

Klimatberäkning av byggprojekt med mål att nå klimatneutralitet

Lärdomar och erfarenheter från kunskapshöjande insatser för byggaktörer inom Lokal Färdplan Malmö 2030



Rasmus Andersson, Sandra Moberg, Hanna Gerhardsson, Jeanette Green IVL Svenska Miljöinstitutet; Anna Nymo, Tyrens (bilaga 1); Andreas Eggertsen Teder, White (bilaga 1)

2021-09-30

Författare: Rasmus Andersson, Hanna Gerhardsson, Sandra Moberg, Jeanette Green, Anna Nymo, Tyrens (bilaga 1), Andreas Eggertsen Teder, White Arkitekter (bilaga 1)

Medel från: SIVL, Cementa, SBUF, Fojab, Wihlborgs, Byggmästar'n i Skåne, Arkitektkontoret Här och Stadsfastigheter (Malmö Stad), Serneke, JM, Wästbygg, Stena Fastigheter samt Krook och Tjäder i Malmö

Rapportnummer B 2429

ISBN 978-91-7883-326-9

Upplaga Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2021

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se

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



Förord

Denna erfarenhetssammanställning är framtagen genom projekten *Klimatberäknings-, affärs- och kompetensplattform för en klimatneutral bygg- & anläggningssektor i Malmö 2030* samt *Branschgemensam plattform för klimatberäkningar av klimatneutrala byggnader*. Dessa projekt har finansierats av Vinnova (Verket för innovationssystem) respektive Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF-projekt 13 903, via Skanska), Stiftelsen IVL Svenska Miljöinstitutet (SIVL), Cementa samt byggaktörer knutna till nio så kallade följjarprojekt inom *Lokal färdplan för en klimatneutral bygg- och anläggningssektor i Malmö 2030* (LFM30). Byggaktörerna är Fojab och Otto Magnusson, Wihlborgs, Byggmästar'n i Skåne, Arkitektkontoret Här och Stadsfastigheter (Malmö Stad), Serneke, JM, Wästbygg, Stena Fastigheter samt Krook och Tjäder i Malmö.

Ett stort tack till Vinnova, SBUF, SIVL, Skanska, Cementa samt de nio följjarprojekten för ekonomiskt och kunskapsmässigt stöd som gjort detta möjligt!

Sammanställningen är framtagen under våren och sommaren 2021 av Rasmus Andersson, Jeanette Green och Sandra Moberg på IVL Svenska Miljöinstitutet. Bilaga 1 är framtagen i samarbete med Anna Nymo från Tyréns, Andreas Eggertsen Teder från White Arkitekter och Anders Rönneblad från Cementa. Byggbolaget Serneke har genom resultat och erfarenheter från sitt deltagande pilotprojekt också varit starkt bidragande till Bilaga 1.

Resultaten från projektet har spridits tillsammans med kansliet för LFM30. Särskilt tack till Andreas Holmgren, Hållbarhetschef på Byggnadsfirman Otto Magnusson, och Petter Andersson, Sustainable Innovation.



Sammanfattning

Inom Lokal Färdplan Malmö 2030 (LFM30) utvecklas en metod för att definiera och beräkna klimatneutrala och klimatpositiva byggnader sett till byggnadernas hela livscykel. Som del av metodutvecklingen och att förbereda marknaden för att tillämpa metoden har IVL i samarbete med LFM30 genomfört kunskapshöjande insatser riktade åt LFM30:s aktörer. Detta har bestått utav en blandning av utbildningar om användning av beräkningsverktyg och metodik, individuellt beräkningsstöd samt större erfarenhetsseminarier med bland annat pilotexempel och generella slutsatser utifrån kontakten med aktörerna. Vi har också genomfört en fördjupad studie kring hinder och möjligheter med att bygga klimateffektivt i en pilot med betongstomme där vi följde upp beräkningar med en fokusgruppintervju med personer som jobbat i olika funktioner i projektet.

Vi har strukturerat våra insatser och tillfällen för återkoppling i huvudsak kring beräkningar av byggskedets klimatpåverkan och förbättringsåtgärder för att nå målnivåer, men vi har även introducerat preliminära beräknings sätt och verktyg för drift- och återbetalningsberäkningar.

Framgångsrika aktiviteter bland kunskapshöjande insatserna var:

- Anordna och delta i "klimatberäkningsstugor", detta ger interna kunskapsnoder till organisationen.
- Anordna och delta i andra typer av kunskapsutbyten mellan branschen och verktygsutvecklare, detta gynnar båda.
- Kombinera gruppaktiviteter med enskilda stödaktiviteter i kunskapshöjande insatser.
- Återför både enskilda och generella erfarenheter till de medverkande.
- Samla erfarenheter i verktyg och anvisningar för att uppnå större spridning.
- Stärk kompetensen kring klimatberäkningar och klimatiförbättrande åtgärder, detta behövs både ur klimathänsyn och ur ett konkurrensperspektiv.
- Använd målgränsvärden för klimatpåverkan för att identifiera nivån av förbättringsbehov.
- Jobba med lärande i både den enskilda projektprocessen och i styrande processer (koncept, produkter, interna anvisningar) för en snabbare omställning.
- Som byggupphandlare: använd anvisningar och målgränsvärden för att utveckla era klimatkrav, gärna i kombination med andra befintliga stöddokument för att ställa krav i upphandling.

Baserat på fokusgruppintervjun med betongpiloten ser vi nedan faktorer som centrala för att stärka framtida arbetsprocesser där man vill ha en hög klimatambition:

- Fokus på tidiga val
- Ökad integration av olika projekteringsverktyg
- Stärkt länk mellan projektering och produktion
- Förtydligat klimatansvar
- Balanserade (och aktivt ställningstagande till) regelverk utifrån klimathänsyn

För en enskild organisation som behöver utveckla sin klimatkompetens inom nyproduktion rekommenderar vi också fortsatt läsning bland annat i den vägledning *Minska klimatpåverkan i byggprojekt* som tagits fram inom SBUF-/SIVL-projektet *Branschgemensam plattform för klimatberäkningar av klimatneutrala byggnader*.

Summary

Within "Lokal Färdplan Malmö 2030 (LFM30), a method is being developed for defining and calculating climate-neutral and climate-positive buildings in terms of the buildings' entire life cycle. As part of the method development and to prepare the market for applying the method, IVL, in collaboration with LFM30, has carried out initiatives to increase knowledge aimed at LFM30's actors. This has consisted of a mixture of training on the use of calculation tools and methodology, individual calculation support and larger experience seminars with, among other, pilot projects and general conclusions based on contact with the actors.

Most of the initiatives to increase knowledge have been devoted to calculating the climate impact of the construction phase (life cycle phase A1-A5) and the climate related effect of improvement measures. In the latter part of the work, efforts were also made to integrate the climate impact of the use phase and measures for negative emissions among the actors. We also conducted a focus study on barriers and possibilities for climate improvements for a building with a concrete foundation. In this we did a focus group interview with individuals that worked in the project in different functions that has impact on the climate impact.

Successful initiatives to increase knowledge were:

- Organize and participate in "climate calculation exercises", this provides internal knowledge nodes to the organization.
- Organize and participate in other types of knowledge exchange between the industry and tool developers, this benefits both.
- Combine group activities with individual support activities
- Share both individual and general experiences to the participants.
- Gather experience in tools and instructions to achieve greater dissemination.
- Strengthen competence in climate calculations and climate improvement measures, this is needed both from a climate perspective and from a competition perspective.
- Use climate impact target values to identify the level of improvement that is needed.
- Work with learning in both the individual project process and in governing processes (concepts, products, internal instructions) for a faster transition.
- As a procurer: use instructions and target values to develop your climate requirements, preferably in combination with other existing support documents to set requirements in procurement.

Based on the focus study with the concrete pilot we see following factors as central for future projects with high climate ambitions.

- Focus on early choices
- More interaction between different tools for project planning
- Increased communication between project planning and production
- Clarified climate responsibility
- Balanced (and active) buildings rules from a climate point of view

For an individual organization that needs to develop its climate competence in new production, we also recommend continued reading in the guide *Minska klimatpåverkan i byggprojekt* developed within the SBUF / SIVL *Branschgemensam plattform för klimatberäkningar av klimatneutrala byggnader*.



Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
Summary	5
Introduktion	8
Klimatneutral och klimatpositiv enligt LFM30	8
Kunskapshöjande insatser för LFM30:s aktörer	10
Klimatberäkningsstugor, seminarier och individuell support	11
Löpare och följare	11
Erfarenheter kring byggskedets klimatpåverkan	13
Effektivt LCA-utförande och lärande.....	13
Sikte mot ett målgränsvärde ger en motor i förbättringsarbetet	14
Byggnadsmässiga erfarenheter.....	15
Erfarenheter kring att beräkna klimatpåverkan från driftenergi samt klimatmässig återbetalning	18
Klimatberäkning av driftenergi med scenariotänk.....	18
Värmeförlusttal – ett nytt begrepp för många.....	19
Återbetalning av klimatskuld – viktigt att fördjupa sig i.....	20
Integrering av klimatkalkyler i affärs- och projektbeslut.....	21
Upphandlingsstöd med beställningsmallar och rekommenderade kravnivåer	22
Rekommendationer för framtida kunskapshöjande insatser	25
Bilaga 1. Exempel på barriärer och möjligheter för klimatåtgärder - en fallstudie av ett betongbaserat flerbostadshus.....	26
Flerbostadshus i betong blev pilotprojekt	27
Klimatförbättrande åtgärder gav effekt.....	29
Processen avgör genomförbarheten för klimatförbättringarna	33
Tidiga val behöver ges stor betydelse	35
Ökad integration av projekteringsverktyg	36
Ledet mellan projekterande och producerande led behöver stärkas	37
Klimatansvaret behöver förtydligas	38
Balanserade (och aktivt ställningstagande till) regelverk utifrån klimathänsyn.....	39



Rapport B 2429 – Klimatberäkning av byggprojekt med mål att nå klimatneutralitet – Lärdomar och erfarenheter från kunskapshöjande insatser för byggaktörer inom Lokal Färdplan Malmö 2030



Introduktion

Inom Lokal Färdplan Malmö 2030 (LFM30) utvecklas en metod för att definiera och beräkna klimatneutrala och klimatpositiva byggnader sett till byggnadernas hela livscykel. Som del av metodutvecklingen och att förbereda marknaden för att tillämpa metoden har IVL i samarbete med LFM30 genomfört kunskapshöjande insatser riktade åt LFM30:s anslutna aktörer. Detta har bland annat gjorts inom Vinnova-projektet *Klimatberäknings-, affärs- och kompetensplattform för en klimatneutral bygg- & anläggningssektor i Malmö 2030* och SBUF/SIVL-projektet *Branschgemensam plattform för klimatberäkningar av klimatneutrala byggnader*.

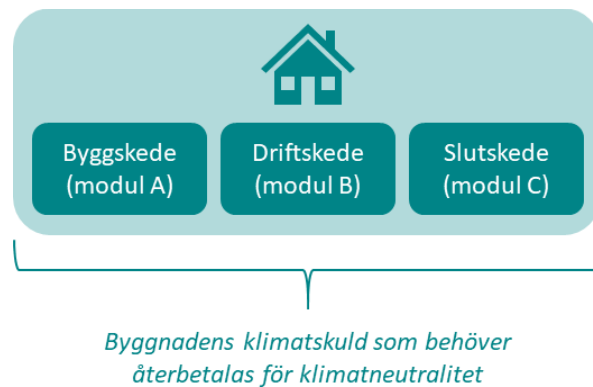
I denna rapport beskriver vi (författare inom IVL) upplägget för de kunskapshöjande insatser som vi bidragit till. Vi ger också en presentation av våra slutsatser från den erfarenhetsåterföring som arrangerats via LFM30 och som byggprojekten vi följt deltagit i. Slutligen sammanfattar vi också våra lärdomar kring arbetsprocessen med aktörerna i ett antal rekommendationer för ett fortsatt lärande kring klimatberäkningar.

Utöver denna erfarenhetssammanställning har de kunskapshöjande insatserna legat till grund för vägledningen *Minska klimatpåverkan i byggprojekt* som tagits fram inom det tidigare nämnda SBUF/SIVL-projektet.

I Bilaga 1 redovisar vi fördjupade erfarenheter kring hinder och möjligheter att bygga i betong med förbättrad klimatprestanda. Dessa erfarenheter kommer från fördjupade beräkningsövningar kring ett pilotprojekt med betongstomme som även följdes upp med en fokusgruppintervju med berörda projektaktörer.

Klimatneutral och klimatpositiv enligt LFM30

En byggnad blir klimatneutral när dess genererade växthusgasutsläpp har kompensrats av lika stora negativa utsläpp (reduktion av växthusgaser från atmosfären) se Figur 1. För att påvisa klimatneutralitet behöver man både kartlägga utsläppen som genereras under byggnadens hela livscykel och beräkna hur de åtgärder man gör neutraliserar dessa. Det senare görs till exempel genom lokal förnybar energiproduktion, kolinlagring och andra åtgärder för återbetalning. Tillsammans ska de faktiska utsläppen och de negativa utsläppen ge en netto-klimatpåverkan för byggnaden. Om de negativa utsläppen överstiger utsläppen övergår byggnaden från klimatneutral till klimatpositiv.



Figur 1. För att en byggnad ska vara klimatneutral behöver de växthusgasutsläpp som uppstår under hela livscykeln (moduler A, B och C enligt EN 15978) kompenseras av lika stora negativa utsläpp.

LFM30 har utvecklat ett koncept att beräkna byggnaders netto-klimatpåverkan över livscykeln via en *klimatbudget*, som övergripande beskrivs med fem olika delsteg¹:

1. Beräkna
2. Förbättra
3. Validera
4. Negativa utsläpp
5. Löpande kontrollera.

Något som skiljer sig här från andra beräkningssystem för netto-klimatneutrala eller netto-klimatpositiva byggnader över livscykeln är att ett målgränsvärde behöver uppnås vad gäller klimatprestanda för den färdigställda byggnaden (det vill säga för Byggskedet, modul A). Först ifall denna nivå (ett så kallat "målgränsvärde", se nedan) uppnåtts kan återbetalning genom negativa utsläpp ner till klimatneutral byggnad tillämpas¹.

Detaljerna kring dessa delsteg omprövas löpande inom LFM30, men en kondenserad, aktuell beskrivning av varje delsteg utifrån LFM30:s *Huvuddokument*¹ ser ut såhär:

1. Beräkna

Klimatberäkning görs för LCA-skede A, Byggskedet och B, Drift- och Användningsskedet. Arbetet redovisas med beräknat LCA-resultat samt kvalitetsrapport och ett signerat intyg om riktigheten i de uppgifter som lämnas (detta genom en egen första-parts-validering).

2. Förbättra

Olika klimatförbättrande åtgärder testas och säkerställer att LFM30:s målgränsvärde för den aktuella byggnadstypen uppfylls. För ett specifikt projekt kan detta endast göras och uppfyllas om beräkningen i delsteg 1 har gjorts i ett relativt tidigt skede.

¹ Detta beskrivs i LFM30:s Huvuddokument, tillgängligt: <https://lfm30.se/wp-content/uploads/2021/09/LFM30-Huvuddokument-Bera%CC%88kning-och-redovisning-av-klimatlo%CC%88fte-Version-1.5.pdf>



3. <Målgränsvärde

Målgränsvärde, max utsläpp av växthusgaser, skall nås innan nästa steg kan tas. Branschgemensamma målgränsvärden finns framtagna för nyproduktion av byggnader. Där branschgemensamma målgränsvärden ännu inte formulerats sätts målgränsvärden (i en särskild LFM30 beslutsprocess) utifrån vad som är ”bästa möjliga teknik som ej kostar onödigt extra”. För mer detaljer kring målgränsvärden se *Huvuddokumentet*.

4. Negativa utsläpp

Negativa utsläpp är återbetalning av den klimatskuld som uppstår av byggprocessen och under livslängden, i enlighet med långsiktiga kriterier.

5. Löpande kontrollera

Ett kontrollsystem används löpande för att balansera och redovisa förändringar under en byggnads livslängd.

För mer information kring dessa delsteg, se *Huvuddokumentet* (referens ovan).

Kunskapshöjande insatser för LFM30:s aktörer

Under 2020 och 2021 har vi (IVL) gett stöd åt byggprojekt att testa remissversioner av LFM30:s metod. Byggprojektens aktörer har löpande återkopplat till ansvariga för metodutvecklingen inom LFM30, vilka utmaningar de stött på och vilka erfarenheter de har dragit av att testa metoden.

Vi har strukturerat våra insatser och tillfällen för återkoppling i huvudsak kring beräkningar av byggskedets klimatpåverkan och förbättringsåtgärder för att nå målnivåer, men vi har även introducerat preliminära beräkningsätt och verktyg för drift- och återbetalningsberäkningar.

Aktörernas arbete med byggprojektets klimatpåverkan har i sin tur bestått av:

1. Att välja ett lämpligt byggprojekt där man identifiera intressanta klimatmässiga slutsatser som kan tillämpas inför kommande projekt.
2. Att utföra en klimatberäkning för byggnaden (byggskedets klimatpåverkan, A-modulen) enligt originalkalkyl/originalutförande i BM (Byggsektorns miljöberäkningsverktyg).
3. Identifiera de bästa och mest effektiva möjliga klimatförbättrande åtgärderna
4. Kalkylera klimatförbättringen av respektive förbättringsåtgärd och identifiera om det är möjligt (och vad som krävs för det) att klara LFM30:s målgränsvärden för byggskedets klimatpåverkan.
5. Ta fram underlag för att beräkna klimatpåverkan från byggnadens driftenergi.
6. Testa olika scenarier kring klimatmässig återbetalning för att se vad som kommer få betydelse för ambitionen att bli klimatneutral eller klimatpositiv.

Arbetsprocess för kunskapshöjning i dessa moment har bestått av:

- a) Inledande utbildning (vid LFM30:s klimatberäkningsstugor och i vissa fall separata webinarier för de projektanknutna aktörerna).
- b) Individuellt arbete hos aktörerna samt löpande supportavstämningar kring detta.
- c) Erfarenhetsdelning (vid klimatberäkningsstugor och i vissa fall separata webinarier internt mellan de projektanknutna aktörerna).

Verktyg för ökade kunskaper som använts och vidareutvecklats inom detta projekt har varit:

- BM (Byggsektorns miljöberäkningsverktyg) 1.0 för klimatberäkning.
- Tekniska anvisningar för BM 1.0.
- Remissversioner av LFM30-metodanvisningsdokument.
- Checklistor till "löpare" och "följare" (se beskrivning av dessa projektdeltagare i *Löpare och följare* nedan) för delar av beräkningarna baserat på remissversioner.
- Excel-fil för drift- och återbetalningsscenarier.

Klimatberäkningsstugor, seminarier och individuell support

Klimatberäkningsexperten från IVL har deltagit i LFM30:s klimatberäkningsstugor på en regelbunden tid varje månad, med 2 timmar per tillfälle. Under dessa tillfällen har vi beskrivit övergripande framdrift och slutsatser kring de olika *delstegen* i LFM30 hos deltagande aktörer. Utöver detta har ett urval av aktörerna från gång till gång fått återge erfarenheter från sina specifika projekt. Beräkningsstugorna har spelats in och tillgängliggjorts för intern användning inom LFM30. De kan därmed vara ett mer långsiktigt och återkommande stöd och erfarenhetsmaterial för aktörerna.

Bland de ytterligare seminarierna utöver klimatberäkningsstugorna har en 3 timmars inledande BM-utbildning för *följarna* samt ett 3 timmars erfarenhetsmöte mellan desamma om deras klimatberäkningar enligt originalutförande genomförts.

Vår individuella support som skett mellan klimatberäkningsstugorna har i regel varit 30 minuters beräkningsavstämning varje eller varannan vecka, samt ytterligare support efter behov över telefon och mejl. I avstämningarna har en eller flera av IVL:s klimatberäkningsexperten deltagit. På avstämningarna har dessa visat tekniska verktygsfunktioner för att underlätta och effektivisera beräkningsarbetet, gett tips för effektiv integration mellan kalkylunderlag och eventuella EPD:er med klimatberäkningen samt gett metodmässiga instruktioner.

Löpare och följare

Våra insatser och klimatberäkningsstugornas fokus var under större delen av 2020 på de tre *löparnas* klimatberäkningsarbete. Löparna är de som varit anknutna till Vinnova-projektets individuella beräkningssupport och som varit först ut att dela kunskap under projektet. De nio *följarna* fick ta del av löparnas erfarenheter (ihop med övriga LFM30-aktörer), och följde sedan efter i samma arbetsprocess. Följarna gavs aktiv individuell support under höst-vinter-vår 2020–2021, främst inom ramen för SBUF-/SIVL-projektet men även delvis inom ramen för Vinnova-projektet.



Organisationerna och byggprojekttyperna som innefattades i de deltagande löpar- och följareprojekten syns i Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Deltagande löpare och följare inom Vinnova- och SBUF-/SIVL-projektet.

	Deltagande aktör 1	Deltagande aktör 2 & 3	Typ av byggprojekt
Löpare			
1.	PEAB (projekt i egen regi)		Flerbostadshus
2.	MVB	Vasakronan/ White Arkitekter	Lokaler
3.	Anebyhusgruppen	Ikano Bostad	Småhus
Följare			
1.	Serneke (projekt i egen regi)		Flerbostadshus
2.	Byggmästar'n i Skåne	Skepnad Arkitekter	Småhus
3.	Wästbygg (projekt i egen regi)		Flerbostadshus
4.	HÄR i Malmö	Stadsfastigheter (Malmö Stad)	Lokaler
5.	JM (projekt i egen regi)		Flerbostadshus
6.	Thage	Stena Fastigheter	Flerbostadshus
7.	PE	Wihlborgs	Flerbostadshus
8.	Fojab	Otto Magnusson	Parkeringshus
9.	Krook och Tjäder		Flerbostadshus

Arbete med att beräkna byggskedets klimatpåverkan och förbättringsåtgärder för detta utfördes under mars till oktober 2020 för löparna och oktober till och med februari för följarna. De sista momenten kring drift och återbetalning genomfördes med löpare och följare tillsammans under de sista supportmånaderna i mars till maj 2021. På detta sätt hann metodutvecklingen för dessa delar utvecklas så långt som möjligt innan både löpare och följare samtidigt började arbeta med detta. Metodiken är dock fortsatt under utveckling.

Erfarenheter kring byggskedets klimatpåverkan

Erfarenheter kring byggskedets klimatpåverkan har växt fram i samband med löparens och följarens beräkningar samt erfarenhetsdelning till övriga aktörer. Vi har sammanfattat dessa under rubrikerna

- **Effektivt LCA-utförande och lärande**
(tillvägagångssätt som underlättar genomförande av klimatberäkningarna)
- **Sikte mot ett målgränsvärde ger en motor i förbättringsarbetet**
(hur absoluta målvärden/gränsvärden driver förbättringsarbete)
- **Byggnadsmässiga erfarenheter**
(exempel på hur olika byggnadsmässiga val och förändringar kan påverka resultaten)

Effektivt LCA-utförande och lärande

Några centrala erfarenheter som identifierats för ett effektivt LCA-utförande och -lärande beskrivs under respektive rubrik nedan. Vissa är på mer övergripande nivå kring lärande och kunskapsspridning medan vissa är mer kring beräkningsteknisk effektivitet i arbetet.

Insatserna har gett interna kunskapsnoder hos deltagande organisationer

Löpare och följare som utfört beräkningar och varit mottagare av beräkningssupport och kunskapshöjande insatser har i ett antal uttalade fall utvecklats till interna utbildare i ämnet inom sina egna organisationer. Denna "train-the-trainers"-aspekt ser vi som ett positivt resultat av projekten gentemot löpare och följare.

Verktys- och metodutvecklare samt byggbranschen gynnas båda av kunskapsutbyte

Den täta dialogen mellan IVL som verktygs- och metodutvecklare samt löpare och följare har lett till kunskapshöjning hos aktörerna men även kontinuerlig återkoppling på verktyg och metod ur utförarens perspektiv. Bland annat har upplevda metodmässiga oklarheter samt förslag på konkreta tekniska funktioner (eller ändringar av funktioner) för beräkningsverktyg (i detta fall BM) kommunicerats. Det är svårt att värdera inverkan av detta på metoddokument och BM:s vidareutveckling, men det är ändå en synligt positiv effekt av kunskapsdelningen. Under projekttiden har ett stort antal nya funktioner för att förenkla beräkningsarbetet implementerats i BM.

Underlagsbehov bör förankras tidigt i projektutförandet

Vi ser att det kan vara mycket avgörande att underlagsbehov för klimatberäkning är förankrat tidigt i projektutförandet. Detta är särskilt viktigt ju större delar av entreprenaden som ligger under underentreprenörer och saknar konkreta kalkylmängder i utförarens ekonomiska grundkalkyl. Desto mer som är "mängdat", det vill säga har angetts i kg i grundkalkylen, desto lättare är det att uppnå en komplett resurssammanställning och därmed komplett klimatberäkning. Det är viktigt att förankra tydligt och gärna tidigt hos underentreprenörer att data över resursåtgång behöver levereras för klimatberäkning, kanske genom att integrera detta som en del i leveranskontrakten. För utförarna har det exempelvis varit krävande att få ut kalkylunderlag eller resurssammanställning från underentreprenörer såsom stomleverantörer,

vilket är av högsta vikt för klimatberäkningen. Detta har varit utmanande även för underentreprenader med fordons- eller maskinarbete på byggplatsen, vilket kan vara en viktig del att räkna på med faktiskt uppmätta värden från produktionen (och inte bara beräknade i tidigt skede). På så sätt slipper man använda konservativa (högt uppskattade) schablonvärden.

Ta hänsyn till att det behövs dataunderlag även för klimatberäkning när den ekonomiska kalkylen tas fram

Förutsättningarna för att göra klimatberäkning på ett tidseffektivt sätt är olika beroende på hur kalkylunderlagen är framtagna, om det är i ekonomiska kalkylprogram (och i så fall vilket) eller på annan väg. De ofta använda kalkylverktygen är olika kompatibla gentemot beräkningsverktyg såsom BM idag. För vissa finns det till exempel fler automatiska kopplingar mot klimatdata i BM och större möjlighet att mängderna kan skrivas ut i kg direkt från kalkylprogrammet istället för blandade enheter. Blandade enheter kräver i BM omräkningsfaktorer, eftersom resursernas klimatdata baseras på utsläpp per kg av respektive inbyggd produkt. För att underlätta beräkningar med ekonomisk kalkyl som underlag behöver kalkylen vara transparent vad gäller exempelvis material- och varutyp, vilket kanske inte krävs på liknande sätt utan klimatberäkning. För aktörer med klimatmässiga ambitioner kan det baserat på detta vara viktigt att se över rutiner kring ekonomisk kalkyl med hänsyn till klimatberäkning.

Schablonvärden för klimatpåverkan är tidseffektivt att använda men gynnar inte beräkningen

Schablonvärden på klimatpåverkan (för till exempel hela byggdelar eller livscykelkedan) kan effektivisera beräkningen tidsmässigt. Men det leder också till mindre precisa resultat än vad som är möjligt. Det går att precisera sin beräkning betydligt och i regel minska den beräknade klimatpåverkan genom att få ut projektspecifika underlag på byggplatsens energianvändning samt installationer och invändiga ytskikt (vilket är delar där schablonvärden ofta används), enligt erfarenheter från löpare och följare. Ventilation i ett småhus, där initialt ett konservativt schablonvärde för ett generiskt ventilationssystem motsvarande 10 kg CO₂e/m² ljus BTA först användes är ett sådant exempel. I en senare justerad beräkning utifrån verklig ventilationskanal erhöles istället ett värde på 1,6 kg CO₂e/m² ljus BTA². Betydelsen av att ersätta en konservativ schablon är såklart olika från fall till fall och beror inte bara på om det finns dataunderlag utan även om fossila eller förnybara bränslen används.

Sikte mot ett målgränsvärde ger en motor i förbättringsarbetet

Löparna och följarna har genomfört sitt klimatberäkningsarbete i strävan att försöka nå LFM30:s målgränsvärden för byggskedets klimatpåverkan, avseende flerbostadshus, småhus och lokaler. Målgränsvärdena används med utgångspunkten att stort fokus ska ligga på att minska klimatpåverkan fram tills färdig byggnad oavsett hur mycket aktörerna sedan har möjlighet att klimatmässigt återbetala detta när byggnaden tagits i drift. Målgränsvärdena styr mot byggnader som är "bäst i klassen" och som kräver byggande med mycket lägre klimatpåverkan än genomsnittsbyggnaden har idag³. De aktuella målgränsvärden anges i Tabell 2 nedan.

² Ventilationens övriga komponenter var här även en del av värmesystemet och hanterades istället där i form av en konservativ schablon avseende generiskt värmesystem.

³ Detta beskrivs i LFM30:s Kravdokument, tillgängligt: <https://lfm30.se/wp-content/uploads/2021/09/Kravdokument-%E2%80%93-Projektiva-CC%8A-version-15.pdf>

Tabell 2 Målgränsvärden per byggnadstyp för LFM30

Byggnadstyp	Målgränsvärde A1-A5 (kg CO ₂ e per m ² ljus BTA)
Flerbostadshus	216
Småhus	171
Lokaler	270

Målgränsvärdena är satta utifrån byggdelsindelningen i byggentreprenörernas byggdelstabell (SBEF) och omfattar alla SBEF-byggdelar ovanför det dränerande lagret och avgränsat av fasadlivet, det vill säga även sådant som installationer och ytskikt. Med den avgränsningen (som i dagsläget ofta får hanteras med konservativa schablonvärden för installationer och ytskikt eftersom kalkylunderlag ofta saknar data för detta) är målgränsvärdena ofta en stor utmaning att klara av. Detta illustreras bland annat av den indikerade normalnivå som anges nedan för flerbostadshus med betongstomme. Inkluderingen av installationer och ytskikt ger en ytterligare lite större utmaning att nå målgränsvärdena.

Att sikta mot målgränsvärden på dessa nivåer innebär att byggaktörer grundligt behöver undersöka förbättringspotential i sina projekt. Resultaten från löpare och följare indikerar exempelvis att en normalnivå för flerbostadshus med betongstomme ofta ligger på cirka 300-400 kg CO₂e/m² ljus BTA (och liknande per BTA). För dessa typer av projekt finns både högt behov och hög potential för förbättringar, och gränsvärdet på exempelvis 216 kg CO₂e/m² ljus BTA kan driva fram nya, alternativa lösningar. Förbättringspotential, utmaningar med mera beskrivs övergripande med exempel i *Byggnadsmässiga erfarenheter* nedan.

Byggnadsmässiga erfarenheter

Nedan anger vi ett antal exempel kring byggnadens utförande med betydelse för klimatpåverkan. Exempelen syftar till att illustrera övergripande vad vi sett kan ha betydelse beräkningsmässigt, och inte för att dra generellt gällande slutsatser kring specifika åtgärdsstyper. Vi har inte heller haft möjlighet att utvärdera resultaten i praktiken.

Betongstomme kräver djupdykning för att nå målgränsvärde

Betong står ofta för en stor del av byggnadens klimatpåverkan, och byggprojekt når av olika skäl ofta inte ner till den klimatpåverkan avseende betong som är möjlig. Bland de aspekter som diskuterats leda till onödigt hög klimatpåverkan från betong enligt erfarenheterna från löpare och följare är:

- Betongklasser som inte alltid fullt ut anpassas efter vart de ska användas, variation i yttre exponering med mera.
- Hållfasthetsklasser för betongen som sätts med större försiktighet än vad som eventuellt är nödvändigt.
- Referensålder ⁴ som väljs rutinmässigt.

⁴ Den ålder då betongens hållfasthet fastställs

- Betongmängd som ibland styrs av till exempel installationslösningar och -dragningar och inte vice versa, exempelvis gällande vad som är en nödvändig bjälklagstjocklek.

För många av de byggprojekt som baseras på betongstomme (såsom de allra flesta flerbostadsprojekt) krävs allomfattande förbättringsåtgärder för att kunna nå gällande målgränsvärde för flerbostadshus på 216 kg CO₂e/m² ljus BTA. Detta har framkommit enligt resultaten från löpare och följare. De preliminära resultat som presenterats för flerbostadshus enligt originalkalkyl vid erfarenhetsåterkopplingarna har indikerat en normalnivå på cirka 300-400 kg CO₂e/m² ljus BTA (och liknande per BTA) för flerbostadshus med betongstomme.

Följande åtgärder för ett flerbostadshus med betongstomme kunde beräkningsmässigt sänka klimatpåverkan ner till i linje med målgränsvärdet:

- Ändring av utfackningsväggar i stål till trä
- Ändring av betong i bjälklag till klimatförbättrad betong
- Ändring utav två av betongbjälklagen i flerbostadshus till trä
- Minskade transportsträckor
- Återbrukat fasadtegel istället för konventionellt

Åtgärderna gav en total minskning på ca 40% (motsvarande cirka 140 kg CO₂e/m² ljus BTA).

En lokalbyggnad visade istället potential att klara målgränsvärdet för lokaler på 270 kg CO₂e/m² ljus BTA genom åtgärder gällande:

- Produktspecifika val av betong, stål och aluminium
- Återbrukat fasadtegel istället för konventionellt
- Byte av stålreglar till träreglar

Att byta till klimatförbättrad betong i prefabelementen, som utöver produktbyte i detta fall gav en kortare transportsträcka, gav en minskning på ca 5% av klimatpåverkan. Betong med ökat vattencementtal⁵ gav likaså en minskning på ca 5%. Genom att se över val av mängd återvunnet innehåll samt transportsträckor/producent för stål uppnåddes en minskning på 10 % av klimatpåverkan. Genom att byta ut en del av tegelfasaden till återbrukat tegel gavs en ytterligare minskning på ca 5%. Totalt visade alla åtgärderna sammanlagt en möjlig minskning av klimatpåverkan på ca 30 %.

För vidare fördjupning kring möjliga förbättringsåtgärder avseende betong, se Bilaga 1.

Trästomme ger ett bra utgångsläge gentemot målgränsvärdena

För de ingående byggprojekten baserade på trästomme, till exempel ett par småhusprojekt (radhus och kedjehus) samt ett flerbostadshus har en tydlig potential att klara respektive målgränsvärde visats, antingen direkt enligt originalkalkyl eller med hjälp av vissa förbättringsåtgärder.

Bland annat justering av betongtyp i grundläggning till klimatförbättrad betong, byte av tegelfasad från konventionellt till återbrukat tegel eller träfasad samt byte av isoleringsmaterial är

⁵ Förhållandet mellan vatten och cement (kg vatten/kg cement) i betong



förbättringsåtgärder som visat potential att leda ner till målgränsvärdet där detta inte uppnåtts enligt originalkalkyl redan.

Klimatpåverkan kan slimmas steg för steg

Utöver större åtgärder som till exempel alternativa stomlösningar/kombinerade stomlösningar samt betongval finns det många andra potentiella kompletterande åtgärder. Några exempel på dessa som utvärderats inom LFM30 (vissa redan nämnda) är:

- Byte till återbrukat eller återvunnet material, bland annat för tegel, aluminium och stål
- Byte av isoleringsmaterial
- Reduktion av mängden betong, exempelvis i balkonger (sparformar)
- Byte av tegeltyp till håltegel
- Bränslebyte i transporter

Många olika förbättringsåtgärder, större och mindre, kan konstateras vara både möjliga och i många fall (beroende på byggnadstyp) nödvändiga för att uppnå klimatambitioner likt LFM30:s målgränsvärden.

Erfarenheter kring att beräkna klimatpåverkan från driftenergi samt klimatomässiga återbetalningar

Våra insatser kring beräkning av driftenergi och klimatomässiga återbetalningar har inte kunnat vara lika djupgående som det som gjorts gällande byggskedet. Detta eftersom det under projektens gång dels saknats vissa ställningstaganden kring metodik samt att vissa framtidsprognoser som behövts inte funnits på plats.

För att stödja utvecklingen och påbörja arbetet har en första tidig version av en excelfil för beräkning av drift- och återbetalning tagits fram. Denna har följare och löpare kunnat testa, med fortsatt individuellt stöd. Löpare och följare har testat olika scenarier kring återbetalning genom att ta fram värden för bland annat köpt energi. Vi har sammanfattat erfarenheterna från detta arbete i dessa rubriker:

- *Klimatberäkning av driftenergi med scenarioräkning*
- *Värmeförlusttal – ett nytt begrepp för många*
- *Återbetalning av klimatskuld – viktigt att fördjupa sig i*

Klimatberäkning av driftenergi med scenarioräkning

Då byggnadens energianvändning sker löpande över livslängden kommer de faktiska utsläppen i anslutning till detta avgöras i framtiden. Beräkning av detta är därför framåtblickande och bygger på antaganden och scenarier för framtida utveckling av energisystem. De underlag och data som behöver tas fram och hanteras för att beräkna klimatpåverkan av driftskedet innefattar bland annat:

- Data över köpt energi som används i byggnaden – både el, värme samt eventuell kyla (till exempel från energideklarationer).
- Data över eventuell lokal energiproduktion.
- Emissionsfaktorer (klimatpåverkan per mängd energi) som är gällande när byggnaden tas i drift.
- Energisystemscenarier för klimatpåverkans utveckling över tid, beräknat för den valda referensperioden – både för elsystem och värmesystem.

Vi har sett i arbetet med löpare och följare att det är relativt enkelt att ta fram de dataunderlag för byggnaden som behövs för att beräkna klimatpåverkan från driftenergi. Det har i ett flertal projekt dock funnits behov av att involvera aktörer utöver det aktuella projektteamet. Detta har framförallt gällt energikonstuler vars roll och kompetens blir en viktig del i klimatberäkningsarbetet. Dataunderlaget för byggnadens energianvändning kan innan färdigställande av byggnaden hämtas från energiberäkning. Om beräkningen görs några år efter byggnaden tas i drift kan dataunderlag också hämtas från energienergideklarationer.

Klimatpåverkan beräknas sedan genom att koppla de olika energivärdena mot aktuella emissionsfaktorerna.

Våra erfarenheter från arbetet med löparna och följarna har också visat på utmaningar i att se effekterna som val av värmekälla kommer ha på driftenergens klimatpåverkan över tid. Resultatet från en klimatberäkning av driftenergi är beroende av scenarier kring hur energisystemet och dess emissionsfaktorer utvecklas över tid samt vald referensperiod. Beräkningsutförare behöver vara medvetna kring vilka sådana antaganden som ingår i beräkning samt scenarier, osäkerheterna i dessa och hur stor inverkan dessa val har.

Ett exempel rörande detta gäller ifall man räknar med ett scenario där fjärrvärme framöver inkluderar bio-CCS (det vill säga avskiljning och lagring av koldioxid) eller inte. Beroende på hur detta utvecklas och hur antaganden är gjorda kan detta göra avsevärd skillnad när fjärrvärmerna jämförs klimatmässigt med elbaserade värmelösningar, såsom värmepumpslösningar.

Värmeförlusttal – ett nytt begrepp för många

Inom LFM30 ställs ett krav på att beräkna värmeförlusttal (VFT) i enlighet med FEBY18⁶. Förslaget är att i dagsläget börja med att uppfylla lägst FEBY18 nivå silver⁷. Våra insamlade erfarenheter från löpare och följare visar på att VFT kan vara utmanande och kräva annan kompetens än beräkningen av byggskedets klimatpåverkan. Detta för att tillräckligt behärska de termiska byggnadsfysiska begrepp som hanteras. Utmaningar som upplevts omfattar även att det kan vara brist på nödvändiga indata vid tiden för beräkningen, gällande till exempel konstruktionslösningar och materialmängder. Dialog med exempelvis energikonsult kan behövas för att beräkna och aktivt förbättra värmeförlusttalet.

Genom att beräkna VFT ges en indikation på hur väl byggnaden är utformad ur energisynpunkt, vilket i sin tur ställer krav på termisk kvalitet i byggnaden. Detta innebär i förlängningen ett tydligt krav på att klimatpåverkan från driftenergin inte enbart ska återbetalas utan den ska även i grunden vara relativt låg.

VFT beräknas som summan av byggnadens värmeförluster via transmission, infiltration (luftläckning via klimatskal) samt ventilation. Det innebär att man kan påverka det genom att se över bland annat utformning av klimatskalet såsom isolering och fönster, minskade ventilationsförluster och läckageflöden samt en yteffektiv byggnadsutformning. Underlag och data som behöver tas fram och hanteras för att beräkna värmeförlusttalet innefattar bland annat:

- Energivärden (U-värden) för klimatskal
- Omfattning av köldbryggor
- Areor för klimatskal
- Ventilationsdata

⁶ Detta beskrivs i FEBY Kriteriedokument, finns tillgänglig här: <https://www.feby.se/Kriterier>

⁷ 19 [W/m² Atemp]

Återbetalning av klimatskuld – viktigt att fördjupa sig i

För att en byggnad ska kunna klassas som klimatneutral behöver byggnadens klimatskuld återbetalas. Inom branschen finns idag inte gemensamma svar på hur återbetalningen får göras utan detta beror på i vilket sammanhang, certifiering eller liknande som byggnaden ingår i. Oavsett vilken metodik eller standard som gäller behöver man göra en mängd antaganden, bland annat för de framtidsscenario som behövs för vissa återbetalningsstrategier. Detta kan gälla till exempel mängden lokal förnybar elproduktion som kan upprätthållas under byggnadens livslängd eller hur avfallshantering kommer se ut i byggnadens slutskede.

Trots att löpare och följare tills nu inte hunnit någon längre fördjupning i detta, finns det vissa, mycket initiala, erfarenheter om att kunna åstadkomma en effektiv återbetalning. Exempel på detta är:

- Att återbetala delar av sin klimatskuld redan direkt i samband med överlämnandet av byggnaden kan kräva noggrann planering i tidiga skeden. Exempelvis, så att byggprojektet ger faktiska kolsänkor (lagring av bunden koldioxid från atmosfären) och att förnybar energi kan implementeras.
- Geometri och orientering kan ha betydelse för återbetalningen, vilket bör beaktas i designskedet. Bland annat avser detta en energieffektiv (och i förlängningen klimateffektiv) form på klimatskalet samt att kunna förbättra förutsättningarna för lokal produktion av solcellsel och andra återbetalningsåtgärder på fastigheten.
- Att inkludera trä i byggnaden och därmed kunna tillgodoräkna sig dess negativa utsläpp (genom inbyggt biogent kol) ger väsentliga fördelar för återbetalning av klimatskulden.

Integrering av klimatkalkyler i affärs- och projektbeslut

LFM30 har ambitionen att integrera erfarenheter på organisatorisk nivå inom företagen, vilket vi ser som ett måste för att klara målen om att halvera sin klimatpåverkan samt starta minst ett klimatneutralt projekt tills 2025. Kunskapsdelningen ihop med löpare och följare har pekat på vissa aspekter för att kunna integrera klimatkalkyler i affärs- och projektbeslut. Vi har kategoriserat våra erfarenheter kring detta under rubrikerna:

- *Samordning och styrning behövs inom organisation och projektorganisation*
- *Nya eller okonventionella lösningar har börjat övervägas och integreras i planer*
- *Klimatkalkyler blir allt vanligare i upphandling av byggentreprenör*

Samordning och styrning behövs inom organisation och projektorganisation

De förbättrande åtgärder löpare och följare beräknat för byggskedets klimatpåverkan kan kräva mycket samordning för att genomföras i praktiken. Det som beräknats och avses byggas in innan byggstart kan riskera att förändras jämfört med det som till sist upphandlas och byggs in om inte frågan ligger i fokus i hela projektet.

Om en alltför "linjär" projekt-/beslutsprocess används inom projektet kan klimatpåverkan bli högre än nödvändigt. Detta kan gälla exempelvis att mer homogena och invanda produktval beslutas för att kunna undvika omtag och djupare överväganden kring olika kvalitetsfrågor. Beslutsprocesserna kan behöva ha en mer optimerande dialog mellan olika discipliner av projektet för att åstadkomma större klimatförbättrande resultat. Projektstyrande discipliner kan agera för detta till exempel genom att engagera en ständigt involverad "klimatledare" eller liknande som samordnar projektets klimatarbete och koordinerar dialog. Exempel inom LFM30 visar att när fler aktörer integrerats i arbetet och dialogen kring de klimatförbättrande åtgärderna, till exempel kalkylator, byggprojektledare, konstruktör, akustiker och betongleverantör, kan åtgärder som inte varit aktuella tidigare identifieras.

Nya eller okonventionella lösningar övervägs och integreras i planer och styrande handlingar

Nya eller okonventionella lösningar har övervägts eller integrerats i planer och styrande handlingar för kommande projekt som följd av de genomförda beräkningarna i LFM30. Mest tydligt berör detta lösningar för kommande flerbostadshus. Flera aktörer som bygger företrädesvis med betongstomme har sett tydliga klimatförbättringsbehov och omsatt detta till konkreta planer eller slutsatser kring bygglösningar såsom:

- Att ha integrerat i sitt så kallade klimatlöfte åt LFM30 att bygga projekt delvis baserat på korslimmat trä framöver.
- Kommunicerat ett troligt behov av att kombinera betong- och träbjälklag för att klara målgränsvärdet.

Klimatberäkningarna och läroprocessen har alltså haft potential att påverka organisationernas konkreta projektplaner på ett bestående sätt.

Klimatkalkyler allt vanligare i upphandling av byggtreprenör

Dialogen mellan löpare, följare och specialister vid bland annat klimatberäkningsstugorna har visat att krav på klimatkalkyl numera allt oftare tillämpas vid upphandling av byggtreprenörer. Ett antal aktörer har påtalat att rutinen att genomföra klimatberäkningar stärkts kraftigt under de allra sista åren när detta oftare varit ett krav i byggtreprenaden. Detta understryker vikten av att fortsatt stärka kompetensen kring klimatberäkningar, klimatförbättrande åtgärder och att integrera kunskaperna i sin organisation.

Upphandlingsstöd med beställningsmallar och rekommenderade kravnivåer

De kunskapshöjande insatserna åt LFM30 har inte inriktats specifikt mot stöd i upphandling, men erfarenheterna kan ändå appliceras där på olika sätt. Detta kan göras i kombination med stöd för upphandling som tagits fram sedan tidigare.

Bland dessa finns *Vägledningen för klimatkrav vid upphandling av byggprojekt* som togs fram av IVL i projektet Klimatkrav till rimlig kostnad under våren 2020, med finansiering av Stiftelsen IVL, Sveriges Allmännyttan och Kommuninvest⁸. Här deltog även ett antal pilotprojekt bestående av byggherrar och entreprenörer, som delvis även deltagit som följare inom LFM30. Vägledningen för klimatkrav stöttar beställare bland annat med konkreta texter att integrera till anbudsfrågor, guidning kring vilka sätt att ställa klimatkrav som tillämpas idag, avvägningar kring dessa samt olika referensvärden för klimatpåverkan.

På LFM30:s hemsida⁹ finns också hjälpmedel, inklusive upphandlingstexter, för hur en byggherre kan kravställa tillämpning av LFM30:s metod för klimatbudget i enskilda projekt.

Anbudstexter anpassade efter LFM30:s målgränsvärden

Texterna för anbudsfrågor i ovan angivna vägledning kan kombineras med de resultat och den kunskap som utvecklas inom LFM30. Exempel på detta är att sammanfoga dem med LFM30:s målgränsvärden. Därutöver kan man även hänvisa till LFM30:s beräkningsanvisningar och/eller Tekniska anvisningar för BM1.0 för att ytterligare specificera beräkningskraven. Detta kan i en upphandlingstext för ett flerbostadshus se ut såhär:

Anbudsgivaren ska i anbudsskedet redovisa klimatpåverkan för inlämnat anbud enligt anvisningar och omfattning i bifogade anvisningsdokument. Klimatpåverkan, för definierad omfattning i anvisningarna, får max vara 216 kg CO₂ e/m² ljus BTA. Detta gränsvärde är fastställt utifrån att det utgör målgränsvärdet enligt bifogade anvisningar.

Alternativt:

Vinnande anbudsgivare ska i samband med slutbesiktning av det aktuella projektet redovisa klimatpåverkan för det aktuella projektet enligt anvisningar och omfattning i bifogade anvisningsdokument. Klimatpåverkan, för definierad omfattning i anvisningarna, får max vara 216 kg

⁸ Vägledningen för klimatkrav vid upphandling av byggprojekt finns tillgänglig här:

https://www.klimatkravtillrimligkostnad.se/download/18.3caf9fbc174fee4974b23cf/1603213187961/vagledning-klimatkrav_till_rimlig_kostnad.pdf

⁹ LFM30:s hemsida: <https://lfm30.se/>



CO₂ e/m² ljus BTA. Detta gränsvärde är fastställt utifrån att det utgör målgränsvärdet enligt bifogade anvisningar.

Anbudstexter för en utvecklad kunskapsnivå, överblick av förbättringsbehov med mera
Utvecklingsbehovet är stort för många aktörer för att kunna klara målgränsvärdena enligt erfarenheterna från de kunskapshöjande insatserna. Erfarenheter om förbättringsbehov och förbättrande åtgärder behöver därför förankras under kommande år. Om byggupphandlaren inte bedömer det som rimligt att ställa krav enligt målgränsvärdena kan andra krav tillämpas initialt.

Det kan vara ett lämpligt steg att använda informationskrav och förbättringskrav. Denna typ av krav beskrivs närmare i Vägledningen för klimatkrav, men i korthet är informationskrav sådana krav som endast kräver att beräkning genomförs (utan krav på prestandanivå) och förbättringskrav är sådana som kräver en förbättring jämfört med någon referenspunkt (till exempel ett initialt beräkningsresultat i tidigt skede). Att använda informationskrav och förbättringskrav kan ses som en process mot att sedan kunna ställa prestandakrav efter exempelvis LFM30:s målgränsvärden.

Syftet är bland annat att ringa in vad som behövs för att ett prestandakrav likt 216 kg CO₂ e/m² ljus BTA (eller liknande per BTA) för ett flerbostadshus ska kunna uppfyllas inom ett vanligt byggprojekt. Byggupphandlare så väl som entreprenörer behöver få ökad uppfattning om vilka klimatförbättrande ändringar jämfört med ett typutförande som idag som är mest effektivt. Vägledningens texter för informationskrav och förbättringskrav kan här kombineras med särskilda tillägg kopplat till målsättningar som finns inom LFM30. Detta kan hjälpa till att belysa förbättringspotentialen och skarpt driva projektet mot klimatförbättringar.

Exempel för informationskrav:

Anbudsgivaren ska i sitt anbud redovisa klimatpåverkan för inlämnat anbud enligt anvisningar och omfattning i bifogade anvisningsdokument. En övergripande analys kring den huvudsakliga klimatmässiga förbättringspotentialen för byggprojektet ska bifogas detta.

Alternativt:

Vinnande anbudsgivare ska i samband med slutbesiktning redovisa klimatpåverkan till beställaren. Klimatdeklarationen ska baseras på det slutgiltiga utförandet av projektet enligt anvisningar och omfattning i bifogade anvisningsdokument. En övergripande analys kring den huvudsakliga klimatmässiga förbättringspotentialen för byggprojektet ska bifogas detta.

Exempel för förbättringskrav (för ett flerbostadshus):

Anbudsgivaren ska i anbudsskedet redovisa klimatpåverkan för inlämnat anbud enligt anvisningar och omfattning i bifogade anvisningsdokument. Vinnande anbudsgivare ska under detaljprojekteringen lämna förslag på åtgärder för att minska projektets klimatpåverkan för de fem (5) mest klimatpåverkande materialslagen. Dessa ska även prissättas, så att beställaren har möjlighet att avropa dessa åtgärder. Bifogat till redovisade förbättringar ska en analys redovisas kring vilka ytterligare förbättringar som (om så är fallet) bör vara nödvändiga för att klara aktuellt målgränsvärde på 216 kg CO₂ e/m² ljus BTA.

Det bör finnas god möjlighet framöver att koppla ihop klimatberäkningserfarenheter och befintliga sätt att ställa upphandlingskrav på detta sätt. Detta kan hjälpa organisationerna att få en tydlig bild av vilka typer av byggprojekt och -lösningar som kan klara målgränsvärdena,



Rapport B 2429 – Klimatberäkning av byggprojekt med mål att nå klimatneutralitet – Lärdomar och erfarenheter från kunskapshöjande insatser för byggaktörer inom Lokal Färdplan Malmö 2030

genom sina beräknade projekt, och i förlängningen ha möjlighet att uppnå klimatneutrala byggnader.



Rekommendationer för framtida kunskapshöjande insatser

De kunskapshöjande insatserna har lett fram till en bredd av erfarenheter inom olika områden. Vi har här sammanfattat rekommendationer i korthet kring just kunskapsinsatser inom området baserat på det vi sett som framgångsrikt i dessa projekt.

- Anordna och delta i "klimatberäkningsstugor", detta ger interna kunskapsnoder till organisationen.
- Anordna och delta i andra typer av kunskapsutbyten mellan branschen och verktygsutvecklare, detta gynnar båda.
- Kombinera gruppaktiviteter med enskilda stödaktiviteter i kunskapshöjande insatser.
- Återför både enskilda och generella erfarenheter till de medverkande.
- Samla erfarenheter i verktyg och anvisningar för att uppnå större spridning.
- Stärk kompetensen kring klimatberäkningar och klimatförbättrande åtgärder, detta behövs både ur klimathänsyn och ur ett konkurrensperspektiv.
- Använd målgränsvärden för klimatpåverkan för att identifiera nivån av förbättringsbehov.
- Jobba med lärande i både den enskilda projektprocessen och i styrande processer (koncept, produkter, interna anvisningar) för en snabbare omställning.
- Som byggupphandlare: använd anvisningar och målgränsvärden för att utveckla era klimatkrav, gärna i kombination med andra befintliga stöddokument för att ställa krav i upphandling.

För en enskild organisation som behöver utveckla sin klimatkompetens för nyproduktion rekommenderar vi fortsatt läsning bland annat i den vägledning *Minska klimatpåverkan i byggprojekt* som tagits fram inom SBUF-/SIVL-projektet.

Bilaga 1. Exempel på barriärer och möjligheter för klimatåtgärder - en fallstudie av ett betongbaserat flerbostadshus

I denna bilaga redovisar vi erfarenheter från en fördjupad fallstudie kring möjligheterna att bygga i betong med förbättrad klimatprestanda. Genom bilagan rapporterar vi den projektandel som heter *Stöd metodval i tidiga skeden med fokus på stomme och klimatskal* inom SBUF/SIVL-projekt *Branschgemensam plattform för klimatberäkningar av klimatneutrala byggnader*. Projektets huvudleverans är vägledningen *Minska klimatpåverkan i byggprojekt*.

Vi redovisar i denna bilaga:

- **Klimatberäkning** av utvalda förbättringsåtgärder för ett pilotprojekt som är ett flerbostadshus med betongstomme
- **Fokusgruppintervju** med aktörer kopplade till pilotprojektet

Genom att klimatberäkna förbättringsåtgärder för det utvalda pilotprojektet jämfört med dess originalutförande har vi i fallstudien visat ett exempel på när klimatomässiga förbättringar kan uppnås för betongbaserade flerbostadshus. Det valda pilotprojektet är ett standardprojekt för en av de betydande fastighetsutvecklarna på den svenska bostadsmarknaden. Byggskedets klimatpåverkan enligt originalutförande beräknades till cirka 330-375 kg CO₂e/m²BTA (resultat varierar beroende på vilken byggdelsavgränsning¹⁰ som väljs, se Tabell 3). Detta är inom en relativt normal nivå för flerbostadshus med betongstomme idag, där det krävs förbättringar för att bland annat klara målgränsvärdet inom LFM30 (se rapportdelen *Sikte mot ett målgränsvärde ger en motor i förbättringsarbetet* ovan). En minskning av klimatpåverkan med upp emot 23 % kan dock uppnås enligt beräkningarna för exempelprojektet med dess förutsättningar i jämförelse med originalutförandet. De förbättringar vi identifierade som betydande för att sänka klimatpåverkan var produktval, justeringar av hållfasthetsklasser eller referensålder¹¹. En betydande del av förbättringspotentialen fastställdes genom samråd med betongleverantörer som kontaktades under arbetets gång, vilket vi anser visar en betydelse av denna dialog. Den åtgärd som kom att ge störst effekt i just detta pilotprojekt var ett byte till en klimatförbättrad betong¹² för fabriksbetong i våningsbjälklag.

Vi följde sedan upp beräkningarna med en fokusgruppintervju med aktörer kopplade till pilotprojektet. Detta för att undersöka hur dessa åtgärder ska kunna bli verklighet samt diskutera hur man skulle kunna minska klimatpåverkan ännu mer. Utifrån denna redogör vi slutligen för

¹⁰ Avgränsningen av vilka delar i byggnaden som ska ingå i en klimatberäkning görs inte på samma sätt i alla sammanhang (särskilt vad gäller delar såsom installationer och ytskikt).

¹¹ Den ålder då betongens hållfasthet fastställs

¹² Betong vars sammansättning optimerats för minskad klimatpåverkan

vikten av beslut i tidiga skeden för att möjliggöra klimatoptimering samt hur ett byggprojekts organisation och värdekedja kan integreras för att uppnå bästa möjliga resultat.

Flerbostadshus i betong blev pilotprojekt

Av de nio följjarprojekten i SBUF/SIVL-projektet ansåg vi tre vara intressanta för en fördjupad fallstudie. Samtliga tre tillfrågades och följjarprojektet med byggbolaget Serneke valde att medverka med en pilotbyggnad.

Utifrån Sernekes pilotbyggnad har förbättringsåtgärder jämfört med dess originalutförande klimatberäknats. Detta för att illustrera vilka frågor som kan vara viktiga för att uppnå minskad klimatpåverkan, inte för att dra generellt gällande slutsatser kring specifika åtgärdstyper.

Sernekes pilotbyggnad (eller *pilotbyggnader*) Brf Knytkalaset, Malmö, se bild i Figur 2, består av två punkthus med 44 lägenheter. Byggnadsytan är 3733 m²BTA. Utförande avseende betong är en kombination av prefab- och fabriksbetong, med skalväggar, lätta utfackningsväggar och plattbärlag.



Figur 2. Sernekes pilotprojekt Brf Knytkalaset, Malmö

Byggnadens klimatpåverkan för byggskede A1-A5 före några förbättrande åtgärder (det vill säga enligt originalutförande) ser ut enligt Tabell 3 nedan. Två olika resultat inkluderas, ett med respektive utan konservativa schablonpåslag för byggdelarna invändiga ytskikt och installationer (proportionellt utfördelade över modulerna), som inte ingått i beräkningen.

Vi identifierade möjliga förbättringsåtgärder genom att sätta ihop ett team bestående av klimatberäkningskompetens från IVL, betong- och konstruktionsexpertis från Cementa samt kalkylingenjör och projektchef från Serneke. Genom att tillsammans studera systemhandlingar för pilotprojektet och tidigare genomförda beräkningar för liknande byggnader samt genom att konsultera betongleverantörer vid ett par möten kunde vi definiera och avgränsa förbättringsåtgärder.

Vi klimatberäknade effekten av respektive förbättringsåtgärd i Byggsektorns Miljöberäkningsverktyg (BM). Under arbetet diskuterade vi och beaktade vi även åtgärdernas genomförbarhet. Bedömning av detta noterades i matrisform i nedanstående Tabell 4, utifrån

alternativen "Direkt tillämpbar", "Tillämpbar vid särskilda beaktanden" och "Trolig inom ett par år".

Klimatpåverkan för originalutförandet på cirka 330 till 375 kg CO₂e/m² BTA (variabelt resultat beroende på byggdelsavgränsning, se Tabell 3) är ett relativt typiskt resultat för betongbaserade flerbostadshus idag. Större delen av de klimatförbättrande åtgärderna bedömdes som "direkt tillämpbara" för projektet (se Tabell 4). Den nivå av klimatförbättring som teoretiskt uppnåddes för detta pilotprojekt (cirka 74 kg CO₂e/m² BTA) tror vi därför kan vara rimlig att uppnå för fler flerbostadshus på marknaden. Hur möjligheterna ser ut beror dock givetvis på det enskilda projektets förutsättningar.

Tabell 3. Klimatpåverkan för pilotbyggnaden enligt originalutförandet uppdelat på A1-3, A4, A5.1 och A5.2-A5.5 (med och utan konservativa schablonpåslag¹³ för invändiga ytskikt och installationer)

LCA-modul	Resultat (utan schablonpåslag, kg CO ₂ e/m ² BTA)	Resultat (med schablonpåslag, kg CO ₂ e/m ² BTA)
A1-3 Produktskede	262	304
A4 Transport	29	33
A5.1 Spill, emballage och avfallshantering	10	12
A5.2-A5.5 Bygg- och installationsprocessen (Schablon)	27	27
Totalt A1-A5	328	376

Vi följde därefter upp beräkningarna genom att ett team bestående av klimatexperter från IVL, en arkitekt från White Arkitekter och en konstruktör från Tyréns genomförde en fokusgruppintervju med nyckelaktörer kopplade till pilotprojektet. I denna fångade vi in erfarenheter av strategier för klimatoptimering av betong. Syftet med denna kvalitativa fördjupning var att fånga upp en beskrivning av processen och synliggöra erfarenheter. Det syftar alltså inte till att dra generella slutsatser kring specifika strategier.

De nyckelaktörer som bjöds in till fokusgruppintervjun representerade byggherre/beställare, entreprenör/produktion, konstruktör, arkitekter, betongleverantörer, akustiker, brandingenjör. Samtliga tackade ja till att medverka i intervjun. Vi lade upp intervjun utifrån de klimatförbättringsåtgärder som identifierats i tidigare skede. Detta för att i dialog synliggöra barriärer och möjligheter samt vilket handlingsutrymme som de olika rollerna upplever sig ha för att kunna genomföra åtgärderna. Intervjun har således gått djupare in på de frågor som styr om åtgärder som identifierats i den kvantitativa delen (där åtgärderna klimatberäknades) är möjliga. Även alternativa möjligheter att minimera klimatpåverkan från betong i projektet diskuterades av deltagarna i studien. Baserat på denna intervju sammanfattar vi projektets erfarenheter och ger rekommendationer för hur en framtida arbetsprocess för klimatförbättrade betongbyggnader kan erhållas. Olika citat ges även från fokusgruppintervjun samt från en resultatkonferens som hölls av IVL och LFM30 via zoom 8 juni 2021.

¹³Dessa konservativa schablonpåslag per byggdelen används ofta idag i brist på projektspecifika data, och anges bland annat i *Anvisningar för LCA-beräkning av byggprojekt*, här:

<https://www.ivl.se/projektwebbar/klimatkrav-till-rimlig-kostnad/anvisningar-lca-berakning-byggprojekt.html>



Klimatförbättrande åtgärder gav effekt

I Tabell 4 nedan sammanställer vi de åtgärder som beräknats och vilken förbättringseffekt de kan få på pilotprojektet. En bedömning av åtgärdernas tillämpbarhet samt andra aspekter som kan vara viktiga för att möjliggöra lösningen redovisas också. För transparensens skull framgår specifika produktnamn vad gäller åtgärder och beräknat resultat kring klimatförbättrad betong, där de specifika åtgärderna/produktvalen fastställts i direkt dialog med betongleverantören. I andra exempel än detta kan givetvis andra liknande produkttyper vad gäller klimatförbättrad betong vara aktuella.

Tabell 4. Matris över de studerade åtgärdernas beräknade klimateffekt, nivå av tillämpbarhet samt särskilda beaktanden för att möjliggöra genomförande och ytterligare noteringar (sida 1 av 2)

<---- Nivå av tillämpbarhet---->									
Punkt	Ursprungliga förutsättningar	Åtgärd	Direkt tillämpbar	Tillämpbar vid särskilda beaktanden	Trolig inom ett par år	Särskilda beaktanden	Potentiella ytterligare förbättringar	Beräknad klimateffekt (minskning av kg CO ₂ ekv/m ² BTA)	Kommentar
1	Platta på mark - Fabriksbetong, XC1, C35/45 vct 0,6	BIO3	Ja			Denna åtgärd kräver extra kontrollmoment gällande fuktsäkerhet.	Eventuellt en hållfasthetsklass lägre och eventuellt högre vct.	3,65	Riktvärde 165 kg CO ₂ ekv/m ³ betong (referens 270 kg CO ₂ ekv/m ³ betong)
2	Fundament och sulor - Fabriksbetong, XC4, C35/45 vct 0,55	C30/37, BIO1	Ja				Eventuellt en förändrad referensålder, från 28 till 56 dygn, vilket ändrar klinkermängd/vct. Klimatmässigt och sprickmässigt blir detta bättre. Möjlighet också att använda BIO2 vid ny standard.	3,26	Riktvärde 230 kg CO ₂ ekv/m ³ betong (referens 255 kg CO ₂ ekv/m ³ betong)
3	Hissgropar - Fabriksbetong, XC4, C35/45 vct 0,55	C30/37, BIO1	Ja				Eventuellt en förändrad referensålder, från 28 till 56 dygn, vilket ändrar klinkermängd/vct. Klimatmässigt och sprickmässigt blir detta bättre. Möjlighet också att använda BIO2 vid ny standard.	0,18	Riktvärde 230 kg CO ₂ ekv/m ³ betong (referens 255 kg CO ₂ ekv/m ³ betong)
4	Socklar i fasad - Fabriksbetong, XD3/XF4, C40/50 vct 0,4	C35/45, FrostBI BIO2	Ja					0,19	Riktvärde 305 kg CO ₂ ekv/m ³ betong (referens 285 kg CO ₂ ekv/m ³ betong) De ursprungliga förutsättningarna är satta till samma som för ett brobygge i princip. Kunde varit andra och/eller olika exponeringsklasser för respektive huskropp. Detta studeras dock inte närmre här p g a låg klimatmässig inverkan totalt sett p g a låg betongvolym.
5	Våningsbjälklag - Fabriksbetong, XC1, C30/37 vct 0,6	BIO3	Ja			Denna åtgärd kräver extra kontrollmoment gällande fuktsäkerhet.		35,1	Riktvärde 165 kg CO ₂ ekv/m ³ betong (referens 270 kg CO ₂ ekv/m ³ betong)
6	Invändiga väggar - Fabriksbetong, XC1, C30/37 vct 0,6	BIO3 reducerad till 16 sten	Ja				Eventuellt en förändrad referensålder från 28 till 56 dygn, vilket ändrar klinkermängd/vct.	6,85	Riktvärde 155 kg CO ₂ ekv/m ³ betong (referens 255 kg CO ₂ ekv/m ³ betong)

(sida 2 av 2)

<--- Nivå av tillämpbarhet --->

Punkt	Ursprungliga förutsättningar	Åtgärd	Direkt tillämpbar	Tillämpbar vid särskilda beaktanden	Trolig inom ett par år	Särskilda beaktanden	Potentiella ytterligare förbättringar	Beräknad climateffekt (minskning av kg CO2ekv/m2 BTA)	Kommentar
7	Bjälklagstjocklek, 270 mm	Reduceras med 20 mm till 250 mm (av BIO3)		Ja		Kan kräva andra installationsrör (t ex ovala rör).	Bör vara möjligt att göra ytterligare 10 mm reducerad tjocklek.	2,9	
8	Generisk armeringstyp, "Armering, galvad (IVL LCR)" i BM	Skrotbaserad armering	Ja					9,67	Klimatvärde skrotbaserat 0,37 kg CO2e/kg (referens 0,925 kg CO2e/kg)
9	Skalväggar - Prefab. Generisk prefab, "Skalvägg 200 mm (IVL LCR)" i BM	Klimatreducerande utförande, BIO1 (preliminära uppgifter, se kommentar)		Ja		Bygger på de preliminära uppgifterna från leverantör.	Logistikfrågor i tillverkningen kan inverka. Om 24 h-scheman i tillverkning kan frångås går det att minska mer.	6,78	Inväntar slutgiltiga uppgifter från leverantör, förbättringsuppgifter från ett generellt produktblad används här tillsvidare.
10	Balkonger - Prefab. Generisk prefab, "Trappor och balkonger (IVL LCR)" i BM	Klimatreducerande utförande, BIO1 (preliminära uppgifter, se kommentar)		Ja		Bygger på de preliminära uppgifterna från leverantör.	Krav på exponeringsklasserna skiljer i överkant och underkant. Exponeringsklasserna för använt data i åtgärden är förmodligen överdrivna, samt vct-talet också lågt. Därmed finns ytterligare potential.	2,35	Inväntar slutgiltiga uppgifter från leverantör, förbättringsuppgifter från ett generellt produktblad används här tillsvidare.
11	Balkongplattor i originalutförande utan sparform	Sparformar i balkongplattorna "speglar" - Reducering av betongmängd, 30 %		Ja		Hänsyn behöver tas till dagsljusberäkning. Samma effekter uppnås inte gällande reflektion av dagsljus vilket kan påverka. Arkitekt behöver kopplas in i frågan.		3,5	
12	Plattbärlag - Prefab. Generisk prefab, "Plattbärlag (filigran) (IVL LCR)"	Klimatreducerande utförande (motsvarande som för skalväggar och balkonger)			Ja			0 (Beräkning ej gjord, men bör möjliggöras framöver, se kommentar)	Inväntar uppgifter från leverantör. Leverantör har inte inlett klimatmässig utveckling gällande den här produkten. Erbjuds inte här än så länge.

Totalt

74.43



Rapport B 2429 – Klimatberäkning av byggprojekt med mål att nå klimatneutralitet – Lärdomar och erfarenheter från kunskapshöjande insatser för byggaktörer inom Lokal Färdplan Malmö 2030

Som matrisen visar fick vi fram en total förbättring på cirka 74 kg CO₂e/m² BTA. Utifrån byggnadens resultat enligt originalutförande på cirka 330-375 kg CO₂e/m² BTA bör åtgärderna alltså kunna bidra med en minskning av klimatpåverkan med upp emot 23%.

Processen avgör genomförbarheten för klimatförbättringarna

Vi har sammanställt de barriärer och möjligheter som vi diskuterade för att kunna uppnå minskad klimatpåverkan från betong under fokusgruppsintervjun i Tabell 5. Vi vill med tabellen enbart visa exempel på barriärer och möjligheter som diskuterats, den ger alltså inte generella slutsatser.

Tabellen är uppdelad efter vilket område av material, affärsmodell och samverkan eller geometri barriären eller möjligheten främst berör. Och den visar även vilken disciplin vi menar har ett handlingsutrymme att realisera dess eventuella minskade klimatpåverkan. Intervjun sammanfattas också i löpande text efter tabellen. Många barriärer och möjligheter är varandras motsatser och vi har därför valt att sätta dem i samma tabell. Att möjligheten lyftes under intervjun betyder inte nödvändigtvis att man kommer att tillämpa den utan bara att den diskuterades.

Tabell 5. Möjligheter att minska klimatpåverkan från betong som framkommit av fokusgruppintervju kategoriserat efter främsta område det berör och disciplin som kan tänkas påverka det strategiska arbetet det skulle innebära B – Beställare, E – Entreprenör, P – Projektör, T – Tillverkare;

Exempel: Barriärer för att sänka klimatpåverkan	Exempel: Möjligheter att sänka klimatpåverkan	Vems handlingsutrymme?
Material		
Uttorkning kan många gånger vara dimensionerande för produktion, vilket drar upp cementhalter mer än vad konstruktionen kräver; Det finns delade meningar kring klimatförbättrad betong och dess uttorkningstider	Öka kunskapsnivå kring klimatförbättrad betong	B E P T
	Samarbeta med golvproducent för att hitta golvmaterial/system som fungerar ihop med betongens fuktegenskaper	B E P T
	Samarbeta med betongleverantör för lägre cementhalt	E P T
	Tidigt samråd mellan konstruktör och betongleverantör för att differentiera betongkvaliteter	P T
	Samråd med fuktsakkunnig	B P
	Projektera för att kunna sänka exponeringsklass ¹⁴ genom att t.ex. minska stående vatten i produktion, t.ex. genom att skipa nedsänkningar i badrum	P T
Regler för exponeringsklass är konservativa, vilket tvingar upp	Ingen diskuterad motsvarande möjlighet	

¹⁴Klassificering av hur aggressiv omgivningen är för en viss betongkonstruktions beständighet, till exempel kan det handla om hur utsatt betongen är för frost eller klorider från salt

betongkvalitet och armeringsmängd; Projektering/tillverkning görs ibland med generalitet kring exponeringsklasser; Samma krav för olika miljöer		
Betongstommar är svåra att riva/demontera för framtida demontering/återbruk	Kombinera platsgjutet/prefab utifrån vad som blir bäst avseende transport och klimatförbättring men också avseende flexibilitet och cirkularitet	E P T
Ingen diskuterad motsvarande barriär	Lägre hållfasthet på betongväggar i övre våningar	B E P
	Klimatförbättrad betong där det främst behövs för sin tyngd (t.ex. i trähus)	E P
	Återbrukad ballast	B E P T
	Fiberarmering (ej aktuellt i alla byggdelar)	B E P T
	Samarbeta med lokala betongleverantörer för minskade transporter	B E T
Affärsmodell och samverkan		
Viss utformning sätts av byggherre tidigt; litet utrymme för arkitekt och konstruktör att optimera	Upprätt en klimatbudget i tidigt skede och använd den aktivt; Jämför olika alternativ tidigt för att hitta lösningar	B P
Återkoppling mellan entreprenör och projektering saknas till viss del	Skapa möjlighet för samarbete mellan entreprenör, leverantör och konstruktör för att ta fram bra anvisningar som ger låg klimatpåverkan	E P T
Produktionen är styrande; det är mer kostnadseffektivt att rationalisera och slösa på betongen är tvärtom	Bjud in platschef i projektering	B E
Tidsplaner är styrande och hindrar t.ex. säsongspanering	Försök säsongspanera gjutning; klimatförbättrad betong gjuts helst på sommaren	B E
Geometri		
Våningshöjder styr; detaljplanebegränsningar	Andra bjälklagsdimensioner; Andra installationslösningar för att sänka bjälklagshöjd, t.ex. ovala rör	B P T
Akustik-krav kräver ofta betong; Minskade betongtjocklekar skapar behov av andra akustik- och brandåtgärder samt installationer	Lätta akustiklösningar om geometrin/bjälklagshöjder möjliggörs	B P
Ingen motsvarande barriär	Effektiv grundläggning	E P
Stommen är inte alltid lätt att anpassa till andra funktioner (litet flexibilitetstänk)	Design för flexibilitet och demontering, se över t.ex. anslutningar och mängd armering	B E P T
	Generellt goda möjligheter för framtida håltagning utan förstärkningsåtgärder i platsbyggd stomme	B P
Övrigt		
Återbruk- timing/lager och tillgång är utmaningar	Ingen diskuterad motsvarande möjlighet	B E P T

Baserat på fokusgruppintervjun har vi sammanfattat vissa faktorer som anses centrala för att stärka framtida arbetsprocesser där man vill ha en hög klimatambition. De är beskrivna nedan och inkluderar:

- Fokus på tidiga val
- Ökad integration av olika projekteringsverktyg
- Stärkt länk mellan projektering och produktion
- Förtydligt klimatansvar
- Balanserade (och aktivt ställningstagande till) regelverk utifrån klimathänsyn

I fokusgruppintervjun framkom att många alternativa lösningar var intressanta men aldrig hade prövats då sänkt klimatpåverkan kommit in sent i processen och inte varit styrande. Ofta är det därmed de lösningar som är "lågt hängande frukter" i de senare skederna som är realistiskt att nå. Det diskuterades att handlingsutrymmet för projekterande roller kan utvidgas med en process med extra resurser och rätt kompetens i tidigt skede. Detta kan även stärka klimatberäkningen som styrmedel med likvärdig viktning som andra funktionskrav samt ekonomiska och tidsmässiga ramar.

Tidiga val behöver ges stor betydelse

Det är ofta tidigt i ett projekt som designförutsättningarna sätts för att möjliggöra minimal klimatpåverkan. Sena ändringar i projektet kan bli tidskrävande och kostsamma, om ens möjliga. Tidiga övergripande utredningar av det bärande systemet, materialval och materialeffektivitet kan minimera materialåtgången och kraftigt sänka klimatpåverkan från projektet i sin helhet. Stommen står generellt för en merpart av klimatpåverkan i flerbostadshus i betong. Klimatpåverkan från stommen påverkas förutom materialtyp av bland annat stomstabiliserande system, stommens utformning, placering av vertikalt bärande system och grundläggningsmetod.

"Det är i tidiga skeden som det stora klimatavtrycket sätts. Ju senare man går in och säger att man ska t.ex. klimatkompensera eller minska mängden betong, desto mer konsulttimmar har man lagt på en stomme som inte är den effektivaste."

Konstruktör på byggbolag

I fokusgruppintervjun framkom det att fastighetsutvecklaren tillsammans med arkitekten tagit fram skisser på byggnadens utformning med utgångspunkt i erfarenheter från tidigare projekt. Konstruktören kom därför först in i ett senare projektskede. Detta är en vanligt förekommande process som ofta resulterar i att en standardprodukt upprepas med mindre förändringar. Det fanns heller ingen övergripande större ambition att minimera klimatpåverkan i projektet och därmed heller inget incitament att förändra fastighetsutvecklarens standardprodukt i någon större

omfattning. Det framgick även i intervjun att generella utformningar och val av stomme ofta sätts tidigt av projektbeställaren, samt att detaljplanen kan vara styrande. Ett exempel på det senare är

*”I takt med att man ser konkurrenter, andra exempel m.m.
så känner man sig tryggare, det känns beprövat.”*

Kalkylingenjör på byggbolag

att reglerade byggnadshöjder indirekt kan styra våningshöjder vilket i sin tur kan skapa behov av så tunna bjälklagstjocklekar som möjligt.

Ökad integration av projekteringsverktyg

Det är i de inledande skedena det finns störst potential för klimatförbättringar. Det är därför avgörande att klimatförbättringsåtgärder beräknas och utvärderas redan från de första skisserna.

För att minimera tid och resursåtgång i projektering är det vanligt i det inledande programhandlingsskedet att detaljeringsgraden är låg. I det inledande skedet är det ofta enbart arkitekten som ritar i CAD program eller för hand, och i huvudsak skissar med fokus på rumsorganisation och planer eller för att testa en rad olika varianter på inplacering och byggnadshöjder. Arkitekten modellerar i huvudsak i det här skedet med utgångspunkt i rumsprogrammet. Fokus på planlösning och den begränsade detaljeringsgraden gör att byggnadens materialval och materialåtgång inte tas i betraktning i större utsträckning.

En förutsättning för att kunna göra en klimatberäkning och utvärdera klimatförbättringspotential i tidigt skede är att en resurssammanställning görs. Det innebär att en sammanställning görs av bland annat det material som krävs för byggnaden. En ökad grad digitalisering i projekteringen skulle då behövas för att beräkna klimatpåverkan från olika alternativ i tidigt skede när detaljeringsgraden är låg. Det skulle möjliggöra initiala beräkningar som kan fungera som underlag för strategiska beslut och kunskapsbaserad projektering av klimatoptimerade flerbostadshus.

Det finns ännu ingen standardiserad digital plattform, men det finns ett flertal CAD-verktyg och plattformar på marknaden idag där verktygen är specialiserade för de olika professionernas behov. Det pågår även utveckling av branschgemensamma verktyg, till exempel utvecklas ett sådant inom E2B2-projektet *Klimat- och designdriven byggnation* där ett verktyg (som kombinerar ihop programvarorna Rhinoceros 3D och BM) och metodik tas fram med fokus på att beräkna klimatpåverkan från olika alternativ i tidiga designskeden.

Det skulle underlätta projekteringen och minimera tid och resursåtgång om projekteringsteamet i större utsträckning skulle använda samma verktyg. Likaså ett digitalt flöde som stärker förutsättningarna för att kunna klimatberäkna projekt i samverkan mellan de olika aktörerna.

Ledet mellan projekterande och producerande led behöver stärkas

Länken mellan projekterande- och producerande led behöver stärkas för att minimera risken att strategier för minskad klimatpåverkan i ett projekt med höga ambitioner senare släpps.

”Viktigt att hålla i och hålla ut, så strategier och ambitioner inte släpps i senare skeden.”
projektledare byggmaterialföretag/cementtillverkare

Kunskapen om produktionsledets förutsättningar och möjligheter är avgörande för klimateffektiva lösningar. Likaså är att producenter och materialleverantörer samt förvaltningens krav och önskemål tas i betraktning redan i tidigt skede. Detta är centralt för att kunna göra en förflyttning inom projektet för att hitta klimateffektiva lösningar inom tid och kostnadsram för projektet.

” Dialog mellan aktörer behövs för att få rätt betong på rätt ställe.”
Konstruktör på byggbolag

Kunskapsöverföringen mellan produktionsskedet och drift/förvaltningsskedet är svag i dagens byggprocess. Vanligtvis är konsulter engagerade i tidiga skeden och lämnar över ansvaret till entreprenören i bygghandlingsskedet. Genom att kontakta och föra dialog med entreprenörer och producenter redan i tidigt projektskede kan de klimateffektiva lösningarna etableras med mindre risk att släppas i senare skeden. Detta kräver dock högre fokus på specifika lösningar redan i programhandlingsskedet.

Även i pilotprojektet saknades till viss del dialog och återkoppling under projektets gång mellan olika aktörer, bland annat mellan entreprenör och projektering. Detta ansågs problematiskt då produktionens villkor så som tidplaner ofta är styrande. Vilket i sin tur kan hindra möjligheten att till exempel säsongspanera gjutning för att kunna gjuta klimatförbättrad betong under sommarhalvåret. Samtidigt kan det vara mer kostnadseffektivt att rationalisera i produktionen och slösa på betongen än tvärtom. Detta hindrar till viss del en möjlighet som framkom i form av att anpassa betongkvalité i byggdelar, så som i grundkonstruktion.

Även samråd med fuktsakkunniga och golvproducenter genom projektet lyftes under intervjun. Detta för att till exempel minska risken att uttorkningskrav blir produktionsekonomiskt dimensionerande och leder till högre cementhalt än vad konstruktionen kräver. Bland annat lyftes möjligheten att hitta effektiva lösningar gällande vct¹⁵ som hålls kvar genom projektets gång samt där golvmaterial och -typ fungerar väl med betongens fuktegenskaper.

¹⁵ Förhållandet mellan vatten och cement (kg vatten/kg cement) i betong

Ett annat sätt att klimatoptimera med hänsyn till betong är att minska mängden betong i byggdelar, till exempel i väggar och bjälklag. Många krav utöver hållfasthet, såsom akustik och brand kräver dock ofta en viss mängd betong och blir därmed dimensionerande. Därutöver krävs ofta en viss bjälklagshöjd för att få plats med installationer. Detta löses generellt lättats med att istället öka mängden betong. Möjligheter som lyftes för att komma runt detta är att använda olika lösningar på akustikgolv om våningshöjder tillåter det eller en annan utformning på installationer som tar mindre höjd.

Genom att upprätta tidigare dialog och återkoppling med entreprenörer och producenter så kunde man se möjligheten att exempelvis specificera betongkvaliteter mer ingående och att man tidigt kan ta hänsyn till produktionens förutsättningar. En ytterligare möjlighet som identifierades var att introducera aktörer så som arkitekt, konstruktör och akustiker tidigt när byggnadens övergripande utformning sätts. På så sätt kan klimatoptimeringar göras i samspel och parallellt med designkoncept och olika typer av krav som byggnaden behöver uppfylla.

Klimatansvaret behöver förtydligas

För att kraftigt minska klimatpåverkan från en byggnad som representerar ett standardmässigt utförande i fastighetsutvecklarens portfölj krävs det att det tidigt i projektet tydliggörs vilka klimataktörer som är viktiga i projektet. Samtidigt underlättas klimatarbetet om kravställningen för byggnadens klimatpåverkan är tydligt definierad med ett målgränsvärde som följs upp genom en klimatberäkning. På så vis kan arbetet fokuseras och kommunikationen mellan projekts parter tydliggöras genom en gemensam målbild om att minimera projektets klimatpåverkan.

”Engagemang och klimatledare behövs genom projektet så att frågorna går hela vägen in i mål.”

Kalkylingenjör på byggbolag

Genom att utpeka en klimatansvarig i projektet kan tydligheten kring ansvaret för klimatberäkning och klimatoptimering stärkas. Den klimatansvariga kan också bistå projekteringsledaren och uppdragsledningen med planeringen av processen samt förtydligande av gränsdragning, ansvarsfördelning och rollbeskrivning i projektet.

Ambitionen att minimera klimatpåverkan från ett standardmässigt utfört projekt kräver även att teknikkonsulterna kopplas på tidigare än vad som är vanlig praxis. Samverkan mellan arkitekt, konstruktör, energirådgivare, vvs konsult, akustiker och brandingenjör är viktig och kräver tätare avstämningar i projekt med tydligt satta klimatmål. Den högre detaljeringsgraden i projektet kräver extra resurser vilket också innebär behov av ökad tydlighet i planering och styrning. Tydlighet mellan ansvarsområden för de olika rollerna i en integrerad process är avgörande för att projektteamet ska kunna samverka och nå målsättningen. Den tydliga gränsdragningen mellan professioner och företag som vi ser idag behöver samtidigt mjukas upp i en integrerad process för att stimulera samverkan.

Balanserade (och aktivt ställningstagande till) regelverk utifrån klimathänsyn

Vissa barriärer för minskad klimatpåverkan från betong härleddes under fokusgruppintervjun till regelverk. Vilket alltså till stor del faller utanför vad ett projekt har möjlighet att påverka.

Då regelverk ofta är generella uppkom det önskan om mer preciserade regelverk kring bland annat exponeringsklasser för betong med större anpassning till olika typer av konstruktioner och miljöer.

Dessutom lyftes att hållfasthet idag generellt räknas från då betongen torkat 28 dygn. Klimatförbättrad betong kan ha en långsammare hållfasthetsutveckling som gör att sluthållfastheten blir högre. Men såsom man räknar idag så kan man inte använda sluthållfastheten, vilket gör att det finns en potential för en ännu lägre cementhalt. En anpassning till det skulle alltså göra att mindre cement och lägre "hållfasthetsklass" skulle kunna användas.



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