7%	15 944	22 426	1,280	Mineralull	20 408	589	1 429	
62-Undergolv																			
60	62	Spackel	0,05	m2	m2 våning	13 585	m2	1750	1 307 556	118 869	10%	1 188 688	272 495	0,176	Golvspackel	209 209	42 365	20 921	
63-Innerväggar																			
Glasvägg och glasdörr																			
60	62	Glas	24	kg	m2	1 260	m2		36 938	6 156	20%	30 782	36 981	1,160	Glas	35 707	1 274	7 141	
60	62	Aluminiumprofil	0,24	kg	m2	1 260	m2		318	15	5%	302	4 621	6,000	Aluminiumprofil	1 814	16	91	
Platsbyggda väggar (2xgips, 70 ståltrepp, 45 mm mineralull, 2xgips)																			
60	62	Gips	36	kg	m2	11 244	m2		453 358	48 574	12%	404 784	113 430	0,227	Gips	91 886	10 518	11 026	
60	62	Stenull	1,8	kg	m2	11 244	m2		21 054	1 377	7%	19 677	27 676	1,280	Mineralull	25 187	726	1 763	
60	62	Ståltrepp	2,23	kg	m2	11 244	m2		25 576	501	2%	25 074	62 328	2,410	Ståltrepp	60 429	691	1 209	
65-Invändiga dörrar, glaspertier																			
Trapphusparti																			
60	65	Glas (dubbelglas)	14,8	kg	m2	227	m2		4 032	672	20%	3 360	4 816	1,160	Glas	3 898	139	780	

60	65	Aluminiumprofil	9,35	kg	m2	227	m2	2 229	106	5%	2 123	13 484	6,000	Aluminiumprofil	12 737	110	637	
		Ståldörrar																
60	65	Ståldörrar	29,4	kg	m2	25	m2	741	0	0%	741	1 513	2,000	Ståldörr	1 482	31	0	
		Trädörrar																
60	65	Trädörrar	27,1	kg	m2	47	m2	1 268	0	0%	1 268	1 942	1,500	Trädörr	1 901	41	0	
		72-Ytskikt golv, trappor																
70	72	Klinker	0,01	m	m2	228	m2	1 750	4 269	279	7%	3 990	1 062	0,215	Kakel och klinker	858	144	60
70	72	Textilmatta	2,4	kg	m2	13 440	m2		34 514	2 258	7%	32 256	150 725	4,333	Textilmatta	139 776	1 165	9 784
70	72	Kakel i WS	0,01	m	m2	1 176	m2	1 750	22 021	1 441	7%	20 580	5 478	0,215	Kakel och klinker	4 425	743	310
		74-Ytskikt tak, undertak																
		Undertakssystem																
70	74	Bärverk i stål	1,1	kg	m2	12 750	m2		14 726	701	5%	14 025	38 281	2,520	Konstruktionsstål	35 343	1 171	1 767
70	74	Stenull	3,4	kg	m2	12 750	m2		46 385	3 035	7%	43 350	60 972	1,280	Mineralull	55 488	1 600	3 884
		8 Installationssystem																
		Ventilation																
80	80	Kylbafflar	67	st	våning	804	st	23	20 929	997	5%	19 932	68 052	3,23	Blandade material	64 351	483	3 218
80	80	Luftdon	263	st	våning	3 152	st	1	3 641	173	5%	3 468	9 465	2,520	Konstruktionsstål	8 738	289	437
80	80	Ljuddämpare	50	st	våning	600	st	12	8 054	384	5%	7 671	20 936	2,520	Konstruktionsstål	19 330	640	966
80	80	Kanal	645	lpm	våning	7 740	lpm	5	43 767	2 084	5%	41 683	113 773	2,520	Konstruktionsstål	105 041	3 479	5 252
80	80	Isolering	22	m3	våning	259	m3	28	8 547	559	7%	7 988	11 235	1,280	Mineralull	10 224	295	716
		Sprinkler																
80	80	Stålrör sms	221	lpm	våning	2 652	lpm	3	8 932	425	5%	8 507	23 219	2,520	Konstruktionsstål	21 437	710	1 072
80	80	Stålrör lättviktsrör	197	lpm	våning	2 364	lpm	4	10 384	494	5%	9 889	26 992	2,520	Konstruktionsstål	24 921	826	1 246
80	80	Kopplingar	33	st	våning	394	st	1	435	21	5%	414	1 131	2,520	Konstruktionsstål	1 044	35	52
		Rör																
80	80	Rörledning kyl	571	lpm	våning	6 847	lpm	1,4	11 441	545	5%	10 897	28 140	2,380	Koppar	25 934	910	1 297
80	80	Isolering kyl	54	kg	våning	642	kg	1,0	756	49	7%	707	994	1,280	Mineralull	904	26	63
80	80	Rörledning värme	267	lpm	våning	3 202	lpm	0,4	1 627	77	5%	1 549	4 228	2,520	Konstruktionsstål	3 904	129	195
80	80	Rör S, avloppsrör PP	34	lpm	våning	404	lpm	0,9	424	28	7%	396	785	1,819	Plast	721	14	50
80	80	Rörledning, tappvatten	20	lpm	våning	240	lpm	0,3	93	4	5%	89	242	2,520	Konstruktionsstål	224	7	11
80	80	Tappvattenrör, del av central utrustning	58	lpm	våning	695	lpm	0,2	172	11	7%	161	319	1,819	Plast	293	6	20
80	80	Radiatorer	56	st	våning	672	st	11,5	8 940	426	5%	8 515	23 240	2,520	Konstruktionsstål	21 457	711	1 073
		Belysning																
80	80	Kanalisation, B=600	160	st	våning	1 920	st	3,6	7 983	380	5%	7 603	20 753	2,520	Konstruktionsstål	19 160	635	958
80	80	Allmänbelysning	57	st	våning	684	st	4,5	3 555	169	5%	3 386	9 241	2,520	Konstruktionsstål	8 532	283	427
80	80	Belysning downlight	162	st	våning	1 944	st	0,3	674	32	5%	642	6 769	10,000	Aluminiumplåt	6 415	33	321
		Hiss																
80	80	Gjutjärn	1128	kg	hiss	1 128	kg		1 184	56	5%	1 128	3 079	2,520	Konstruktionsstål	2 843	94	142
80	80	Stål (konstruktionsstål?)	1032	kg	hiss	1 032	kg		1 084	52	5%	1 032	2 817	2,520	Konstruktionsstål	2 601	86	130
80	80	Galvaniserat stål	594	kg	hiss	594	kg		624	30	5%	594	1 621	2,520	Konstruktionsstål	1 497	50	75
80	80	Glas	30	kg	hiss	30	kg		36	6	20%	30	43	1,160	Glas	35	1	7
80	80	Koppar	27	kg	hiss	27	kg		28	1	5%	27	70	2,380	Koppar	64	2	3
80	80	Plast	24	kg	hiss	24	kg		26	2	7%	24	48	1,819	Plast	44	1	3
80	80	Aluminium	18	kg	hiss	18	kg		19	1	5%	18	190	10,000	Aluminiumplåt	180	1	9
80	80	Övrigt	3	kg	hiss	3	kg		3	0	7%	3	6	1,819	Plast	5	0	0
80	80	Elektronik och elektriska detaljer	144	kg	hiss	144	kg		154	10	7%	144	285	1,819	Plast	262	5	18
		90 Gemensamma arbeten																
90	90	Energianvändning schablon, 10,3 kg CO2e/m2 BTA											152 646					152 646
Totalt									14 649 721	510 561		14 139 160	7 106 856		6 083 753	538 693	327 273	161 578
Per m2 BTA									989	34		954	480		411	36	22	11

Bilaga 4 Referensgruppsmöte 2020-12-14

Referensgruppsmöte #2

Sammanställning diskussioner:

Grupp 1 Fredrik	Grupp 2 Jeanette	Grupp 3 Mikael	Grupp 4 Eva	Grupp 5 Sara
<ul style="list-style-type: none"> • Anna Haraldsson Jensen • Kenneth Alberg • Madeleine Hjortberg • Filip Eland • Anders Ejlertsson • Tove Malmqvist • Ramona Källsgaard 	<ul style="list-style-type: none"> • Pernilla Löfås • Emma Weman • Johan Gunnarsson • Anna Danell • Kajsa Marks Rives • Erik Olsson • Sjouke Beem sterboer 	<ul style="list-style-type: none"> • Pia Stoll • Hans Wallström • Kristina Einarsson • Helena Ulfsparre • Hanna Ljungstedt • Fadi Alnaji • Helena Magnusson 	<ul style="list-style-type: none"> • Martin Erlansson • Jonas Kunze • Anna Sundbaum • Birgitta Govén • Michael Eskils • Johanna Wikander • Sara Zenher 	<ul style="list-style-type: none"> • Martin Andersson • Veronica Yverås • Karolina Brick • Magnus Ulaner • Andreas Holmgren • Ludvig Dahlqvist • Peter Ylmén

Del 1: Nyttjande av referensbyggnader:

Vad ska jag använda referensbyggnaden till?

Många uttryckte nytta av referensbyggnader. Några av användningsområdena var:

- Bra start i ett företags eller projekts klimatarbete att skapa en referens för att veta status.
- Få fram referensnivåer.
- På ett tydligt sätt kunna ställa krav.
- Jämföra olika anbud.
- En referensbyggnad kan användas för att visa på relativa besparingar.
- Få fram detaljer. Stora resurssammanställningen - Tydligare att diskutera vad som ingår och inte.
- Lära oss och få gemensam bild om storleksordningar. Förenklar även granskning och kvalitetskontroll.
- Värden på klimatpåverkan kan bli intressanta och vi kan få en relation - ex 100 kg CO₂e/m² BTA.
- Flera aktörer har redan tagit fram en egen referensbyggnad - bl.a i LFM30 har detta varit ett arbetssätt
- Hållbarhet ger möjlighet att sprida kunskap mellan bolag. Referensbyggnader är ett bra exempel.
- Intressant att se hur olika byggdelar påverkar en byggnad, ex mark, stomme och installationer.
- Kommunikationsverktyg.
- Ger möjlighet att sätta ett takvärde för ”normal” byggnation

Referensbyggnader behöver hänga ihop med andra utvecklingsarbeten. Främst nämns Boverkets arbete med referensvärden, Levels, rapporten "Klimatkrav till rimlig kostnad", LFM30, NollCO₂ och färdplan för en fossilfri bygg och anläggningssektor.

Olika företag och intressenter arbetar med referenser på olika sätt. Flera har redan tagit fram egna referensbyggnader för att kunna styra den egna verksamheten. I LFM30 tar företag fram en egen referensbyggnad för verksamheten. Detta möjliggöra att kunna sätta framåtblickande nivåer på minskning av klimatpåverkan.

En referensbyggnad är inte lämplig för alla typer av byggnader där ex specialfastigheter förklarar svårigheter med deras byggnader och inte för alla typer av användningsområden eller beställare.

Andra kommentarer var att referensbyggnader ger ett nuläge. Det är viktigt att det är transparent vad som ingår och hur beräkningar och livscykelanalyser är gjorda. Referensbyggnaden får gärna bli en modell som går att parameterstyra, alltså justera utformning och geometri.

Hur ser en förankringsprocess ut?

För att få användning av referensbyggnader behövs en allmän förankring. Denna typ av diskussionsforum är viktig för att få till denna förankringen. Referensgruppen i projektet blir sedan en viktig del för att kunna implementera referenser i respektive organisation.

För att referensbyggnaden ska fungera behövs även en branschgemensam beräkningsmetod som är välkänd hos många aktörer.

En annan viktig fråga för referensbyggnader är förvaltning. Projektet diskuterade ifall dessa ev kan ägas av Byggindustrin. Annars får vi hänvisa till referensbyggnader enligt SBUF-projektet xxx.

Byggsystem:

Till mötet så presenteras ett diskussionsunderlag på olika byggsystem baserat på olika byggnadsfunktioner som kontor och flerbostadshus. Slutlig beskrivning av olika byggsystem kommer att utvecklas vidare under projektet.

Baserat på denna tabell diskuterades bland annat hur representativt de stora aktörernas byggsystem är med en fundering på ifall vi missar de mindre aktörerna. En grupp höll med om att det var de vanligaste byggsystemen som presenterades i tabellen.

Några allmänna kommentarer på byggsystemen:

- En erfarenhet är att klimatpåverkan från småhus med trästomme blir relativt låg. Då får vissa enskilda val stor effekt. Ex tegelfasad på småhus skulle ge en stor procentuell ökning av klimatpåverkan.
- Fjärrvärme är vanligaste uppvärmningen i flerbostadshus, medan värmepump oftast finns i småhus.
- Industribyggnader, handelslokaler kan vara relevanta
- Kontor: Är verkligen sedum det vanligaste taket? Ersätt med papp? Ytterväggar är nog det som varierar mest (prefab med tegel, Curtain wall, etc).
- Flerbostadshus: Är FTX vanligast? i FBH? Ex Riksbyggen kravställer på FTX med fiv. FTX är omdebatterat. Tegel rätt vanligt på FBH. Eller byggskiva. Ofta lätta utfackningsväggar. En hel del limträbalkar och stål i tak.
- Småhus: F-luft. Radhus tegel.

Få klimatkalkyler är gjorda på kontor. Finns kunskapslucka.

Konsekvenser:

De olika grupperna diskuterade olika konsekvenser av att använda referensbyggnader.

Möjlighet:

Flera av användningsområdena kan ses som möjligheter med referensbyggnader. Utöver detta så diskuterades att referensbyggnader kan möjliggöra att vi börjar diskutera klimatförbättringar tidigare och det möjliggöra dialog. En grupp uttryckte att det är mycket positivt att ha en gemensam utgångspunkt för alla som jobbar med byggnader så att alla pratar om samma saker.

Risk:

Några av de risker som listades var:

- Att blanda in referensbyggnader kan medföra fler beräkningar och fler typer av kravställningar som ökar komplexiteten i arbetet.
- Svårt att arbeta med referensbyggnader i upphandling. Några frågor som behöver besvaras är, Hur används detta i praktiken? Hur ska detta sättas ihop? Hur utslagsgivande kan detta vara? Hur kontrollerar vi att vi har gjort samma?
- Om referensbyggnaden blir för trubbigt vill ingen förhålla sig till den.
- Det finns en risk att vi inte beaktar ljus/mörk BTA vilket kan ge felaktiga värden.
- Det är mycket stor skillnad mellan olika byggnader vilket gör att det kanske inte går att ta fram en representativ byggnad.
- Det är viktigt att det är hög kvalitet på underlaget, annars riskerar vi felaktiga analyser.
- En svår fråga är hur vi ställer oss till ifall referensbyggnaden är bättre än den projekterade byggnaden?
- Det är också viktigt att se tänka på att klimatpåverkan kan skilja relativt mycket mellan olika byggnader och att vi behöver hitta rätt i detaljeringsnivån så att det inte referensbyggnaden blir för komplicerad att använda.

Material:

En grupp diskuterade betongen i klimatkalkyler och svårigheten att få rätt noggrannhet i beräkningarna pga det stora antalet betongrecept. En lösning för referensbyggnaden är att använda ett medelvärde för betongen. En annan lösning är att använda svensk betongs definition av klimatförbättrad betong.

Del 2: "Kritiska faktorer" – Hur får vi jämförbara svar?

Grupperna diskuterade ett antal faktorer som riskerar att leda till att klimatberäkningar ger olika svar på samma fråga.

Vad bör ingå?

Här listades flera arbeten och material som finns i gränslandet av vad som ingår i en klimatberäkning och som hanteras av informella avgränsningar. Exempelvis temporära konstruktioner som sponter och arbetsvägar.

Endast en grupp hann diskutera denna punkt.

- Provisoriska markarbeten – ex logistik av sprängmassor, matjord osv. Ska spontering ingå? Tillfällig grundvattensänkning? – Uppgiften bör finnas.

- Provisoriska anordningar – beror på om de används en eller flera gånger, om det köps eller hyrs mtp svårighet att kvantifiera? – Redovisa vad som inte inkluderas.
- Skyddsanordningar?
- Snöröjning – kan jämföras med våtdammsugning. Hur beaktar man det för en referensbyggnad då kommande väderlek är okänd?
- Energianvändning – också problematiskt vid anbud eller projektering – entreprenör kan ha egna schabloner, hur ska de värderas? Ska vara med i relation, behöver de normalårskorrigeras?
- Provisoriska intäckningar – bör behandlas lika som provisoriska anordningar om de ingår i avgränsning?
- Vintertillägg betong? Vet inte vad detta skulle vara förutom en riskpeng från kalkyl...Frysstskydd för btg (luftinblandning)?
- Bodtransport – även anpassning/ihopbyggnad.
- Servicetransporter – svårt med avgränsning, svårt att spåra (om bilarna kör till olika arbetsplatser)
- Ej inbyggt material – formar, prov säkerhetsanordningar, skyddspapp o dyl. Sånt som blir 100% spill.
- Skruv/spik - ?
- Övr - ?

Återvunnet material?

På mötet diskuterades även hur vi ska räkna på återvunnet material för att förenkla detta. En hänvisning gjordes till rapporten "Återbrukets klimateffekter vid byggnation".

Ett förslag var att återbrukat tegel A1-A3 är 0 kg CO₂/kg tegel, men transporten måste med! Samma gäller för alla återbrukade material som t.ex. betong och gips. I en annan grupp diskuterades att räkna 0 på alla material blir problematiskt, vissa kan t ex innebära långa transporter. Sammanvägt tycker många att det är ok att räkna A1-A3 som 0 och sedan räkna klimatpåverkan från transport. Detta är dock inte ok ifall materialet behandlas genom att tillföra stora mängder energi eller andra material.

En grupp lyfte även att vi behöver vara noggranna i terminologin gällande vad som är exempelvis återbrukat och återanvänt.

En uppmaning var att branschen bör ta fram generiska miljödata för återanvänt material av olika slag.

Viktigaste kritiska faktorn? Hur hanterar vi dessa?

Nedan listas de kritiska faktorer som diskuterades. Kort beskrivning av innebörden i *kursiv stil*.

Ett viktigt dokument för att hantera dessa är den handbok som utvecklas av Boverket som stöd för klimatdeklarationen. Ett annat viktigt är "Anvisningar för LCA-beräkning av byggprojekt" som utvecklas av IVL.

1. Avgränsningar i byggdelar

Så fort vi gör en avgränsning så får vi problem. Avgränsningen måste i så fall definieras och beskrivas så att alla tolkar avgränsningen på samma sätt.

Beroende på syfte med klimatberäkningarna och vem som gör dem så finns olika intressen för vad som ska ingå. Flera lyfter dock att det är viktigt att börja någonstans och att exempelvis klimatdeklarationen fyller ett viktigt syfte i ökat lärande.

Några byggdelar som initialt kan bli exkluderade i klimatberäkningen är markarbeten och installationer vilka flera uttrycker intresse för. För en referensbyggnad skulle vi ev. behöva flera olika typmarker.

För att kunna göra avgränsningar är det viktigt att först ha en förståelse för klimatpåverkan från den avgränsade byggdelen.

Mycket fokus på arbetet är på nybyggnation och de byggdelar som föreslås ingå i klimatdeklarationen. Erfarenheter från flera utredningar visar på att inbyggt material i lägenheter ex vitvaror och tvättstugor står för en relativt stor andel av klimatpåverkan.

Vi behöver utveckla ett tänk för ombyggnation.

Vid avgränsning att inte ta med grundläggning och markförhållanden i klimatberäkningen finns det en risk att lämpligheten att bygga på platsen inte blir tydlig.

För att kunna göra en platsneutral referensbyggnad beskriver IVL redogjorde en lämplig avgränsning som också går att läsa om i anvisningarna för klimatberäkningar:

- Det dränerande lagret behöver ingå i klimatkalkylen
- Fasad + 2 meter -> Resten är markarbeten
- Terrassen exklusive markarbeten
- Fiberduken blir systemgräns

2. Val av miljödata

Olika miljödata ger olika svar på samma material.

Olika tolkning av en produkt ex betong med olika hållfasthets-, uttorknings- eller exponeringskrav kan diffa väldigt mycket.

En grupp uttrycker att beräkningar bör baseras på generisk miljödata. En fråga som behöver hanteras är hur material som inte finns i den valda databasen, ex Boverkets databas, väljs.

Flera grupper diskuterar vikten av att ha jämförbara antaganden kring transportavstånd [km].

För vissa material med olika egenskaper, ex betong, är det svårt att avgöra vilken miljöresurs som ska användas.

3.) Val av miljöpåverkanskategorier?

Hur hanterar vi nya och gamla 15804?

Vad är skillnaden mellan standarderna? Tillägget på EPD-kraven, nya standarden säger ex att biogent kol separeras. GWP räknas inte på samma sätt. Måste också beskriva scenarier för B och C skede.

4.) Val av funktion

Vilken funktion har byggnaden? Energikrav? Vad är det för ljudklass? Vad händer ifall vi kan nyttja en byggnad mer (ex verksamhet på kvällar)? Ska vi komplettera funktionell enhet m2 BTA med ex klimatpåverkan/lägenhet eller klimatpåverkan/rum?

Ex flerbostadshus jämfört med studentbostäder. Många osäkerheter att definiera här, hur värderas framtida beläggningsgrad av ett kontorshotell? Byggnad med bostäder & verksamhet i botten?

5.) *Kvalité på indata*

Vad är det för "kvalité" på den indata vi använder? Generisk och EPD/specifika-data. Mängder och energiberäkningar."

Ex i BM definieras detta med tre smileys, är det användbart?

Hur bör man behandla osäkerheter? Om en mängd hämtas från en kalkyl så är det inte källan utan den har hämtats från en modell eller mängdats från en ritning. Går det ex att ange noggrannhet?

6.) *Möjliga nyckeltal*

Hur kan vi ersätta ev. dataluckor med gemensamma schabloner? Krävs transparens vad en schablon avser

Flera grupper uttrycker behovet av schabloner för olika byggdelar för att förenkla arbetet med klimatkalkyler.

Fortsatt utveckling - Om schabloner används som kopplar mängder till ekonomiska mått, behöver dessa vara transparenta.

7.) *Livcykelskeden*

Vilka livcykelskeden är intressanta? Hur går utveckling av scenarion för användning och rivning?

Flera grupper diskuterar livcykelskedet och vikten av att kunna titta på ett användningsskede och att livslängd och utbyten är viktigt att få med i en analys. Dock anser flera att byggskedet är fortfarande mest relevant.

För att komma vidare med underhållsskedet behöver tidsintervall för olika typer av byggmaterial utvecklas. En fundering är även ifall vi behöver utveckla fler schabloner.

Ett problem i arbetet med B-skedet är alltså att det är svårt att ta fram framtidsscenario.

Flera deltagare är väldigt intresserade av ROT och ombyggnad .

8.) *A4-A5 Byggarbetsplats*

Hur säkerställer vi att vi använder samma transportsenario? dvs att vi utgår från samma energiåtgång/tonkm för olika typer av transporter.

Det finns begränsat med erfarenhet från skede A5, ett skede som är intressant att få med i klimatberäkningar. A5 bör vara med i referensbyggnaden. I diskussionerna lyfts att uppvärmning och uttorkning alltid bör vara med.

För byggarbetsplatsen har årstider och väderlek stor effekt. Hur ska detta hanteras?

Ett annat intressant gränssnitt är den del av A5 som kommer ifrån markarbeten som schakter och masstransporter. Ska denna del vara med?

Transparenta och enhetliga transportsenario måste tas fram.

9.) Datatäckning

För att kunna verifiera värdet på en klimatberäkning behöver mängden information som ingår kunna kvantifieras i förhållande till hur mycket information som borde ingå.

Om datatäckning så diskuterades vikten av att den är transparent och kunna gå att justera i framtiden.

Praktiskt arbete med livscykelanalyser visar att det är svårt att veta ifall vi har fått med oss allt från modeller eller kalkyler, exempelvis "här saknas ju balkar". Referensbyggnader kan ge stöd åt att följa upp täckningsgraden och ge en indikation på ifall det saknas data. Då är det viktigt att referensbyggnaden har en hög detaljnivå och är uppdelad på byggdelar.

Ett möjligt angreppssätt är att utgå från att "allt ska med" och ifall det finns en datalucka ska denna ersättas med en schablon. IVL har tagit fram schabloner och publicerat i "Anvisningar för LCA-beräkning av byggprojekt". En grupp diskuterade ett behov att kunna få nedbrutna schabloner, tex A5.

Datatäckning blir också en fråga om skeden. I tidiga skeden har vi lite information men tar de viktigaste besluten. När vi är färdiga med byggnaden och ska göra klimatdeklaration vet vi vad vi har byggt in. Intressant att fundera på vilken data som behövs till olika beslutspunkter.

Vid angreppssätt att använda den ekonomiska kalkylen som underlag för klimatberäkning och beräkna mängder mha kostnadsschabloner finns ett antal fallgropar. Exempelvis varierar prislister mellan olika entreprenörer och tolkningen av vad 1 kr motsvarar i materialmängder saknar gemensam tolkning.

En grupp diskuterade även vilka incitament som ska finnas för att uppnå rätt täckningsgrad och vilken nivå som är rimlig. IVL har tagit fram en metod i sina anvisningar där klimatpåverkan räknas upp ifall täckningen inte är 100%.

10.) Vad innebär allt?

Svår fråga.

Kommentarer:

Utöver ovan diskuterades även ett antal

Det är viktigt att projektet följer andra pågående initiativ ex LFM30, EU Levels, Boverket och NollCO2.

Fokus i SBUF-projektet är att vi tar fram en referensbyggnad (en typbyggnad). Nästa steg är att ta fram variationer av denna. Andra arbeten och studier, ex projekt drivet av Boverket, visar på spridning av klimatpåverkan.

I branschen är stort fokus just nu på klimatdeklarationen och upphandling just nu. Bra att projektet tittar på hur olika krav påverkar.

Flera grupper diskuterade den allmänna rädslan av att olika kravställningar kan leda till suboptimering.

En annan diskussion gäller att det är viktigt att hitta rätt nivå mellan den administrativa bördan att göra saker och att göra aktiva åtgärder för att minska klimatpåverkan.

En nytta med referensbyggnaden är att visa tydligt att vissa saker vet vi redan. Ex att stomme och fasad har stor effekt på utsläppen av växthusgaser frågan ett byggprojekt. Då kan vi agera på detta.

Ett viktigt medskick var att jobba där det glöder och ta tillvara på det intresse som finns på olika håll idag.

Fundera på hur ni ska redovisa så att olika aktörer kan använda på olika sätt. Inte bara en siffra. "Vad tittar vi på och för vem?"

När projektet är klart bör en koll göras hur resultatet förhåller sig till andra referensvärden som utvecklas just nu.

Bilaga 5 Kritiska faktorer

Utmaningar för att uppnå jämförbarhet vid klimatberäkningar av byggnader

Vilka delar av en byggnad ingår?

Certifieringssystem, klimatkrav i upphandlingar, kommande lagstiftning om klimatdeklarationer anger att olika delar av en byggnad ska ingå i beräkningen.

Exempel på identifierade utmaningar

- Avgränsningen av byggdelar behöver definieras, exemplifieras och beskrivas så att det ges förutsättningar att tolkar avgränsningen på samma sätt.
- Definitionen av "100%" av en byggnad behöver tydligt beskrivas.
- Klassificeringar och gemensam byggdelstabell är en viktig bas för att kunna ha ett gemensamt språk. Problem med BSAB96 är att den kräver licens och SBEF (gamla BSAB83) är ej uppdaterat och lämnar utrymme för egna benämningar för vissa delar.
- Man bör inte peka alltför detaljerat på byggdelar, det vill säga om man hänvisar till SBEF, peka på hela 3, hela 4, hela 5 etc. eftersom det förekommer olika varianter.
- För att tolka byggdelar på rätt sätt behöver beställare-kalkylatorer-hållbarhetsspecialister ha enhetliga beskrivningar om vad som är vad.
- Vart görs ex avgränsning för armering som kopplar ihop pelare och bjälklag? Hur hanteras ex komplementbyggnad och förbindelsegångar?
- BSAB96 produktionsresultat (CoClass) behöver tydliggöras hur det kan användas i klimatberäkningarna.
- Ett garage eller en komplementbyggnad kan särredovisas i en klimatkalkyl, men denna redovisning ställer krav på indata i en kalkyl och på verktygen som används.
- Garage är en svår fråga som ofta återkommer. Å ena sidan så behöver garaget exkluderas för att kunna neutralisera beräkningen av byggnaden, å andra sidan så medför garaget ofta en stor andel av klimatpåverkan och måste räknas med om vi ex ska kompensera för projektet.

Val av miljödata

Det finns olika kommersiella miljödatabaser på marknaden. Värdena för olika miljöpåverkan, som till exempel klimatpåverkan, kan variera beroende på vilken databas som används.

Exempel på identifierade utmaningar

- Resultat kan variera beroende på vilken databas som används i beräkning, vilket kan vara svårt att se när man jämför aggregerade resultat (klimatpåverkan för en hel byggnad och liknande)
- Den miljödata som används i beräkningar kan representera olika saker, exempelvis specifika, typiska, generiska, konservativa data. Vilka data som används är av stor betydelse för jämförbarhet. Olika miljödata ger olika svar på samma produkter.
- Miljödata för olika produkter varierar beror på en rad egenskaper (exempelvis betong har olika hållfasthets-, uttorknings- eller exponeringskrav).
- Möjlighet att arbeta med en spridning av värden är en möjlighet, detta leder dock till ökad komplexitet i beräkningarna.

Val av miljöpåverkanskategorier

Vilka miljöpåverkanskategorier använder vi i våra beräkningar. Klimatpåverkan kan beräknas på olika sätt.

Exempel på identifierade utmaningar

- Hur hanterar vi nya och gamla standarden EN 15804? En stor skillnad är att GWP (Global Warming Potential), beräknas på olika sätt och är inte **jämförbara**.
- Olika hållbarhetscertifieringar kräver redovisning av olika miljöpåverkanskategorier

Val av funktion

Krav kopplade till byggnadens funktion påverkar byggnadens klimatpåverkan (exempelvis ljudkrav, energiprestanda, kylbehov mm).

Exempel på identifierade utmaningar

- Byggnader bör även kategoriseras efter vad de ska användas till för att jämföras mot lämpliga referenser. I detta projekt hanteras kontor, flerbostadshus, äldreboende, skola, förskola och lager.
- Med dagens funktionella enheter som för byggnader ofta utgår från areamått som m² bruttoarea (BTA) eller m² A-temp, riskerar vi att missa andra värden
- Om ett gränsvärde exempelvis kopplas till m² BTA så driver det låg klimatpåverkan per yta men inte att ytan används effektivt. Exempelvis kan nya mått utvecklas som kg CO₂e/antal brukare eller kg CO₂e/antal nyttjade timmar. Detta är dock ett eget utvecklingsområde.

Kvalité på indata

Det finns stora osäkerheter kopplat till den indata vi använder i våra beräkningar. Det gäller både indata i form mängder material och kvalité på miljödata.

Exempel på identifierade utmaningar

- Svårt att verifiera mängder på ett enhetligt sätt i dagsläget. Mängder från modeller och från en ekonomisk kalkyl skiljer dig åt (modeller innehåller inte ”detaljer”, inte heller exempelvis spill).
- Vad som avses med maskintimmar i ett underlag behöver säkerställas (inköpta timmar eller antalet timmar en maskin körts)
- Att redovisa osäkerheter i indata är viktigt, dock ökar komplexiteten i beräkningarna.
- Viktigt att lösa problem med uppdelning på byggdelar för att kunna granska
- Kvalitén på EPD:er behöver kommuniceras på ett enkelt sätt. I dagsläget krävs allt för stor sakkunskap för att förstå vad resultatet i en EPD egentligen avser.
- Kravställning, standardisering och robusta plattformar behöver vidareutvecklas.

Nyckeltal och schabloner

När en beräkning saknar nödvändiga indata används ofta schabloner. Exempelvis kan indata för en byggdela saknas. Dessa schabloner behöver vara transparenta.

Exempel på identifierade utmaningar

- Olika LCA mjukvaror gör olika antaganden för klimatpåverkan från transporter (använder olika så kallade transportsценарier) vilket gör att resultaten ser olika ut.
- Avgränsningar och antagande för schabloner är inte tydligt beskrivna, vilket gör det svårt att veta hur de kan användas vid jämförelser.
- Schabloner som utgår från kostnader är vanligtvis företagsunika.

Datatäckning

För att kunna verifiera värdet på en klimatberäkning behöver mängden information som ingår kunna kvantifieras i förhållande till hur mycket information som borde ingå.

Exempel på identifierade utmaningar

- För att kunna använda datatäckning så behöver definitionen av 100% vara mycket transparent.
- Den ekonomiska kalkylen kan användas för att verifiera hur stor andel kostnaden som ingår i en beräkning. Ex en modell har större svårigheter att beskriva täckningsgrad på motsvarande sätt.
- Modellen är en möjliggörare för digitalisering och effektivisering. Modellen bör kunna användas på något sätt.