
Arbetsätt och kompetenser till stöd för klimateffektivt byggande

Ett kunskapspaket framtaget inom forskningsprojektet
Scandinavian Sustainable Circular construction

2022-05-31

white



PROJEKTGRUPP

Författare

Karin Hedén, White arkitekter
Tania Sande Beiro, White arkitekter
Maria Glädt, White arkitekter

Styrgrupp

Hanna Ljungstedt, Göteborgs Stad Lokalförvaltningen
Peter Berg, Energikontor Väst

KONTAKT

Rapport

Karin Hedén
karin.heden@white.se
070 529 64 32

S2C

Peter Berg
peter.berg@innovatum.se
076 948 83 93

OM RAPPORTEN

Rapporten togs fram med finansiering från projektet S2C, Scandinavian Sustainable Circular Construction, ett projekt inom EU-Interreg som ska främja hållbart byggande. Projektet drivs med medel från Interreg/ ÖKS och Västra Götalandsregionen.

SAMMANFATTNING

Kunskapspaketet "Arbetsätt och kompetenser till stöd för klimateffektivt byggande" har tagits fram inom projektet S2C- Scandinavian Sustainable Circular Construction, med ambitionen att öka tillgängligheten till kunskap kring arbetsätt och kompetenser som främjar reduceringen av klimatpåverkan från nya byggnader. Denna rapport inventerar, beskriver och föreslår arbetsätt samt nödvändiga kompetenser inom följande områden: tillämpningen av LCA och LCC, klimatdriven process och samarbetsformer som främjar klimatarbetet.

Livscykelperspektivet, genom LCC och LCA, hjälper beslutsfattare att ta hänsyn till miljöaspekter och investeringar över en produkts livslängd och ökar medvetenheten kring olika alternativa val. Livscykelperspektivet bidrar till beslut som förbättrar hela system istället för suboptimeringar av enskilda delar.

Omställningen mot långsiktiga hållbara byggnader med låg klimatpåverkan kräver tydliga och strategiska mål som prioriterar reduktion av växthusgasutsläpp. Dessa strategiska mål behöver sedan omsättas i verksamhetens planer och mål för nybyggnad, renovering och underhåll. Målsättningar kan brytas ner i kravställningar i, om möjligt, mätbara termer som beskriver vad hållbara byggnader med lågt klimatavtryck betyder för exempelvis energianvändning eller den inbyggda klimatpåverkan från material i respektive projekt. En klimatbudget är ett verktyg som kan bidra till att styra byggprocessen mot minskad klimatpåverkan. Med en klimatberäkning eller ett referensvärde som utgångspunkt kan en tydlig gräns för utsläppen sättas, som hjälper till vid beslutsfattande för att minska byggprojektets klimatpåverkan. Klimatambitionerna bör inkluderas tydligt vid upphandling, samt följas upp och verifieras i senare skeden.

Att arbeta med klimatkrav innebär ett nytt tids- och resurskrävande moment att hantera i byggprocessen. Nya resurser och kompetenser behöver tillsättas och nya arbetsätt blir nödvändiga. Alla aktörer i branschen måste bidra genom en ökad förståelse, kunskapsinhämtande och utvecklande av verktyg för minskad klimatpåverkan.

INNEHÅLL

INLEDNING	4
Om S2C	4
Syfte och mål	4
Avgränsningar	4
Målgrupp	4
Metod	4
LIVSCYKELPERSPEKTIV VID BESLUTFATTANDE	5
LCA	6
LCC	6
LCA och LCC i olika skeden	7
LCA och LCC vid jämförelse av investeringsalternativ	8
LCA och LCC i gemensam kraft	10
KLIMATDRIVEN PROCESS	11
Målsättning	12
Kravformulering	14
Klimatbudget	17
Benchmark inom klimatprestanda	21
Upphandling	23
Uppföljning	24
SAMVERKANSFORMER FÖR MINSKAD KLIMATPÅVERKAN	25
Kompetenser	25
Samverkansformer	28
REFERENSER	31

Inledning

Kunskapspaketet "Arbetsätt och kompetenser till stöd för klimateffektivt byggande" har tagits fram inom projektet S2C- Scandinavian Sustainable Circular Construction, med ambitionen att öka tillgängligheten till kunskap kring arbetsätt och kompetenser som främjar reduceringen av klimatpåverkan från nya byggnader.

OM S2C

S2C är ett EU-finansierat Interregprojekt som drivs med medel från Interreg/ÖKS och Västra Götalandsregionen. Målet med projektet är att fler hållbara och energieffektiva offentliga byggnader ska uppföras. S2C vill höja kunskapsnivån och förändra attityden kring att bygga hållbart. Projektet har svenska, danska och norska parter. Med utgångspunkt i ett pilotprojekt i varje land utvecklar S2C redskap och modeller för ökad hållbarhet med syfte att användas av offentliga aktörer. Det svenska pilotprojektet är förskolan Hoppet som byggs av Göteborgs Stad. Projektet startade i oktober 2019 och pågår till och med september 2022. S2C bidrar också till kunskapsutveckling genom flertalet kunskapspaket inom olika områden, där denna rapport "Arbetsätt och kompetenser till stöd för hållbart byggande" är en av kunskapsakterna.

SYFTE OCH MÅL

Ett hållbart byggande med starkt fokus på reducerad klimatpåverkan från etableringen av nya fastigheter är relativt nytt för de flesta. Inom många områden krävs nya arbetsätt och nya kompetenser för att stödja och påskynda en omställning. Detta kunskapspaket inventerar, beskriver och föreslår arbetsätt samt nödvändiga kompetenser inom följande områden:

- Tillämpning av LCA och LCC
- Klimatdriven målsättning, kravformulering, upphandling och uppföljning
- Samarbetsformer som främjar klimatarbetet

MÅLGRUPP

Primär målgrupp är den offentliga beställaren för byggprojekt men också de som denne tar hjälp av och samverkar med i byggprojektets olika skeden. Det kan till exempel vara projektledare, arkitekter, projektörer, sakkunniga, entreprenörer och leverantörer.

AVGRÄNSNINGAR

Denna kunskapssammanställning har huvudfokus på arbetsätt och processer för att minska utsläpp av växthusgaser i samband med uppförandet av

byggnader. Ytterligare information om hållbart byggande kan hittas i andra kunskapspaket inom ramen för S2C. Nedan följer en uppställning över redan publicerade kunskapspaket:

- Energieffektivt byggskede framtaget av CIT Energy Management.
- Energieffektiva byggnader, teknikval och drift framtaget av AFRY.
- Klimateffektiv arkitektur, konstruktion och materialval framtaget av Bengt Dahlgren AB.
- Offentligt byggande i tidigt skede med fokus på klimat och miljö framtaget av EnviroPlanning.

METOD

Rapporten är en sammanställning av kunskap kring arbetsätt och kompetenser som kan stötta och påskynda en omställning mot hållbart byggande. Kunskapspaketet har sin utgångspunkt i de krav, regler och rekommendationer som finns tillgängliga genom Boverket, Upphandlingsmyndigheten med flera. Kunskapspaketet omfattar även best practices och goda exempel, inom aktuella områden, genom en omvärldsanalys.

Livscykelperspektiv vid beslutsfattande

Bygg- och fastighetsbranschen står för ca 21% av Sveriges klimatavtryck och behöver bidra till minskning av klimatpåverkan genom långsiktigt hållbara byggnader med litet klimatavtryck (Boverket, 2022). Livscykelperspektivet, genom LCC och LCA, kan användas som verktyg för att konkretisera klimatarbetet. En produkts livscykel "från vagg till grav" innefattar produktens hela livslängd och de processer och användningsområden som den genomlever, från råvaruutvinning, förädling, användning, till slutförvaring och/eller slutanvändning. Att arbeta utgående från ett livscykelperspektiv hjälper beslutsfattare att överväga miljöaspekter och investeringar över en produkts livslängd och öka medvetenheten kring olika alternativa val (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022). Livscykelperspektivet hjälper till att undvika beslut som kan leda till miljöförstöring och bidrar till beslut som förbättrar hela systemet istället för suboptimeringar av enskilda delar.

Det är vanligt att LCC och LCA blandas ihop. En LCC betraktar enbart de ekonomiska kostnaderna, medan en LCA visar på en produkts miljöpåverkan från tillverkning, användning och slutanvändning. För att kunna arbeta med de olika verktygen och förstå deras användningsområden är det viktigt att hålla isär begreppen. Det är också en skillnad i tidsperspektiv. En LCC-kalkyl inkluderar oftast bara de ekonomiska kostnaderna som direkt belastar organisationen, medan en LCA bör inkludera miljömässig påverkan av hela produktens livscykel.

Olika internationella standarder, som kan användas för de flesta typer av produkter, har utvecklats för såväl LCC som LCA. De standarder som vanligtvis används i byggnadssektorn är:

- LCC för en byggnad SS ISO 15686 och SS EN 16627
- LCA för en byggnad SS EN 15978
- LCA för en byggprodukt SS EN 15804

Den europeiska standarden EN 15978 delar en byggnads livscykel från "vagg till grav" i byggskede, driftskede och slutskede, se Figur 1. Dessa skeden i livscykeln delas i sin tur in i informationsmoduler som beskriver processerna under livscykeln. Systemet med skede och moduler underlättar en likformigt och tydlig

redovisning av klimatpåverkan (Boverket, 2022). En LCA kan avgränsas till några specifika skeden eller moduler. Exempelvis kan modulerna "vagg till grind" analyseras där klimatpåverkan från råmaterial (A1), transport till produktion (A2) och tillverkning (A3) ingår.

Såväl LCC som LCA kan användas som utvärderingsverktyg för både nybyggnations- och renoveringsprojekt. Användandet av LCC är välkänt i byggbranschen medan användandet av LCA är relativt nytt och fortfarande i utvecklingsfasen. Genom att använda verktygen tillsammans kan de bidra till ett bättre och mer heltäckande beslutsunderlag.

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

Figur 1. Uppdelning av byggnadens livscykel i olika moduler enligt EN15978.

LCA

Life Cycle Assessment, LCA, är ett verktyg som hjälper till att ha ett livscykelperspektiv vid beslutsfattande. Den totala miljöpåverkan under en produkts livscykel kommer från råvaruutvinning, via tillverkningsprocesser och användning till slutanvändning och hantering, inklusive alla transporter och all energiåtgång i mellanleden. Allt detta inkluderas i en fullständig LCA. Målet är att skapa en helhetsbild av en produkts totala miljöpåverkan, men en LCA kan också användas för att utvärdera vilka skeden i livscykeln som har störst miljöpåverkan. Livscykelanalyser kan göras på alla mänskliga aktiviteter och produkter som mat, bränslen, transporter, byggnader och infrastruktur, etc.

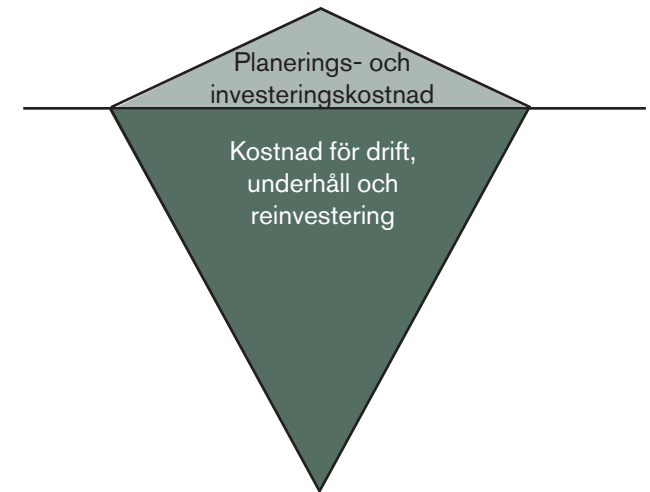
I en LCA inventeras ett antal emissioner till luft, vatten och mark. Då inventeringen för en produkt kan resultera i uppåt 100 olika emissioner så är det svårt att få en överblick och därför kategoriseras emissionerna till vilken miljöpåverkan de bidrar till. De miljöpåverkanskategorier som används är bland annat; klimatpåverkan, försurning, ozonnedbrytning, övergödning och biologisk mångfald. Den vanligaste kategorin som används i en LCA är klimatpåverkan (Erlandsson, 2000).

Mer information om användning av LCA för hållbart byggande finns i kunskapspaketet "Klimat effektiv arkitektur, konstruktion och materialval" (Högberg, Ingelhart, Berg, & Perzon, 2022).

LCC

Life Cycle Cost, LCC, är ett verktyg som hjälper till att ha ett livscykelperspektiv vid beslutsfattande. Genom att beräkna livscykelkostnader inkluderas långsiktiga effekter i ett inköps- eller investeringsbeslut. Den initiala investeringskostnaden kan summeras med framtida kostnader för att få den totala livscykelkostnaden. En kalkylränt används för att justera kostnaderna som inträffar vid olika tidpunkt. På så sätt inkluderas pengars tidsvärde och kostnader summeras oavsett när de sker. Denna värdering ger en mer heltäckande bild av kostnader över hela livscykeln. Att bygga hållbart och långsiktigt kan i vissa fall medföra en högre investeringskostnad, men inräknat drift- och underhållskostnader kan de visa sig vara det mer kostnadseffektiva alternativet i längden.

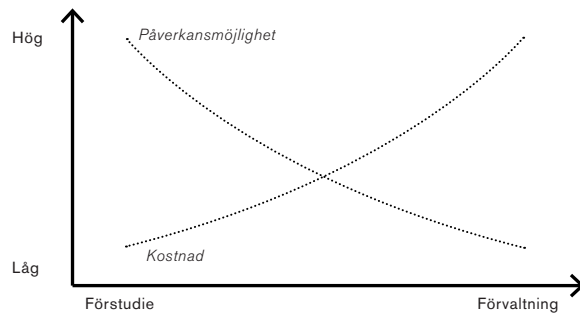
Att använda sig av livscykelkostnader för att utvärdera olika investeringsalternativ över tid och för att välja det alternativ som ger mest värde baserat på totalkostnaden är ett konkret och bra hjälpmedel för att hållbart utnyttja sina ekonomiska resurser. Att bara utgå från den initiala investeringskostnaden kan ge en missvisande bild av den faktiska kostnaden. Med en LCC-kalkyl kan ofta energieffektiviserande åtgärder och investeringar motiveras genom långsiktiga effekter på driftskostnader, som i sin tur kopplar mot minskad energianvändning och minskad klimatpåverkan (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022).



Figur 2. Förhållande mellan investeringskostnader och totala livscykelkostnader (Trafikverket, 2022).

LCA OCH LCC I OLIKA SKEDEN

Det är i de tidiga skedena av ett projekt som det finns störst möjlighet att påverka utformning och lösningar. I dessa skeden sätts mål och skapas möjlighet att uppnå krav gällande minskad klimatpåverkan och ökad energieffektivitet. Ju längre in i byggprocessen projektet kommer desto svårare och mer kostsamt blir det att göra förändringar, se Figur 3. För att nå framgång med olika mål bör således olika alternativ analyseras tidigt. LCA och LCC är här betydelsefulla verktyg att använda sig av. Olika lösningar kan analyseras och utgöra del i beslutsunderlag för ett projekt. Således är det viktigt att göra detta tidigt i projekt, gärna redan i förstudie och programskede. Exempel på beslut som behöver utredas tidigt är val av grundläggning, stomsystem och byggnadsform.



Figur 3. Relation mellan potentialen till påverkan av ett ändringsbeslut och den kostnad ändringen kan komma att medföra (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022).

En LCA eller LCC kan användas på många olika sätt under byggprocessens alla skeden, se Figur 4. Ramarna och noggrannheten i beräkningarna utformas efter syftet på beräkningarna och när i processen de genomförs. Beräkningarna är beroende av kvaliteten på indata och förutsättningarna varierar således beroende på tidpunkt i processen (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022).



Figur 4. Användning av LCA och LCC i olika skeden (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022).

En LCA i ett tidigt skede bör fokusera på de livscykelkedan och moduler där tidiga beslut ger stor påverkan. Det kan då vara aktuellt att framför allt titta på moduler för materialframställning, A1-A3, för stora materielgrupper men utelämna de skeden och moduler som i det tidiga skedet endast baseras på scenarier. Även energianvändning i driftskedet (B6) är viktigt att titta på i ett tidigt skede, då många förutsättningar för detta bestäms.

När skedena B (driftskedet) och C (slutskedet) även ingår i en LCA är beräkningsperioden viktig för slutresultatet. Vanligtvis används 50 år som beräkningsperiod, vilket kan anses i kortaste laget då de flesta byggnader som byggs idag har en längre livslängd än så. Även utbytesintervall för olika material och utrustningar påverkar resultatet av en LCA-repektive LCC-beräkning som inkluderar användnings- och slutskede.

Resultatet i skede B utbyte påverkas kraftigt av om varje enskilt materials tekniska livslängd används eller om en kortare livslängd används pga utbyte trots att den tekniska livslängden inte uppnåtts. I byggnader som ofta genomgår förändringar, t ex invändiga lokalanpassningar i kontorsfastigheter, kan det finnas skäl att räkna med kortare livslängd än den tekniska livslängden för de byggdelar som ofta byts ut.

För att få med ett livscykelperspektiv i beslutsunderlaget vid jämförelse av olika lösningar, t ex för stom- eller grundläggningsalternativ är både LCA- och LCC-perspektivet aktuellt. Att visa på klimatpåverkan för olika typer av lösningar och koppla en LCC-analys till samma alternativ ger ett välgrundat beslutsunderlag (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022).

LCA OCH LCC VID JÄMFÖRELSE AV INVESTERINGSALTERNATIV

LCA VID JÄMFÖRELSE AV INVESTERINGSALTERNATIV

En tidig målbild gällande klimatpåverkan är en nyckelfaktor för att jobba effektivt och konstruktivt med minskad klimatpåverkan i projekt. Viktiga frågeställningar att besvara är, vilken nivå för klimatpåverkan ska nås och vilka skeden och moduler ska ingå i LCA-beräkningarna. I nuläget finns bara myndighetskrav som omfattar klimatdeklarationens ingående parametrar för slutredovisning, men för att arbeta aktivt med klimatfrågan behövs ett helhetsperspektiv som inkluderar flera moduler och skeden. Som tidigare nämnts är det tidigt i beslutsprocessen mest relevant att titta på skedena A1-A3 (byggskede) samt B6 (driftskede) och låta dessa ingå i utvärderingen. Det handlar om att utvärdera de faktorer som har störst inverkan på projektets klimatpåverkan. I tidiga skeden är LCA lämpligt att använda för:

- Renovering eller nybyggnation (klimatpåverkan från renovering jämfört med rivning och nybyggnation)
- Volym- och utformningsalternativ (påverkar materialåtgång för grundläggning, stomme och klimatskal samt energiprestanda)
- Stom- och grundläggningsalternativ (vilka vanligen har störst bidragande andel till klimatpåverkan)
- Energianvändning samt energival och egen energiproduktion (påverkar drift och möjlighet till kompensation för eget klimatutsläpp)
- Fasadalternativ (glasad andel jämfört med tät andel samt materialval)

En LCA bör även användas vid genomförandet av renoveringar. Att utvärdera olika åtgärdsalternativ som planeras ger möjlighet att välja de alternativ som har lägst klimatpåverkan.

LCC VID JÄMFÖRELSE AV INVESTERINGSALTERNATIV

En LCC-kalkyl kan användas för att skapa en översiktlig kostnadsuppskattning för olika inriktningsbeslut i en projekteringsprocess, se exempel i Figur 5. På samma sätt som för en LCA kan tex kostnaderna för att riva och bygga nytt jämföras med kostnaderna för att renovera. Men LCC kan även användas vidare i projekteringsprocessen då det är lämpligt att göra LCC-beräkningar framför allt för investeringar med stor påverkan på drift och underhållskostnader som:

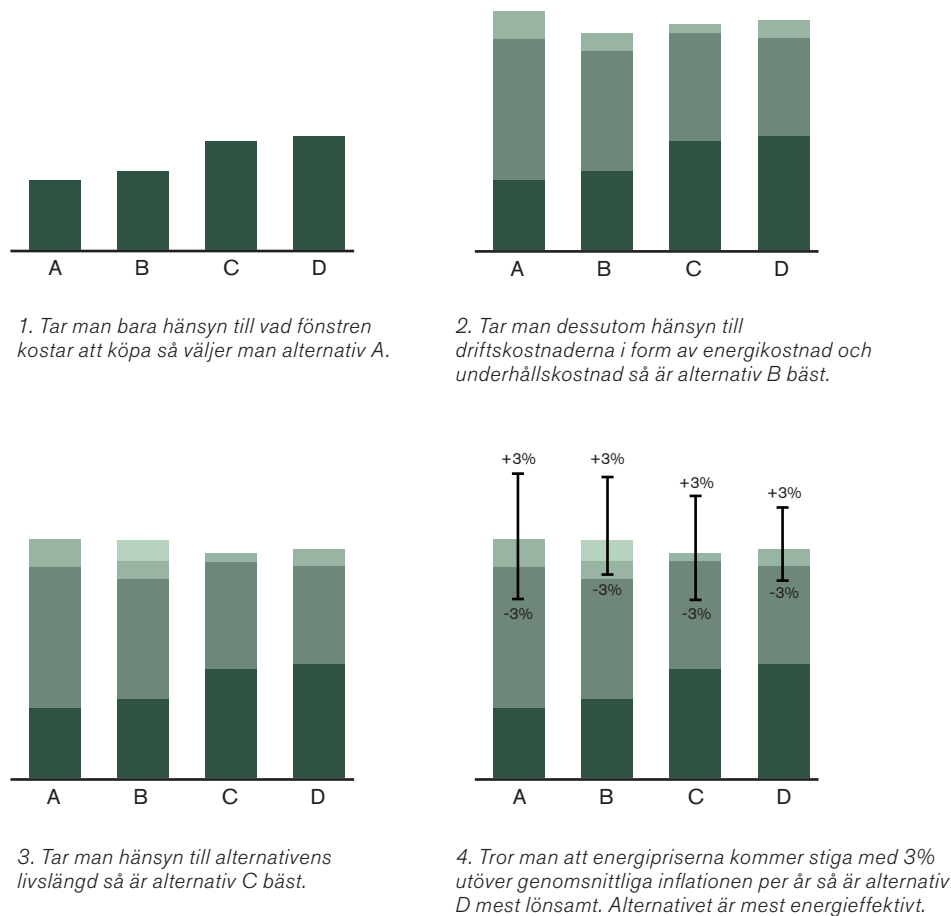
- Tekniska installationer (värmesystem, ventilationssystem, belysning)
- Klimatskal (fasadmaterial, fönster, isolering)
- Energikälla (förnybara källor, frikyla, energilagring)
- Materialval (golvmaterial, fasadbeklädnad)

Det är viktigt att LCC-kalkylens resultat utvärderas mot de behov som investeringen förväntas fylla. En LCC bör redovisas i en enhet som är relevant för behovet, exempelvis kostnad per kvadratmeter eller kostnad per person, se exempel i Figur 6. Vid utvärdering av olika alternativ måste samtliga aspekter som skiljer sig mellan de olika alternativen tas med, mellan de som är identiska för samtliga alternativ kan exkluderas.

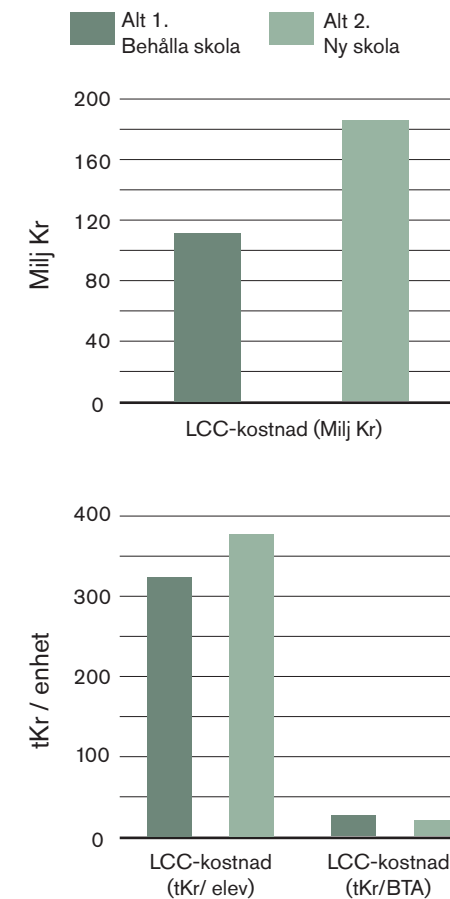
I vissa fall kan en investering behöva jämföras med ett så kallat referensalternativ. Det kan exempelvis röra sig om att referensalternativ som innebär utformning enligt lagkrav, eller en organisations kravställning. Ett nollalternativ, där inga åtgärder genomförs, bör framför allt beräknas för renovering.

Systemgränsen i en LCC-kalkyl handlar först och främst om att bestämma vilka kostnader som ska inkluderas i kalkylen. I tidiga skeden inkluderas oftast produktions-, drifts- och underhållskostnader samt reinvesteringar. I vissa fall kan restvärdet inkluderas, men det brukar oftast bli litet i förhållandet till övriga kostnader.

Vid renovering är LCC-beräkningar framför allt relevanta för olika energiåtgärder, men kan även röra materialval för ytor som utsätts för stort slitage.



Figur 5. Exempel på jämförande LCC för fönster vid nyproduktion (Energilyftet, 2022).



Figur 6. Jämförelse av total LCC-kostnad och LCC-kostnad per enhet (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022).

LCA OCH LCC I GEMENSAM KRAFT

Kombinationen av LCC och LCA ger möjlighet att skifta fokus mot mer långsiktiga och hållbara investeringar. En LCC styr mot ett fokus på lägsta kostnad under investeringens livslängd, vilket i sin tur leder till lägre underhålls- och driftskostnader som kan innebära lägre energianvändning och klimatpåverkan. En LCA kan användas för att utvärdera klimatpåverkan för olika byggnadsutformningar, byggtekniker, materialval och energislag och på så vis kan medvetna och väl underbyggda val göras utifrån ett klimatperspektiv.

Att genomföra en LCA och LCC med så lika systemgränser och indata som möjligt ger beslutsunderlag med täckning för både ekonomi och klimatprestanda. Att jobba med båda dess verktyg löpande under ett byggprojekt bidrar till goda beslutsunderlag och en väl förankrad process. Genom att arbeta strukturerat med LCC och LCA kan det även visa sig vara lönsamt att genomföra åtgärder/val med låg klimatpåverkan. Att arbeta med materialminskning och optimering av byggnadsytor kan även leda till lägre kostnader (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022).

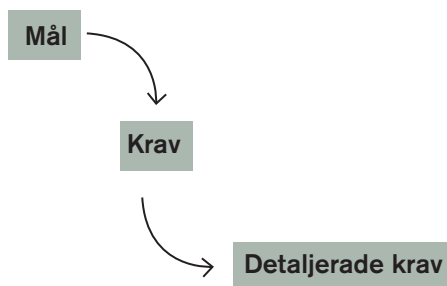
Ett exempel på hur en LCA och LCC för olika typer av golvmaterial visas i Tabell 1. Material 1 har den lägsta byggkostnaden, men Material 3 är det billigaste alternativet under en 50 år period. Material 2 har den lägsta klimatpåverkan under en 50 års period.

	Material 1	Material 2	Material 3
Emission, hälsofrämjande	Låg emission	Låg emission	Låg emission
LCA, A1-A3 (kg CO ₂ e/ m ²)	1,38	1,49	6,02
Drift / underhåll	Behandling v. 15 år Bytes ut v. 45 år	Behandling årligen Bytes ut v. 22 år	Bytes ut v. 17 år
Byggkostnad	590 kr/m ²	360 kr/m ²	320 kr/m ²
Livslängd	45 år	22 år	17 år
LCC (50 år, kr/ m ²)	1561 kr	2614 kr	1324 kr
LCA, A1-A3 +B2 (50 år, kgCO ₂ e/ m ²)	2,9	3,0	19,1

Tabell 1. Exempel på LCA och LCC för tre olika typ av golvmaterial. LCC-data inhämtade från (Nilsson & Andersson, 2015) och LCA-data framtagen med specifika beräkningar.

Klimatdriven process

Bygg och fastighetsbranschen i Sverige står idag för runt 21% av de inhemska utsläppen av växthusgaser, men siffran är väsentlig större om tillverkning av byggmaterial i andra länder räknas in (Boverket, 2022). Utformningen av städer och samhällen inverkar dessutom på invånarnas möjlighet att leva hållbart med låg klimatpåverkan. Svenskarna har en topplacering när det gäller konsumtion och det skulle krävas drygt fyra jordklot om hela världen höll samma takt. Varje år slängs stora mängder material som hade kunnat återvinnas. Men det finns stor potential till förändring. Att återanvända och återvinna i stället för att producera nytt är ett av de mest effektiva sätten för att minska klimatpåverkan.



Figur 7. Nedbrytning av mål i krav och detaljerade krav.

Omställningen mot långsiktiga hållbara byggnader med låg klimatpåverkan kräver tydliga och strategiska mål som prioriterar reducering av växthusgasutsläpp. Dessa strategiska mål behöver sedan omsättas i verksamhetens planer och mål för nybyggnad, renovering och underhåll. Målsättningar kan brytas ner i kravställningar i, om möjligt, mätbara termer som beskriver vad hållbara byggnader med lågt klimatavtryck betyder för exempelvis energianvändning eller den inbyggda klimatpåverkan i respektive projekt. Figur 8 visar ett exempel på hur övergripande målsättningar kan brytas ner till detaljerade krav. Denna studie fokuserar på övergripande målsättningar och kravställningar och mer information om detaljerade krav hittas i kunskaps-

paket "Klimat effektiv arkitektur, konstruktion och materialval" (Högberg, Ingelhart, Berg, & Perzon, 2022) och "Energieffektiva byggnader, teknikval och drift" (Nordin, o.a., 2022)

Klimatmål bör vara förankrade i hela organisationen från ledningen till varje enskild medarbetare, och hos medverkande aktörer i organisationens projekt. Därför är det viktigt att målsättningar och krav redovisas redan vid upphandling och att det även är tydligt för alla inblandade i projektet vad som gäller avseende ansvar, förväntningar på olika roller och konsekvenser om målen inte uppnås (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022).

Strategiskt mål	All nybyggnation ska ha netto-noll utsläpp år 2045
Målsättning projekt	Byggnadens klimatpåverkan ska minska med 25% i jämförelse med en typbyggnad baserad på referensvärde.
Krav	Klimatpåverkan ska redovisas enligt anvisningar och omfattning i Boverkets klimatdeklaration och får max vara 250 kg CO ₂ e/ m ² BTA.
Detaljerade krav	<ul style="list-style-type: none">▪ Byggnadseffektiviteten ska vara minst 120%▪ EPD:er ska krävas vid inköp av material.▪ Klimatpåverkan från betong i projektet ska vara minst 40% lägre än Boverkets konservativa data.▪ Minst 25% av fasadmaterialet ska vara återbrukat material.▪ Fönsterandel (WWR, window-wall ratio) ska vara max 30%▪ Energianvändning ska vara max 60% av BBR-kravet.

Figur 8. Exempel på formulering av målsättningar, krav och detaljerade krav.

MÅLSÄTTNING

FORMULERING AV MÅL

Ett viktigt steg i ett framgångsrikt klimatarbete är att sätta upp ett ambitiöst klimatmål. Vägen till att uppnå målet kan beskrivas i en klimatstrategi eller motsvarande dokument (Klimat Kommunerna, 2022). Strategiska klimatmål fokuserar ofta på en utsläppsreduktion med ett antal procent. Som exempel kan nämnas Sveriges långsiktiga klimatmål som innebär att utsläppen av växthusgaser ska vara netto-noll år 2045 för att därefter uppnå negativa utsläpp. Målet innebär att utsläppen av växthusgaser från svenskt territorium ska vara minst 85 procent lägre år 2045 än utsläppen år 1990 (Naturvårdsverket, 2022). Klimatmål kan formuleras på olika sätt och med olika fokus även om utsläppsreduktion är det vanligaste sättet att formulera ett klimatmål. Nedan följer några exempel på formuleringar av klimatmål i samband med uppförandet av nya byggnader. En organisation kan också ha en kombination av flera olika typer av mål som ska uppfyllas stegvis eller parallellt.

Fossilfrihet

Fossilfrihet innebär att uppvärmning, elproduktion och transporter baseras på fossilfria energisystem eller fossilfria drivmedel, dvs bioenergi eller fossilfri el (Klimat Kommunerna, 2022).

Utsläppsreduktion

Klimatmål kan baseras på en utsläppsreduktion i jämförelse med en utgångspunkt. Utgångspunkten kan vara en baseline som representerar ett standardsätt att bygga, dvs klimatpåverkan beräknad för en typbyggnad (kontor, flerbostadshus, mm), klimatpåverkan från ett referensprojekt eller klimatpåverkan från ett specifikt material.

Nettonollutsläpp/ Klimatneutralitet

Nettonollutsläpp innebär så låga utsläpp som möjligt och att det som ändå släpps ut kompenseras genom negativa utsläpp eller koluptioner på annat sätt. Nettonollutsläpp följer det nationella klimatmålet (Klimat Kommunerna, 2022).

Klimatneutralitet betyder att det finns balans mellan utsläppen av koldioxid och absorbering av koldioxid från atmosfären till koldioxidsänkor. Detta innebär i praktiken att för att uppnå nettoutsläpp måste utsläppen av växthusgaser vägas upp av att motsvarande mängd kol binds upp. Koldioxidsänkor är system som absorberar mer koldioxid än det släpper ut. De största naturliga sänkorna är jorden, skogarna och haven (Europaparlamentet, 2022).

I praktiken betyder nettonollutsläpp och klimatneutralitet samma sak, så både begreppen nettonollutsläpp och klimatneutralitet kan användas vid målformulering.

Klimatpositivitet

Klimatpositiv innebär att compensationen eller balanseringen av utsläpp är större än den totala klimatpåverkan. Compensationen ska täcka minst 110% av den totala klimatpåverkan, dvs compensationen ska inte bara omfatta det egna utsläppet utan även kompensera ytterligare några procent för att tömma atmosfären på koldioxid som redan släppts ut (Europaparlamentet, 2022).

En organisation kan välja att ha flera olika typer av mål som ska uppfyllas stegvis i olika tidsperioder.

EXEMPEL FORMULERING AV MÅL

Fossilfrihet

- *Alla transporter till arbetsplatsen ska utföras med fossilfria drivmedel.*
- *Arbetsmaskiner och energianvändning på byggarbetsplatsen ska vara fossilfria.*
- *Energianvändningen i driftskedet ska vara fossilfri.*

Utsläppsreduktion

- *Klimatpåverkan från all nybyggnation ska minska med 25% till år 2025 i jämförelse med en typbyggnad baserad på referensvärden.*
- *Klimatpåverkan från all nybyggnation får inte överstiga 235 kg CO₂e/m² BTA (avser modulerna A1-A5).*
- *Klimatpåverkan under driften ska minska med 50% år 2026 i jämförelse med 2020.*

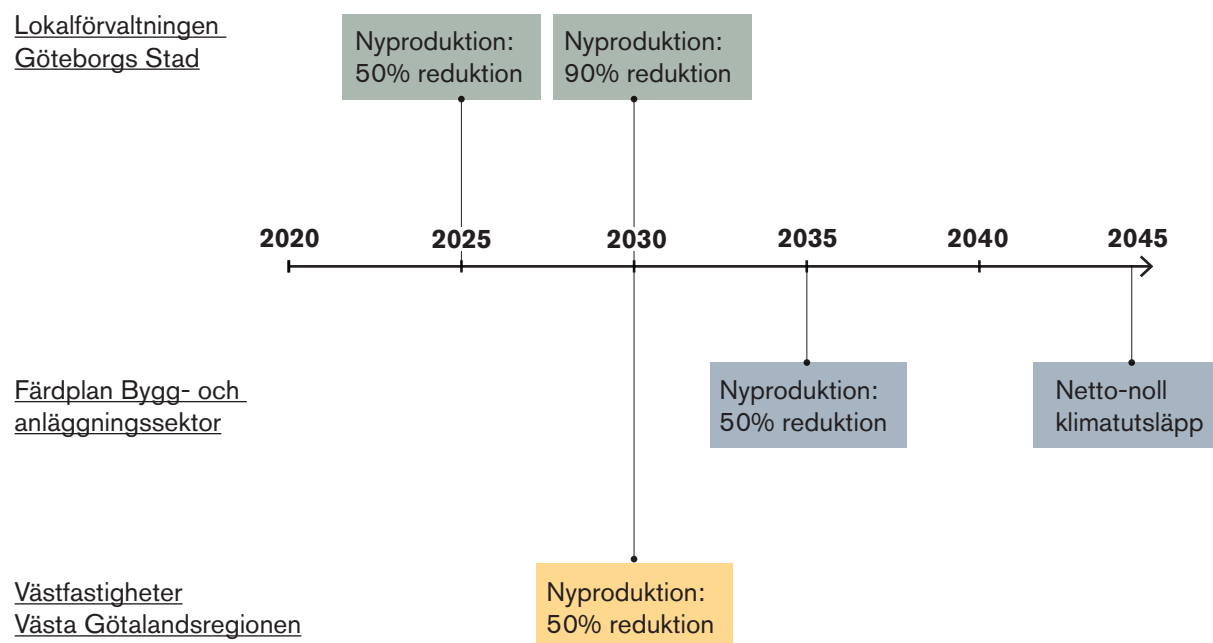
Nettonollutsläpp/ klimatneutralitet

- *All nybyggnation ska vara klimatneutral år 2030.*
- *All nybyggnation med budget större än 50Mkr ska vara klimatneutral.*
- *All nybyggnation ska certifieras enligt Noll-CO₂.*

Klimatpositivitet

- *All nybyggnation ska vara klimatpositiv år 2045.*
- *All nybyggnation med budget större än 80Mkr ska vara klimatpositiv.*
- *En specifik byggnad ska vara klimatpositiv.*

EXEMPEL MÅLSÄTTNINGAR FRÅN ORGANISATIONER AVSEENDE REDUKTION AV VÄXTHUSGASUTSLÄPP



KRAVFORMULERING

FRÅN MÅL TILL KRAV

En strategi för att uppnå klimatmålen är att ställa krav på klimatberäkningar vid planering och upphandling. Vid kravformulering bör några parametrar tydliggöras för att definiera avgränsningar för klimatberäkningen och metodiken för hur den ska genomföras. Tydliga systemgränser vid kravformulering är viktigt för jämförbarhet. Figur 9 redovisar fyra av de viktigaste parametrarna som ska inkluderas vid kravställning. För mer information om LCA och klimatberäkningar se rapporten från kunskapspaket "Arkitektur, konstruktion och materialval för minskad klimatpåverkan" (Högberg, Ingelhart, Berg, & Perzon, 2022).

Byggdelar	LCA-skede
<ul style="list-style-type: none"> Husunderbyggnad Stomme Yttertak Fasader Innerväggar Invändiga ytskikt Installationer 	<ul style="list-style-type: none"> A1-A3: produktskede A4: transport A5: byggproduktion B1-5: Användning, underhåll, reparation, utbyte, renovering. B6-B7: energi- och vattenanvändning C1-4: Rivning, transport, avfallshantering, sluthantering
Data	Skede
<ul style="list-style-type: none"> Generiska data Produktspecifika data (EPD:er) 	<ul style="list-style-type: none"> I samband med anbud Programhandling Systemhandling Bygghandling Slutbesiktning

Figur 9. Systemgränser som ska specificeras vid kravställning.

Ambitionsnivån på systemgränserna beror främst på när klimatberäkningen ska göras och syftet med den, se Tabell 2 för en sammanfattning av de viktigaste systemgränserna och skillnaderna mellan olika typer av klimatberäkningar, med fokus på den inbyggda klimatpåverkan i en byggnad.

En baselineberäkning är en tidig LCA-beräkning som använder schablonvärden för typiska relevanta byggsystem som indata. Baselineberäkningen ger en indikation och en grov uppskattning över byggnadens klimatpåverkan i ett tidigt skede, vilket innebär att osäkerheten i resultatet är relativt stort.

I en jämförande beräkning avgränsas beräkningen av utsläpp till olika alternativ på specifika byggdelar. Dessa beräkningar utgör beslutsunderlag för att välja byggsystem och materialalternativ med lägre klimatpåverkan. En klimatberäkning under projektering, när de stora systemvalen är gjorda, ger en bra indikation om byggnadens totala klimatpåverkan under byggprocessen. När byggnaden är färdig kan en beräkning av utfallet göras för att ta fram den verkliga klimatpåverkan baserad på säkert indata. Denna typ av beräkningar kan användas för att visa om projektets mål uppnåtts eller som erfarenhetsåterföring till kommande projekt.

	Baselineberäkning	Jämförande beräkning	Beräkning av utfall
Syfte	Identifiera områden med stor klimatpåverkan. Identifiera vilken förbättring som krävs för att nå projektets mål.	Jämföra alternativa konstruktioner.	Beräkning av verklig klimatpåverkan för att visa att projekts mål uppnåtts och erfarenhetsåterkoppling till kommande projekt.
Inkluderade delar av livscykeln	A1-A5	A1-A3	A1-A5
Inkluderade delar av byggnaden	Allt ovanför isolering under plattan.	Stomme.	Allt ovanför isolering under plattan.
Klimatdata	Generisk	Generisk	Så mycket specifik klimatdata (EPD:er) som möjligt.
Mätning av klimatpåverkan	Dataluckor undviks i möjligaste mån genom att använda schabloner. Schabloner används i stor omfattning.	Inga krav på hantering av dataluckor.	Uppräkning av dataluckor. Schabloner används i liten omfattning.
Verifiering	Ingen	Ingen	Verifiering av 50% av klimatpåverkan.

Tabell 2. Exempel på systemgränser för olika typer av klimatberäkningar (Sveriges Kommuner och regioner, 2022)

Krav kan ställas på olika sätt beroende på en mängd olika faktorer, till exempel entreprenadform, projekttyp och ambitioner. Figur 10 redovisar de vanligaste typerna av kravställningar. Då en organisation börjar jobba med klimatfrågan och behöver ökad kunskap kan det vara bra att börja med krav på arbetssätt eller informationskrav. När det finns ambition om att genomföra förbättringar i ett projekt är förbättringskrav lämpligast, medan prestandakrav kan användas vid jämförelse med andra projekt för att bedöma om genomförda förbättringar är tillräckliga enligt organisationens strategiska målsättningar.

Upphandlingsmyndigheten har tagit fram klimatkrav som kan användas i offentliga upphandlingar. Kriterierna består av färdigformulerade krav (förbättringskrav och prestandakrav) med tillhörande information. Kraven formulerades som en procentuell minskning av klimatpåverkan i tre valbara nivåer: basnivå, avancerad nivå och spjutspetsnivå. Kriterierna omfattar även förslag på anvisningar som specificerar hur beräkningar ska göras så att resultatet blir jämförbart med ett business-as-usual scenario. Upphandlingsmyndigheten har också inkluderat krav på arbetssätt, tex krav på klimatansvarig i projekt eller framtagande av handlingsplaner för arbetet med att

minska klimatpåverkan. Upphandlingsmyndighetens klimatkrav kommer att uppdateras kontinuerligt (Upphandlingsmyndigheten, 2022).

Kravställning på arbetssätt

Syftet med krav på arbetssätt är att specificera en process, rutiner eller vissa aktiviteter som ska genomföras med mål att nå ökad kunskap om klimatfrågan och minskade växthusgasutsläpp. Omfattningen av kravställningar på arbetssätt beror på kunskap och resurser inom organisationen och hos medverkande aktörer samt den övergripande målsättningen för projektet (Byggföretagen, 2020).

Informationskrav

Informationskrav är kunskapsbyggande krav med syftet att redovisa byggandens klimatpåverkan, dvs krav på redovisning av klimatpåverkan utan krav på förbättring av klimatpåverkan. Denna typ av krav lämpar sig för organisationer som börjar sitt klimatarbete med att samla in erfarenheter och kunskap. Informationskrav på redovisning av klimatpåverkan kan avgränsas till vissa byggdelar som av erfarenhet står för stor andel av klimatpåverkan, tex. stomme eller grund. Det är också möjligt att avgränsa vilka livscykel faser i en LCA som ska ingå i klimatberäkningen, tex bara klimatpåverkan

från materialproduktion (livscykel ffas A1-3) eller även inkludera transport (A4) och byggarbetsplatsen (A5). Dessutom kan klimatberäkningen baseras på generiska data eller produktspecifika data (EPD:er). Avgränsningarna bör tydliggöras så att resultatet inte varierar beroende på olika antaganden (Thrysin, o.a., 2020). Lagen om klimatdeklaration är ett informationskrav.

Förbättringskrav

Förbättringskrav är krav på förbättrad klimatprestanda jämfört med en referensnivå. Referensnivån kan sättas genom en egen beräkning eller ett nyckeltal. För att ställa förbättringskrav krävs tydliga avgränsningar och metodik för klimatberäkningen, samt kunskap hos beställaren för att kunna granska beräkningarna (Thrysin, o.a., 2020).

Prestandakrav

Prestandakrav innebär ett gränsvärde på klimatpåverkan som måste understigas. Det kan vara svårt att avgöra storleken på gränsvärdet. Då är det lämpligt att utgå från jämförbara studier eller nyckeltal, se "Benchmark inom klimatprestanda" på sidan 21 i denna rapport . En annat alternativ är att i tidigt skede i projektet göra en referens klimatberäkning som gränsvärdet baseras på (Thrysin, o.a., 2020).

	Krav på arbetssätt	Informationskrav	Förbättringskrav	Prestandakrav
Syfte	Etablera en process och rutiner för att jobba med klimatfrågan	Det viktiga är att det görs en beräkning	Beräkningen ska användas för att fatta beslut om förbättringar	Beräkningen ska användas för att visa att tillräckligt många beslut om förbättringar fattats
Krav	Kravet är att genomföra vissa förbestämda aktiviteter	Kravet är att visa att beräkningen gjorts	Kravet är att visa att medvetna val gjorts	Kravet är att visa att klimatpåverkan är inom tillåtet gränsvärde

Figur 10. Olika typer av kravformuleringar (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022).

Exempel på krav på arbetssätt:

1. En workshop med fokus på möjliga åtgärder för klimatreducering ska genomföras i tidigt skede.
2. En handlingsplan som innehåller prioriterade åtgärder för att uppnå klimatreduktion ska tas fram.
3. En initial klimatberäkning som är indikativ för utgångsläget ska tas fram och uppdateras i följande skeden i byggprocessen.

Exempel på informationskrav:

1. Boverkets klimatdeklaration.
2. Klimatpåverkan vid produktion av byggvaror (livscykel A1-3) för bärande konstruktionsdelar, klimatskärm och innerväggar ska beräknas i samband med färdig bygghandling.
3. Klimatpåverkan vid produktion av byggvaror (livscykel A1-3) för bärande konstruktionsdelar, klimatskärm och innerväggar ska beräknas i samband med slutbesiktningen.
4. Klimatpåverkan vid byggskede (livscykel A1-A5) för husunderbyggnad, stomme, yttertak, fasader och stomkomplettering ska beräknas, i första hand med produktspecifika data. Klimatberäkningen ska göras i samband med slutbesiktning av stomme.
5. Klimatpåverkan vid produktion av byggvaror (livscykel A1, A2 och A3) i stomme och grund ska beräknas med generiska data (Miljöbyggnad brons).
6. Klimatpåverkan vid produktion och transport av byggvaror (livscykel A1, A2, A3 och A4) i stomme och grund ska redovisas. Minst 50% av klimatpåverkan för produktion av byggvarorna ska baseras på produktspecifika EPD:er. Klimatpåverkan från transporter beräknas med generiska uppgifter för transportsätt och faktiska transportsträckor (Miljöbyggnad silver).

Exempel på förbättringskrav:

1. Klimatpåverkan ska redovisas enligt Boverkets klimatdeklarations omfattning och minskas med 25% jämfört med ett givet referensprojekt.
2. Klimatpåverkan ska redovisas enligt Boverkets klimatdeklarations omfattning. En klimatanalys med alternativa konstruktionslösningar ska göras för grund, stomme och klimatskal. Klimatpåverkan av respektive byggdel ska minskas med minst 10% jämfört med en standardlösning.
3. Byggnadens klimatpåverkan ska vara minst 10% lägre än beräknad BU-lösning (business-as-usual) (Kravformulering enligt Upphandlingsmyndigheten, basnivå).
4. Byggnadens klimatpåverkan ska vara minst 25% lägre än beräknad BU-lösning (business-as-usual) (Kravformulering enligt Upphandlingsmyndigheten, avancerad nivå).
5. Byggnadens klimatpåverkan ska vara minst 40% lägre än beräknad BU-lösning (business-as-usual) (Kravformulering enligt Upphandlingsmyndigheten, spjutspetsnivå).
6. Klimatpåverkan från betong ska minskas med 40% i jämförelse med betongens klimatpåverkan enligt Boverkets konservativa värde.
7. Klimatpåverkan vid produktion och transport av byggvaror (livscykel A1, A2, A3 och A4) i stomme och grund ska redovisas. Minst 70% av klimatpåverkan för produktion av byggvarorna baseras på produktspecifika EPD:er. Klimatpåverkan från transporter beräknas med generiska uppgifter för transportsätt och faktiska transportsträckor. Klimatpåverkan från A1-A4 i $\text{kg CO}_2\text{e/m}^2 A_{\text{temp}}$ ska vara 10 % lägre än beräkning för Miljöbyggnad silver (Miljöbyggnad guld).

Exempel på prestandakrav:

1. Klimatpåverkan ska redovisas i anbudsskedet enligt Boverkets klimatdeklarations omfattning och ska understiga $250 \text{ kg CO}_2\text{e/m}^2$ BTA.
2. Klimatpåverkan ska redovisas, i samband med slutbesiktning, enligt Boverkets klimatdeklarations omfattning och ska understiga $250 \text{ kg CO}_2\text{e/m}^2$ BTA.
3. Klimatpåverkan enligt Boverkets klimatdeklarations omfattning ska inte överstiga $235 \text{ kg CO}_2\text{e/m}^2$ BTA (kravformulering enligt Upphandlingsmyndigheten).

KLIMATBUDGET

En klimatbudget är ett verktyg för att styra byggprojekt mot minskad klimatpåverkan. Med en klimatberäkning eller ett referensvärde som utgångspunkt kan en tydlig gräns för utsläppen sättas. Målgränsvärdet hjälper till att minska byggprojektets klimatpåverkan vid beslutsfattande.

Den enklaste typen av klimatbudget kan baseras på generella schabloner eller branschmedelvärden, till exempel Boverkets referensvärden för olika byggnadskategorier (Malmqvist, Borgström, Brismark, & Erlandsson, 2021). Ett annat alternativ är att basera klimatbudgeten på nyckeltal från organisationen utgående från tidigare beräknade projekt. En baselineberäkning kan också vara ett bra underlag för att ta fram en byggnadsspecifik klimatbudget. Dessutom kan en baselineberäkning vara ett verktyg för att identifiera byggdelar med hög klimatpåverkan, som kan vara aktuella för förbättringsåtgärder (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022). En klimatbudget kan också baseras på målgränsvärde eller kravställning på reduktion av klimatpåverkan, till exempel genom att minska klimatpåverkan med 10%, 25% eller 40% enligt Upphandlingsmyndighetens kriterier för att minska klimatpåverkan (Upphandlingsmyndigheten, 2022).

Inom Byggutmaning Klimatbudget, ett initiativ av Byggföretagen, Klimat 2030 och Johanneberg Science Park, har en guide tagits fram med rekommendationer för upprättande av klimatbudget (Byggföretagen, Klimat 2030, Johanneberg Science Park, 2022). Enligt guiden omfattar arbetet med en klimatbudget följande moment:

1. Beräkna utsläppen
2. Sätt en budget
3. Uppnå din budget (följ upp och säkerställ budgeten)

BERÄKNING AV UTSLÄPPEN

Utsläppen från en byggprodukt kan enkelt beräknas genom att multiplicera mängden av använda resurser med respektive resurs klimatpåverkan, så kallad GWP-faktor (Global Warming Potential). För att beräkningar ska vara jämförbara mellan olika projekt ska tre viktiga faktorer definieras:

Livcykelskeden som ingår i beräkningen

Bedömning av vilka livcykelskeden ska ingå i redovisningen kan göras med hjälp av den standardiserad beräkningsmetod "EN15978, Hållbarhet hos byggnadsverk- Värdering av byggnaders miljöprestanda". Standarden delar upp en byggnads livscykel i olika skeden, se Figur 1.

Klimatberäkningen bör minst omfatta produktionen av bygganden (byggskede), dvs livscykelfaserna A1-A5, som också motsvarar samma omfattning som Boverkets klimatdeklaration. Det bästa är dock att inkludera så många livcykelskeden som möjligt i beräkningen, för att få en komplett bild av en byggnads klimatpåverkan under sin livstid, med tanke på att driften står för en stor del av byggnadens klimatpåverkan.

Omfattning av byggdelar som ingår i beräkningen

De byggdelarna som är viktigast att räkna med är de med högst klimatpåverkan, som oftast är grundläggning, stomme och klimatskal. Urval av byggdelar som ska ingå i beräkningen kan göras med klassningssystem såsom SBEF, BSAB eller CoClass. En klimatberäkning kan och bör göras i byggprocessens olika skeden. Beräkningen ska uppdateras kontinuerligt och i den slutliga beräkningen ska de faktiska mängder som byggts in och använts i byggnaden användas som underlag.

Typ av klimatdata för varje resurs

Klimatdata om en produkts klimatpåverkan kan hämtas antingen från en EPD (Environmental Product Declaration) eller från en databas med generiska data, exempelvis Boverkets klimatdatabas. Vilken typ av data och i vilken omfattning den ska användas tydliggörs i beräkningsanvisningar. I vissa fall kan schabloner användas för utvalda byggdelar. Exempelvis installationer där klimatdata för resurser kan vara svårt att hitta eller invändiga ytskikt som oftast har en relativ liten inverkan i den totala klimatpåverkan och därför inte är avgörande att räkna med projektspecifika data. Schabloner kan tas fram inom respektive organisation utifrån tidigare referensvärden eller kan exempelvis erhållas via IVL:s rapport "Anvisningar för LCA-beräkning av byggprojekt: Schabloner för vissa byggdelar (IVL Svenska Miljöinstitutet, 2022).

Exempel på väldefinierad omfattning för en inledande klimatberäkning i tidigt skede:

- Livcykelskeden: A1-A5, B6.
- Byggdelar: Grundkonstruktioner (inklusive platta på mark), stomme, yttertak, fasader, och innerväggar. Detta motsvarar SBEF-koderna 24, 27, 3, 4, 5, och 63.
- Produktspecifika data från EPD:er används i första hand. När dessa inte finns tillgängliga används Boverkets konservativa värden.

SÄTT EN BUDGET

En klimatbudget ska reglera byggprojektets utsläpp, på samma sätt som en ekonomisk budget reglerar kostnaderna. Ambitionsnivå kan sättas med utgångspunkt i klimatmål som respektive organisation står bakom, samt den genomförda klimatberäkningen. Det rekommenderas att som första steg sätta en budget anpassad utifrån projektets förutsättningar. När organisationen samlat mer kunskap kring klimatfrågan kan en klimatbudget som gäller för hela projektportföljen formuleras.

Exempel:

- Lokalförvaltningen i Göteborg Stad har som målsättning att alla byggnader som får investeringsbeslut år 2022 ska ha 50% lägre klimatpåverkan än referensbyggnaderna.
- Lokalförvaltningen har räknat på klimatpåverkan från 6 förskolor som byggdes nyligen eller är under byggnation. Medelvärde för klimatpåverkan från dessa 6 förskolor är 328 kg CO₂e/m² BTA (A1-A4 + A5.1).
- Baserat på organisationens övergripande målsättning och beräknat referensvärde skulle ett målgränsvärde i en klimatbudget kunna vara 164 kg CO₂e/m² BTA (A1-A4 + A5.1) för en förskola.

UPPNÅ BUDGETEN GENOM AKTIV

KLIMATSTYRNING

Klimatbudgeten ska vara styrande i projektet och åtgärder ska implementeras för att uppnå budgeten. En klimatanalys kan hjälpa till att identifiera klimatbesparande åtgärder som kan bidra till att uppnå budgeten. En klimatanalys innehåller en jämförelse av klimatpåverkan från olika designalternativ och materialval. Inom kunskapspaketet "Klimat effektiv arkitektur, konstruktion och materialval" har några designstrategier för minskad klimatpåverkan identifierats (Högberg, Ingelhart, Berg, & Perzon, 2022). Dessa strategier kan användas för att uppnå klimatbudgeten i projektet.

- Bevara befintliga byggnader
- Optimering av byggnadsform
- Lättviktskonstruktion
- Materialoptimering
- Optimering av yta
- Design med återbruk
- Design med återvunnet innehåll
- Design med biobaserade material
- Design med innovativa material
- Hållbara material över tid
- Anpassningsbar design
- Demonteringsbar design
- Design för återvinning

Enligt (Byggföretagen, Klimat 2030, Johanneberg Science Park, 2022) kan ca 10-15% av utsläppen minskas redan idag utan att utöka projektens kostnader. Att välja material med hänsyn till klimatpåverkan kan leda till klimatbesparingar på upp till 25% och optimering av konstruktionssystem kan leda till besparingar på upp till 50% .

Exempel:

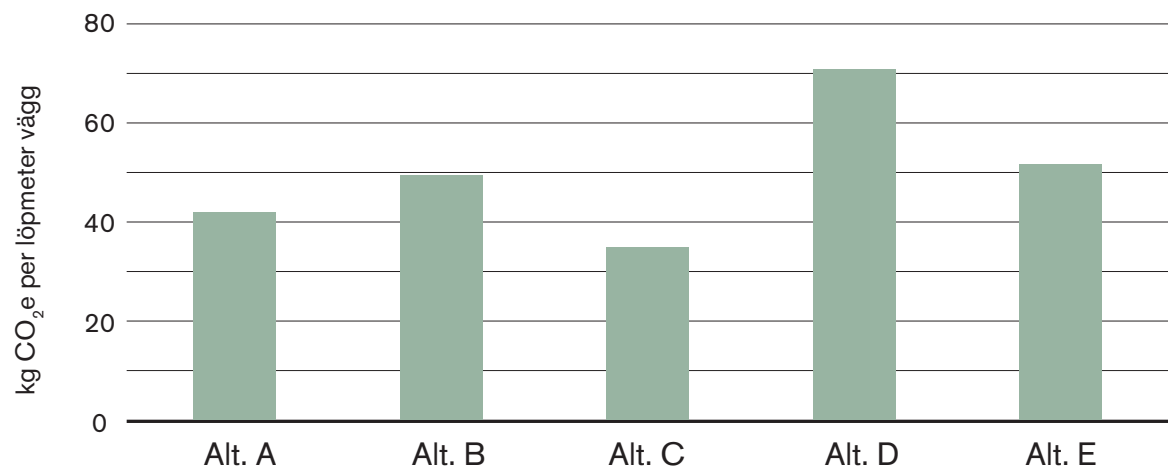
I Lokalförvaltningens projekt Hoppet valdes, i ett första skede, några byggdelar ut för att utredas ur klimatsynpunkt. Olika alternativa konstruktionslösningarna analyserades med avseende på materialens klimatpåverkan, dvs livscykel faserna A1-A3. Resultatet som visar de olika konstruktionslösningarnas klimatpåverkan användes sedan som beslutsunderlag vid val av konstruktionslösning (Ryberg Ågren & Calderon, 2021).

En av de studerade byggdelarna var bärande ytterväggar men följande alternativ:

- Alt A. CLT-stomme med utanpåliggande lättreglar och cellulosaisolering (ej prefabricerade)
- Alt B. Regelstomme med cellulosaisolering (prefabricerad)
- Alt C. Regelstomme med cellulosaisolering och limträpelare (prefabricerad)
- Alt D. Semimassiv stomme med cellulosaisolering (prefabricerad)
- Alt E. CLT med utanpåliggande traditionella reglar och cellulosaisolering (prefabricerad)

Enligt resultatet som visas i Figur 11 har regelytterväggen med limträpelare (alternativ C) det lägsta klimatavtrycket av de studerade alternativen. Denna konstruktion är dock dyrare än en traditionell regelyttervägg (alternativ B). Ytterväggen av CLT och lättreglar (alternativ A) har det näst lägsta klimatavtrycket, men den går inte att prefabricera och kräver väderskydd, vilket gör att detta alternativ blir dyrare än alternativ B. Baserat på beslutsunderlaget, avseende klimatavtryck och produktionskostnader, valdes en konstruktionslösning med traditionell regelyttervägg (alternativ B). Denna konstruktion bearbetades sedan ytterligare för att minska

klimatpåverkan (Ryberg Ågren & Calderon, 2021). Genom en klimatanalys av olika konstruktionslösningar för bärande ytterväggar kunde en lösning med relativt låg klimatpåverkan väljas. Liknande klimatanalys kan göras för flera olika byggdelar och användas som beslutsunderlag. Klimatpåverkan kan värderas tillsammans med andra viktiga urvalskriterier.



Figur 11. Klimatpåverkan A1-A3, bärande ytterväggar i förskola Hoppet (Ryberg Ågren & Calderon, 2021).

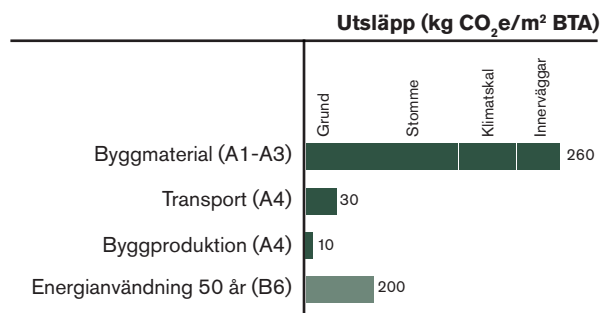
EXEMPEL KLIMATBUDGET

En organisation har som övergripande målsättning att alla projekt ska vara klimatneutrala år 2030.

En ny skolbyggnad planeras och en klimatbudget ska tas fram.

1. Initial klimatberäkning

Klimatberäkningen ska omfatta byggdelar enligt Boverkets klimatdeklaration och livscykelkedena A1-A5 (byggproduktion) och B6 (energianvändning under 50 år). Generiska data ska användas i beräkningen i tidigt skede. Produktspecifikt data ska användas när klimatberäkningen uppdateras i senare skeden i byggprocessen. En initial beräkning av klimatpåverkan av byggnaden baserad på ett standardiserat sätt att bygga (betongstomme, ej klimaförbättrad) utan energieffektiva lösningar visar på en klimatpåverkan på 300 kg CO₂e/m² BTA för livscykelkedena A1-A5 och 200 kg CO₂e/m² BTA för B6 (energianvändning under 50 år). Klimatpåverkan från energianvändning anges vanligen i kg CO₂e/ m² A_{temp}, men för att kunna summera ihop värdena från olika LCA-skeden behöver denna siffra omvandlas till kg CO₂e/m² BTA.



Figur 12. Exempel initial klimatberäkning.

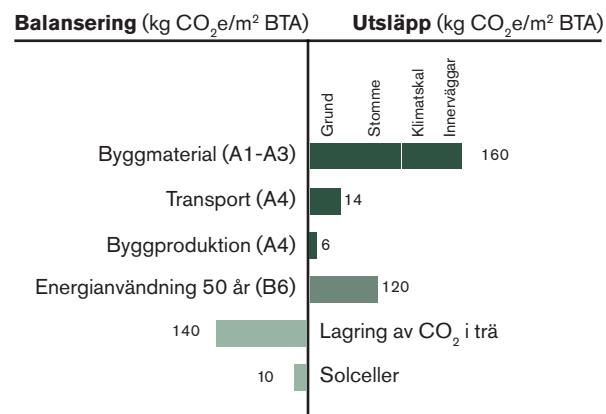
2. Klimatbudget

Organisationen har en ambitiös målsättning om klimatneutralitet år 2030. För att uppnå målet krävs det stora förändringar i hur byggnader byggs och förvaltas, så en rimlig nivå skulle vara att ställa ett reduktionskrav på 40% enligt Upphandlingsmyndighetens spjutspetsnivå för livscykelkedena A1-A5. Samma reduktionskrav kan gälla för energianvändning även om den inte omfattas av Upphandlingsmyndighetens kriterier. Målsättningen om klimatneutralitet innebär att företaget bör börja överväga olika metoder för klimatkompensation eller balansering. Även om målsättningen om klimatneutralitet inte börjar gälla förrän 2030, kan det vara bra att ställa ett krav på kompensering, till exempel kompensering av 50% av projektets klimatpåverkan under 50 år (livscykelkedena A1-A5, B6).

MÅLGRÄNSVÄRDE

Totalt utsläpp
300 kg CO₂e/m² BTA

Totalt balansering, metodik enligt LFM30.
150 kg CO₂e/m² BTA



Figur 13. Exempel klimatbudget.

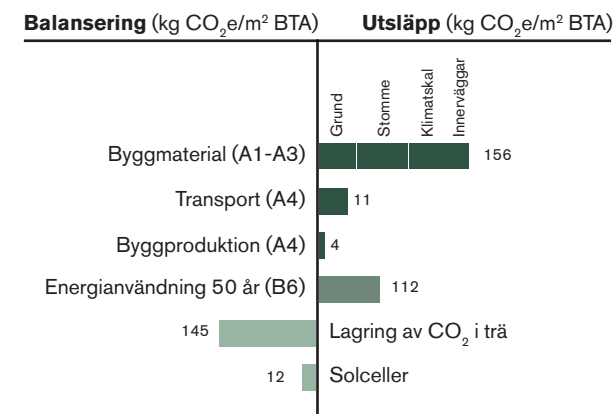
3. Uppnå budgeten genom aktiv klimatstyrning

En klimatanalys som jämför klimatpåverkan av olika alternativa bygg- och energisystem kan hjälpa till att identifiera besparande åtgärder som kan bidra till att uppnå budgeten. Genom att göra smarta material-, design- och systemval kan besparande åtgärder implementeras och budgeten uppnås. Efter implementering av åtgärder ska klimatberäkningen uppdateras. Figur 14 visar hur klimatpåverkan skulle kunna se ut efter implementering av åtgärder, samt uppföljning av klimatbudgeten.

UPPFÖLJNING

Totalt utsläpp
283 kg CO₂e/m² BTA

Totalt balansering
157 kg CO₂e/m² BTA



Figur 14. Exempel uppföljning av resultatet

BENCHMARK INOM KLIMATPRESTANDA

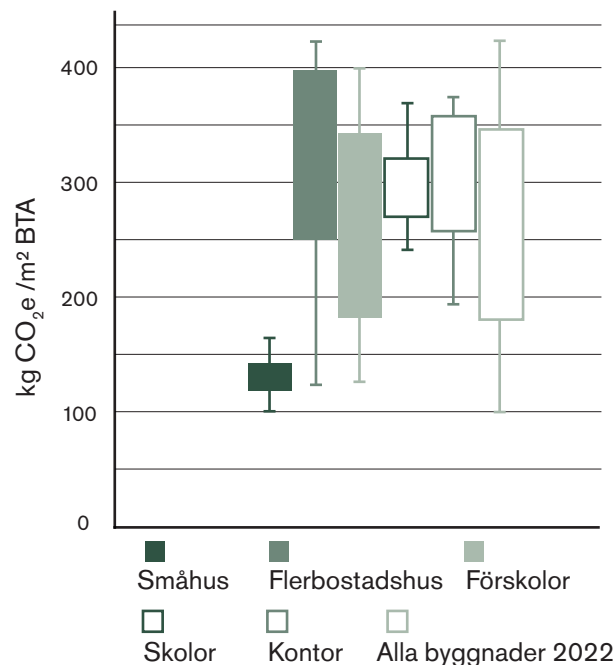
Klimatprestanda blir en allt viktigare fråga som ska hanteras inom organisationer och projekt. Att bestämma en rimlig nivå för målsättningar eller kravställningar kan vara svårt. Jämförelser med referenssiffror eller klimatprestanda i andra projekt kan med fördel användas vid formulering av egna målsättningar och kravställningar tex i en klimatbudget.

REFERENSVÄRDE BEFINTLIGA BYGGNADER

Boverket har tagit fram rapporten "Referensvärde för klimatpåverkan vid uppförande av byggnader" inom ramen för Boverkets och Upphandlingsmyndighetens regeringsuppdrag "Uppdrag att främja minskad klimatpåverkan vid offentlig upphandling av bygg-, anläggnings- och fastighetsentreprenader". Referensvärde är värde på klimatpåverkan som speglar dagens praxis eller är representativt för dagens byggnader (Malmqvist, Borgström, Brismark, & Erlandsson, 2021). Boverkets rapport innehåller referensvärden för både medelvärde och medianvärde för de byggnader som analyseras i rapporten. Dessa siffror kan användas som referens vid formulering av målsättning och/eller klimatbudget. Tabell 3 visas medianvärde av klimatpåverkan, per BTA, för olika byggnadstyper baserat på svenskt medelvärde, klimatpåverkan med klimatförbättrade produktval och klimatpåverkan för det projekt som har bäst resultat inom respektive kategori. Figur 15 visar klimatpåverkan per BTA för studiens alla byggnadstyper.

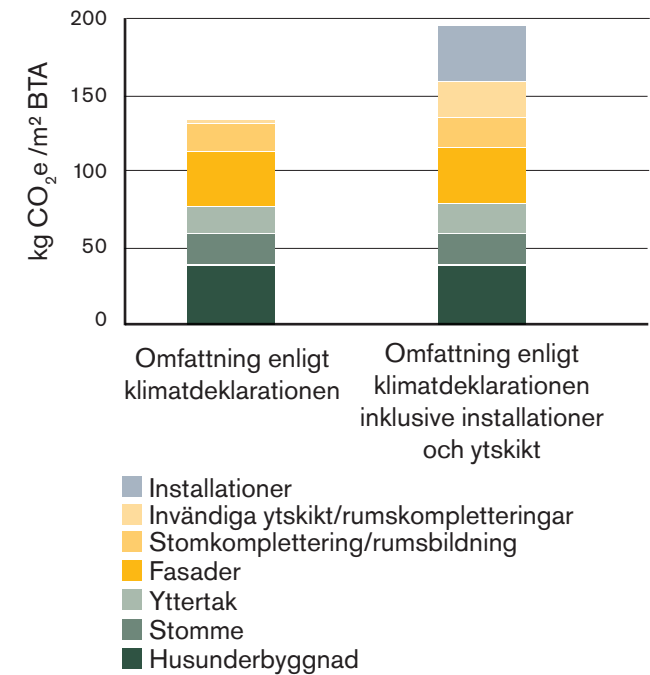
	Klimatdata baserat på svenskt medelvärde, medianvärde	Klimatförbättrade produktval, medianvärde	Projekt i studien med bästa resultat
Alla	284	251	
Flerbostadshus	318	272	124
Småhus	129	119	101
Kontor	307	255	194
Skolor	298	258	242
Förskolor	242	224	127

Tabell 3. Klimatpåverkan [kg CO₂e/m² BTA], för livscykelkedan A1-A5. Klimatpåverkan baserad på svenskt medelvärde och klimatförbättrade produktval (Malmqvist, Borgström, Brismark, & Erlandsson, 2021).



Figur 15. Klimatpåverkan A1-A5 för olika byggnadstyper. Systemgräns enligt klimatdeklaration 2022 (Malmqvist, Borgström, Brismark, & Erlandsson, 2021).

I rapporten "Klimatarbete Hoppet, delrapportering 2 byggskede" redovisas resultat och erfarenheter från klimatarbetet med förskolan Hoppet (Calderon, Löfås, & Larsson, 2022). Klimatpåverkan från skede A1-A3 och de byggdelar som ingår i Boverkets klimatdeklaration blev 134 kg CO₂-e/m² BTA och då även ytskikt och installationer inkluderades blev resultatet 195 kg CO₂-e/m² BTA, se Figur 16.



Figur 16. Klimatpåverkan för förskolan Hoppet skede A1-A3 (Ljungstedt, 2022).

I FoU-projektet "Klimatpåverkan av nyproducerade flerbostadshus med jämförande LCA-analyser för ett flerbostadshus som typhus" togs det fram klimatpåverkan från sex olika stomsystem i ett flerbostadshus (Malmqvist, Erlandsson, Francart, & Kellner, 2018). Ytterligare ett till stomsystem analyserades i studien "Referensbyggnaden Blå Jungfrun med träbaserade element med lättbalkar och cellulosaisolering" (Erlandsson, Petersson, & Jönsson, Referensbyggnaden Blå Jungfrun med träbaserade, 2020). Klimatpåverkan från respektive stomsystem redovisas i Tabell 4. Studierna omfattar dock flera byggdelar än vad som inkluderas i Boverkets klimatdeklaration. Dessa byggdelar beräknades med schabloner som kan enkelt tas bort från resultatet för jämförelse av nyckeltal enligt Boverkets systemgränser. Schablonerna finns redovisade i rapporten (Malmqvist, Erlandsson, Francart, & Kellner, 2018).

	Klimatpåverkan (A1-A5) kg CO ₂ -e / m ² BTA
Platsgjuten betongstomme och yttervägg med kvarsittande form	332
Platsgjuten betongstomme med lätta utfackningsväggar i trä och stål	290
Prefabricerad betongstomme med bärande ytterväggar och håldäcksbjälklag	272
Pelardäck, betongprefab och stålpelare/-balkar, lätta utfackningsvägg	245
Volymelement i trä	226
Massiv stomme i KL-trä	223
Träbaserade byggelement med lättbalkar	176

Tabell 4. Klimatpåverkan (A1-A5) för sju olika byggsystem i kg CO₂e/m² BTA (Malmqvist, Erlandsson, Francart, & Kellner, 2018) och (Erlandsson, Petersson, & Jönsson, 2020)

MÅLGRÄNSVÄRDE

Ett målgränsvärde motsvarar en högsta acceptabel klimatpåverkan enligt en viss skala. Målgränsvärde baseras oftast på olika referensvärden som speglar dagens bästa praxis (Malmqvist, Borgström, Brismark, & Erlandsson, 2021). Inom det lokala initiativet LFM30 (Lokal Färdplan Malmö 2030) har målgränsvärden för olika typer av byggnader definierats, se Tabell 5. Målgränsvärdena utgår från dagens bästa teknik som olika byggsystem kan uppnå (Erlandsson, 2020).

	Målgränsvärde kg CO ₂ e / m ² ljus BTA
Småhus (max 2 våningar)	171
Flerbostadshus	216
Lokaler	270

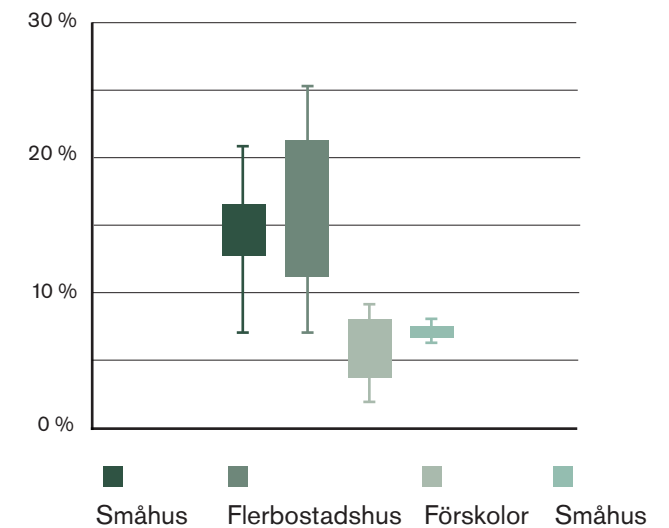
Tabell 5. Målgränsvärden för klimatpåverkan för klimatpositiva hus i byggskede (livscykelkede A1-A5) enligt LFM30 (Erlandsson, 2020).

Certifieringssystemet NollCO2 sätter gränsvärden för projektets klimatpåverkan för livscykelkede A1-A5 baserat på en baseline, dvs klimatpåverkan av en liknande byggnad med standardlösningar. Baselines tas fram genom att klimatberäkna ett antal byggnadstyper med deras typiska byggdelar. Gränsvärdet har definierats som klimatpåverkan av byggdelar som ingår i mörk BTA plus 70% av klimatpåverkan av byggdelar som ingår i ljus BTA. Exempel på gränsvärden för olika baselines kan hittas på SGBCs hemsida (Sweden Green Building Council, 2022).

POTENTIELL REDUKTION AV

KLIMATPÅVERKAN

Rapporten "Referensvärde för klimatpåverkan vid uppförande av byggnader" redovisar förbättringspotentialen med klimatförbättrade produktval baserat på erfarenheter i de projekt som ingår i studien, se Figur 17. Produkter som förbättrades var betongprodukter, konstruktionsstål och aluminium. Resultatet visar att den genomsnittliga reduktionspotentialen är runt 15% för byggnader med betong- och stålstomme. För byggnader med trästomme är förbättringspotential mellan 5-7%, dvs det är svårare att minska klimatpåverkan genom produktval i byggnader med trästomme jämfört med andra stomtyper. Skillnaden i reduktionspotential mellan olika stomtyper är förväntad, då klimatförbättrade produktval framför allt finns för betong och stål, material som förekommer i mindre omfattning i byggnader med trästomme (Malmqvist, Borgström, Brismark, & Erlandsson, 2021).



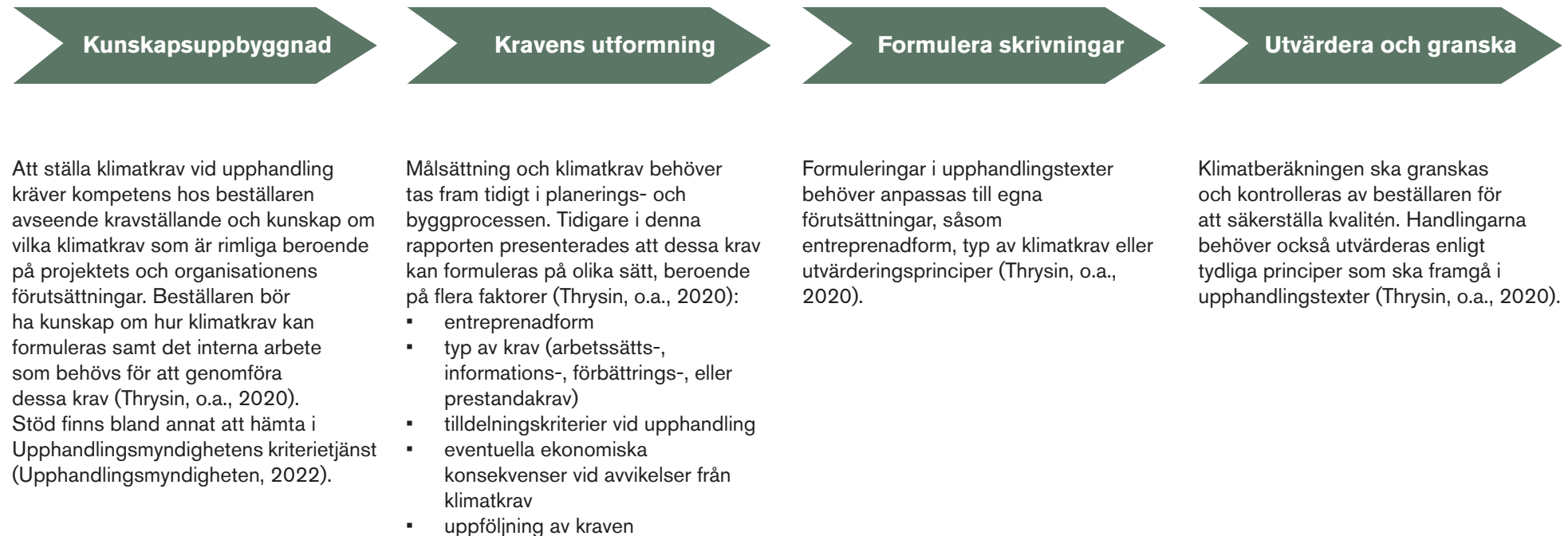
Figur 17. Potentiell reduktion av klimatpåverkan ((livscykelkede A1-A5) med hjälp av klimatförbättrade produktval för betong, stål och aluminium (Malmqvist, Borgström, Brismark, & Erlandsson, 2021).

UPPHANDLING

Att upphandling görs med tydliga klimatkrav är avgörande för att organisationens klimatambitioner ska uppfyllas. Ambitionsnivå, ansvarsfördelning, riktlinjer kring systemgränser och beräkningsmetoder samt krav på uppföljning bör tydligt framgå av upphandlingstexter (Upphandlingsmyndigheten, 2022).

Att inkludera klimatperspektivet vid upphandling av totalentreprenader är extra viktigt då ansvaret för både projektering och utförande lämnas över till entreprenören i ett relativt tidigt skede (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022). Nedan redovisas ett förslag på en process för en klimatdriven upphandling, som är framtagen inom rapporten "Klimatkrav vid upphandling av byggprojekt" (Thrysin, o.a., 2020).

PROCESS FÖR KLIMATDRIVEN UPPHANDLING



UTVÄRDERING AV KLIMATKRAV

De tilldelningskriterier som gäller vid upphandling måste tydligt framgå av förfrågningsunderlag. Kriterierna kan formuleras på olika sätt beroende på förutsättningarna i det specifika projektet, kravställningarnas karaktär och beställarens erfarenheter från utvärderingsprocesser (Thrysin, o.a., 2020).

Exempel på tilldelningskriterier:

1. Inlämnade anbud ska först utvärderas utifrån klimatpåverkan. De anbud som uppfyller 250 kg CO₂e/m² BTA eller lägre kvalificeras till nästa steg och utvärderas sedan avseende pris.
2. Anbudet med lägst klimatpåverkan får 40% av de totala poängen i utvärderingen. Övriga anbud poängsätts enligt modellen (lägsta beräknade klimatpåverkan/aktuell anbudsgivares beräknade klimatpåverkan) * (antal möjliga poäng).
3. Anbud med klimatpåverkan mellan 150-200 kg CO₂e/m² BTA får 15 poäng, 200-250 kg CO₂e/m² BTA får 10 poäng, 250-300 kg CO₂e/m² BTA får 5 poäng. Anbud med klimatpåverkan över 300 kg CO₂e/m² BTA utvärderas inte.

Exempel på utvärderingskriterier vid upphandling av totalentreprenad för nytt fylkeshus i Agder:

Byggnadens och byggproduktionens klimat- och miljöprofil värderades till 20% av tilldelningskriterierna. Anbudslämnarna redovisade klimatbesparing i CO₂e i förhållande till en referensbyggnad (70%) och fossilfri/utsläppsfri byggarbetsplats (30%). Klimatpåverkan i livscykelkedan A1-A3 beräknades i ett klimatberäkningsverktyg (Oneclick LCA) med rumsfunktionsprogrammet som grund och jämfördes med en referensbyggnad beräknad av beställaren. Med detta arbetssätt säkerställdes att rätt mängder och produktspecifika EPD:er användes för klimatberäkningen (Agder fylkeskommune, 2022).

UPPFÖLJNING

Tidiga LCA- och LCC-analyser är bra verktyg för att säkerställa en långsiktig hållbar byggnad med lågt klimatavtryck, men att jobba aktivt med LCA och LCC under projektets gång är också avgörande. Projektspecifika målsättningar behöver följas upp under projektering, byggskede och efter färdigställande, för att kontrollera att de beslut som tas är i linje med uppsatta mål och krav (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022).

KLIMATDEKLARATION

Lagen om klimatdeklaration för byggnader trädde i kraft den 1 januari 2022 och gäller alla nya byggnader där bygglovs söks från och med det datumet. Undantag görs för vissa typer av byggnader. Klimatdeklarationen är en beräkning och sammanställning av den klimatpåverkan som sker under byggprocessen. Det är ett sätt att följa upp växthusgasutsläppen från ett projekt. Syftet med klimatdeklarationen är att öka kunskapen om LCA och att minska utsläppen av växthusgaser vid uppförande av byggnader. Klimatdeklarationen omfattar hela byggprocessen. Det innebär att de fem modulerna i LCA för byggprocessen

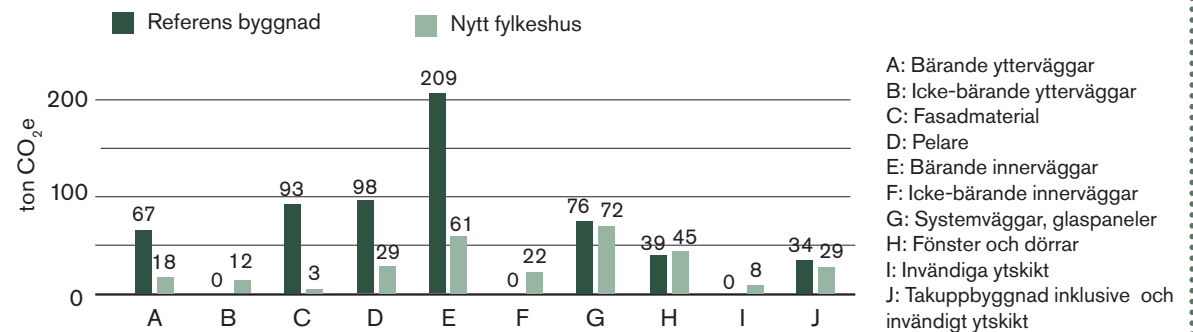
(modul A1-A5) ingår i deklARATIONEN. Byggnadens klimatskärm, bärande konstruktionsdelar och innerväggar ingår i klimatdeklarationen och beräknas med hjälp av klimatdata från Boverkets klimatdatabas och/eller specifika klimatdata för byggprodukter (Boverket, 2022).

VERIFIERING

Målsättningar och kravställningar bör alltid verifieras i byggprocessens slutskede, både för att utvärdera projektet men även i utbildningssyfte inför framtida projekt.

Indata i klimatberäkningen bör också verifieras, särskilt klimatdata för de resurser som har störst klimatpåverkan. Thrysin, o.a. (2020) föreslår att en rimlig nivå vid verifiering är att följa upp:

- Betong
- Produkter som har beräknats med produktspecifika klimatdata (till exempel genom EPD:er)
- ÄTA-arbeten som inte ingått i tidigare beräkningar



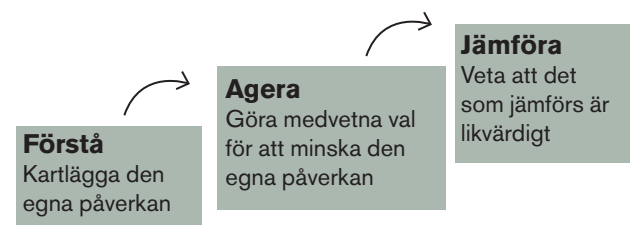
Figur 18. Exempel på beräkningar kopplade till tilldelningskriterier för vertikal bäring, klimatskal och invändig rumskomplettering (Agder fylkeskommune, 2022).

Samverkansformer för minskad klimatpåverkan

Att arbeta med klimatkrav innebär ett nytt tids- och resurskrävande moment att hantera i byggprocessen. Nya resurser och kompetenser behöver tillsättas och nya arbetssätt blir nödvändiga, (Thrysin, o.a., 2020). Även nya eller förändrade myndighetskrav som tex klimatdeklaration av nya byggnader och identifiering av återbruk vid rivning kräver utökad eller ny kompetens i byggprojekt. I följande avsnitt ges exempel på kompetenser som behövs för minskad klimatpåverkan och på hur olika samverkansformer kan bidra till kunskapsdelning, innovation och produktutveckling för att åstadkomma ett klimatsmart byggande och nå klimatmålen.

KOMPETENSER

Utvecklingen i bygg- och fastighetsbranschen från fokus på energieffektiv drift till att minska klimatpåverkan under hela byggnadens livscykel



Figur 19. Kunskapstrappan för kunskapshöjning i branschen (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022).

innebär en stor omställning. En omställning som kräver stor kunskapshöjning (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022) och ett bredare perspektiv. Alla aktörer i branschen måste bidra genom en ökad förståelse, kunskapsinhämtande och utvecklande av verktyg för minskad klimatpåverkan. Figur 19 visar en illustration på kunskapstrappan branschen behöver genomgå.

För att skynda på kunskapsinhämtande kan branschen bidra med att dela och ta del av andra aktörers arbete och erfarenheter (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022). Goda exempel sprids inom olika kunskapsnätverk, på branschseminarier och sociala medier.

Den kompetens som kan behöva tillföras i en klimatdriven byggprocessen har sammanfattats i nedanstående lista som är en sammanställning av kompetensbehov identifierade i olika rapporter, tex (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022), (Boverket, 2021:11), (Thrysin, o.a., 2020) (Erlandsson, 2019) (Göteborgs Stad, 2020).

- Myndighetskompetens avseende klimateffektiva översikts- och detaljplaner.
- Beställarkompetens, med helhetsperspektiv.
- Upphandling, av byggprocessens olika aktörer, med klimatkrav. Avser beställare.
- Livscykelperspektivet genom LCA- och LCC-

kompetens i projektering och produktion.

Gäller samtliga inblandade aktörer samt specialistkompetens genom klimatledare/ klimatsamordnare och energisamordnare.

- Resurs- och energieffektiv utformning och placering/orientering av byggnader. Gäller framför allt arkitekt, konstruktör, energisamordnare, VVS-projektör, entreprenörer och materialleverantörer.
- Cirkulära resursflöden tex användandet av förnybara material och återbrukat material. Avser samtliga inblandade aktörer samt specialistkompetens genom återbrukssamordnare.
- Kompetens att bygga och riva cirkulärt, att demontera material för återbruk men även att projektera och bygga för demonterbarhet.
- Inköps- och kalkylarbete med klimatfokus. Avser i första hand kalkylator och entreprenörens inköpsorganisation.
- Klimateffektiv drift och förvaltning. Avser fastighetsägarens drift- och förvaltningsorganisation.

MYNDIGHETSKOMPETENS

Klimatfrågan behöver komma in redan i det kommunala planarbetet med en medvetenhet om hur olika planbestämmelser kan påverka möjligheten att välja klimateffektiva lösningar. En sådan aspekt kan vara att möjligheten att bevara och bygga på en befintlig byggnad beaktas tex genom att planområdet rymmer att en ny energieffektiv fasad byggs mot en befintlig stomme eller att den tillåtna byggnadshöjden medger byggnation av lika många våningar oberoende av stommaterial (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022).

Boverket har på uppdrag av regeringen undersökt möjligheten att ta fram ett verktyg för minskad klimatpåverkan vid planläggning. Under 2021 presenterades en översiktlig omvärldsbevakning över olika verktyg som håller på att tas fram eller som används i Sverige samt identifierades områden där det behövs ett fortsatt och fördjupat arbete för att utforma ett verktyg (Boverket, 2021).

BESTÄLLARKOMPETENS

Fastighetsägaren/beställaren behöver ha förståelse för vilka frågor som har stor klimatpåverkan i det egna fastighetsbeståndet (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022). För att processen ska bli framgångsrik behöver beställaren kunna identifiera kompetensbehov i byggprocessens olika skeden och tillsätta rätt resurser. Beställaren måste förstå vikten av att sätta tydliga mål och ansvarsområden samt vad målen innebär i praktiken. Det kan till och med krävas att beställaren bidrar till kunskapsuppbyggnad utanför den egna organisationen (Thrysin, o.a., 2020). I anbudsskede och granskningsskede krävs kunskap om hur analyser görs och beräkningsresultat ska tolkas.

UPPHANDLING AV KLIMATDRIVEN PROCESS

Upphandling med klimatkrav kräver att beställaren har kompetens både avseende upphandling och olika klimatkravs praktiska innebörd för det aktuella projektet. Bra vägledning kring upphandlingskrav fås i rapporten "Klimatkrav vid upphandling av byggprojekt" (Thrysin, o.a., 2020)

LIVSCYKELPERSPEKTIV

I designprocessen är det viktigt att ta med klimatpåverkan som aspekt vid olika val. Vid design och systemval för energieffektivitet är det vanligt att en energisamordnare stöttar och vägleder kring olika aspekter av utformning. På motsvarande sätt kan det behövas en speciell resurs för att stötta i klimatarbetet, en klimatsamordnare. Båda dessa resurser behöver arbeta tillsammans med LCA och LCC-kalkyler men det krävs också att övriga aktörer har förståelse för mål och process (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022). Entreprenörer och materialleverantörer behöver ha kunskap om hur material och byggmetoder kan optimeras för minimering av klimatpåverkan i både byggskede och förvaltning (Erlandsson, 2019).

För att nå långt i klimatarbetet så måste livscykelperspektivet genomsyra alla byggprocessens skeden. I byggskedet krävs tex fokus på minimering av energianvändning och fossila drivmedel och i rapporten "Energieffektiv byggproduktion, kunskapspaket och vägledning" förordas att en energiansvarig på byggarbetsplatsen utses (Nakos lantz, Edenhofer, & Wahlström, 2021).

RESURS- OCH ENERGIEFFEKTIV

UTFORMNING

I tidiga skeden i byggprocessen krävs kompetens om hur byggnadsform och ytbehov kan optimeras, för minskad klimatpåverkan, (Högberg, Ingelhart, Berg, & Perzon, 2022). Byggnadens placering och orientering samt utformning är faktorer som kan bidra till en energieffektiv byggnad och därigenom låg klimatpåverkan från driftskedet men även till mindre materialåtgång. Energieffektivitet kan utvärderas genom tidiga analyser av byggnadseffektivitet och klimatskaseffektivitet (Nordin, o.a., 2022). Andra faktorer som påverkar energianvändningen är byggnadens placering med hänsyn till väderstreck för solinstrålning, möjlighet till solelsproduktion och solvärmeinstrålning i rum. Kompetens kring dessa frågor behöver finnas med tidigt i byggprocessen.

Ytbehov är en annan faktor som får stor inverkan på klimatavtrycket, ju effektivare planering och mindre yta desto lägre klimatavtryck. Idag finns metodiker och verktyg att ta hjälp av i designprocessen för att optimera ytor, tex "Omtag TM" en metodik framtagen av Semrén & Månsson (Semrén & Månsson, 2022) och verktyget "Square meter" framtaget av White arkitekter (Fastighetstidningen, 2022).

CIRKULÄRA RESURSFLÖDEN

En åtgärd för låg klimatpåverkan är att använda cirkulära resursflöden, tex biobaserat eller återbrukat material. Byggherren kan behöva avsätta en specifik resurs, en återbrukssamordnare, med uppgift att i tidigt skede leda projekteringen mot ökat återbruk så väl som att leta material, samordna logistik och kvalitetssäkra återbruket i senare skeden (Andersson, Moberg, Gerhardsson, & Lo Lindholm, 2021). Inom centrum för cirkulärt byggande finns en arbetsgrupp med syfte att utveckla klimatberäkningar för återbruk (CCBuild, 2022). Även byggnation med biobaserat material som tex trä eller hampa kan kräva specialistkompetens.

KOMPETENS ATT BYGGA OCH RIVA

CIRKULÄRT

För att kunna återbruka material krävs kompetens att demontera och hantera material så dess funktion och skick behålls. Det kan även krävas ny teknik för att kunna demontera produkter. Vid nybyggnation och för nytillverkade byggprodukter behövs lösningar för att kunna demontera och separera material från varandra (Göteborgs Stad, 2020).

ETTELVA arkitektkontor mfl har tagit fram ett verktyg, CIX, för att mäta en byggnads cirkularitet. I bedömningen ingår bland annat parametrar som byggnadsutformning, generalitet, flexibilitet, demonterbarhet och materialval (ETTELVA, 2020).

INKÖPS OCH KALKYLARBETE MED

KLIMATFOKUS

Materialval som görs under projektering behöver säkerställas vid upphandling i produktionsskedet så att klimatpåverkan från den inköpta produkten motsvarar antagna värden i klimatberäkningen. I projektet A Working Lab, Akademiska Hus, fick entreprenörens inköpsorganisation en utökad roll att med stöd av projektets miljösamordnare jämföra byggprodukters klimatpåverkan vid inköp. Bland annat utvärderades platsgjuten och prefabricerad betong, armering och bjälklagselement av korslimmat trä. Utvärdering av klimatpåverkan vid inköp hade stor betydelse för att minska byggnadens klimatavtryck (Sande & Hedén, 2019).

Arbetet med klimatberäkningar i olika skeden kan med fördel samordnas med budgetkalkyler. Det finns idag flera verktyg för kostnadskalkyler som även kan generera klimatkalkyler, tex Bidcon. Materialmängder från kalkyler kan också matas in i LCA-databaser som BM 2.0 och OneClickLCA.

KLIMATEFFEKTIV DRIFT OCH FÖRVALTNING

För att vidmakthålla en energieffektiv byggnad krävs ett kontinuerligt arbete under drift och förvaltning. Smarta system som energi-/batterilager, effektstyrning och styrning mot väderprognoser och timvärdeskostnader behöver driftoptimeras löpande (Nordin, o.a., 2022).

SAMVERKANSFORMER

Upphandlingsmyndigheten (Upphandlingsmyndigheten, 2022) har identifierat nio framgångsfaktorer för att främja minskad klimatpåverkan vid offentlig upphandling av bygg-, anläggnings- och fastighetsentreprenader:

1. Tydliga beslut och stöd från ledningen: strategi och styrdokument.
2. Samverkan internt och externt.
3. Samarbeta i beställarnätverk.
4. Inta bygg- och anläggningsbranschens och leverantörens perspektiv.
5. Ta vara på transformativa och innovativa lösningar inom byggbranschen.
6. Integrera klimatarbetet i projekteringsprocessen.
7. Planera för en energieffektiv fastighetsdrift.
8. Uppföljning av ställda krav.
9. Proaktiv inköpsorganisation hos byggtentreprenören.

Den första faktorn, tydliga beslut och stöd från ledningen samt att strategier och mål är kända och väl förankrade i så väl beställar- som projektorganisationen tas upp i nästan alla rapporter om samverkan, som en viktig framgångsfaktor. En framgångsfaktor inte bara i byggskedet utan i alla led i byggprocessen från detaljplan till förvaltning. Offentliga fastigheter påtalar i rapporten "LCA och LCC i tidiga skeden" (Sveriges Kommuner och Regioner, 2022) vikten av att målsättningar och krav finns med i alla upphandlingar i projektet, så att kravställning, ansvar och konsekvenser av avvikelser tydligt framgår och genomsyrar hela projektorganisationen. Att långsiktiga mål är nödvändiga för att driva innovation fastslås av följeforskarna till innovationsprojektet A Working Lab, (Gluch, Kadefors, & Kohn Rådberg, 2019).

Framgångsfaktorerna 2 och 3 enligt Upphandlingsmyndigheten, samverkan internt

och externt samt samarbeta i beställarnätverk, har tydlig koppling till olika samverkansformer inom beställarorganisationen och mellan aktörer i projektorganisationen men visar också på behov av samverkan för kunskapsdelning utanför projektet. Vikten av att ta in såväl intern som extern kunskap och goda exempel påtalas också av följeforskarna till projektet A Working Lab på Chalmers i Göteborg (Gluch, Kadefors, & Kohn Rådberg, 2019), och helst dela och kommunicera den innan projektet startas. I klimatarbetet i projektet (Sande & Hedén, 2019) var det tydligt att klimatfrågan inte kunde lösas av en enskild aktör. Det krävs samarbete och engagemang från alla inblandade och projektets aktörer måste våga tänka i nya banor och avsätta tid för analys. Under byggprocessens alla skeden måste ett gott samarbetsklimat säkerställs för att uppnå klimateffektiva byggnader.

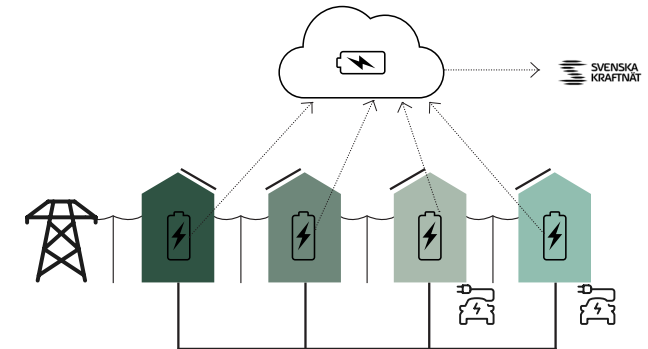
SAMVERKAN I NÄTVERK

De senaste åren har det utvecklats flera lokalt knutna kunskapskluster kopplade till klimateffektivt byggande. Först ut var Malmöregionen med Lokalt Färdplan Malmö, LFM30, och nu finns liknande kunskapskluster i flera olika regioner, tex. Klimat 2030 i Västra Götalandsregionen, Fossilfritt Uppsala 2030 och Östergötland Bygger KlimatNeutralt. På det nationella planet finns också flera organisationer och nätverk för hållbart byggande, tex Sweden Green Building Council, Centrum för cirkulärt byggande och Fossilfritt Sverige.

SAMVERKAN I KONSORTIER

I Sverige finns det flera goda exempel på samverkan mellan offentliga och privata fastighetsägare för hållbara byggprojekt. En samverkan som ofta startar i tidiga skeden, tex redan i planarbetet. Ett sådant exempel är Tamarinden i Örebro där fem olika byggherrar gått samman med målsättning att skapa

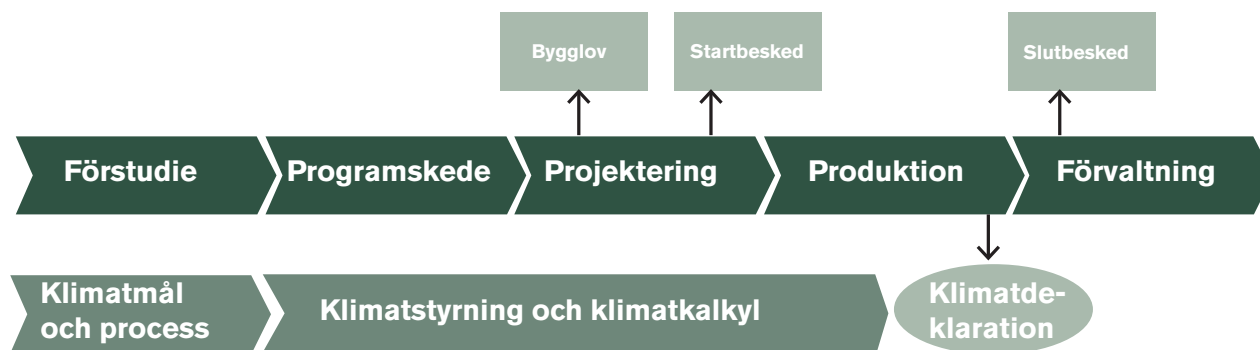
ett energieffektivt område genom att dela energi. En slutsats från Tamarinden är att innovativa lösningar kräver eldsjälar som vågar vara föregångare och testa nya idéer (Westman, 2022).



Figur 20. Delade energisystem i Tamarinden i Örebro, exempel på samverkan mellan olika byggherrar. Systemet omfattar solceller, batterier, elfordonspool, områdets internt eldistribution med likströmsnät, området internt värmefdistribution lågtempererad, lokal systemoperatör LSO.

SAMVERKAN I OLIKA SKEDEN I BYGGPROJEKT

Samverkan behöver ske i byggprocessens alla skeden och mellan alla aktörer för att åstadkomma långsiktigt hållbara byggnader med låg klimatpåverkan (Offentliga fastigheter, 2022). När upphandlingsmyndigheten listar viktiga områden för beställarorganisationer i byggprojekt att ha kunskap och förståelse för nämns bland annat entreprenad- och samverkansformer samt innovation (Upphandlingsmyndigheten, 2022). Även erfarenheterna från innovationsprojektet Hoppet, den fossilfria förskolan, pekar på att det krävs nära samarbete mellan beställare, experter, innovatörer, entreprenörer och leverantörer för att driva på omställningen till ett hållbart samhällsbyggande (Upphandlingsmyndigheten, 2019).



Figur 21. Byggprocessens olika skeden (Boverket, 2022).

Förstudie

Under förstudien tas grundläggande beslut som styr byggnadens utformning och mål för projektet. Avvägningar görs mellan funktion, estetik, ekonomi, hållbarhet och drift (Upphandlingsmyndigheten, 2022). För att samverkan ska fungera är det viktigt att klimatambitionerna börjar definieras och att ansvarsområden tydliggörs. Arkitekten har ofta en framträdande roll i förstudien när det gäller att ta fram olika utformningsförslag och analysera ytbehov, byggnadens placering på tomten och byggnadsform. För att åstadkomma klimatteffektiva byggnader behöver dessa faktorer även analyseras med avseende på energianvändning i driftskedet, tex genom analyser av byggnadseffektivitet och klimatskalseffektivitet, utredning av energisystem och möjlighet till lokalt producerad energi (Nordin, o.a., 2022). Här krävs samarbete mellan arkitekt, energi- och klimatsamordnare för att tillsammans analysera hur olika utformningsalternativ påverkar byggnadens klimatavtryck. Om utformningen inkluderar innovativa stomsystem eller nya material kan även konstruktör och/eller materialleverantörer behöva involveras i arbetet (Erlandsson, 2019).

Programhandling

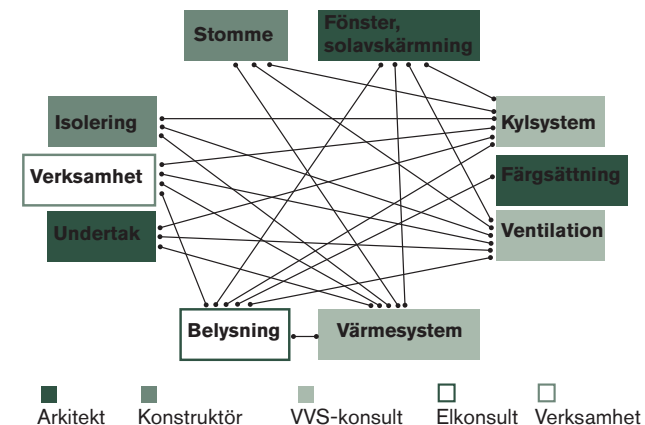
I programhandlingsskedet definieras byggnadens utformning, byggnadens storlek och dess tekniska standard fastställs. Utredningar och utformningsförslag från förstudien bearbetas, övergripande planlösningar tas fram och gestaltningen börjar ta form. Frågor som yteffektivitet och stomlösning utreds.

Arkitekten har en betydande roll i programhandlingen som behöver tas fram i samverkan med övriga projektörer samt energi- och klimatsamordnare. Då olika stomval och grundläggningssätt utreds krävs att konstruktören involveras i arbetet med att minimera klimatpåverkan. VVS- och elprojektör behöver engageras genom kravställningar avseende energi och framtagande av en första energiprognoz (Nordin, o.a., 2022). Tillgång till klimatförbättrade alternativ för betydande materialslag, tex betong och stål, kan behöva säkerställas i tidigt skede genom samverkan med leverantörer (Erlandsson, 2019).

Projektering

I systemhandlingen hanteras den konstruktiva utformningen av byggnaden och dess tekniska installationer. Detta arbete detaljeras under

bygghandlingsskedet. Fler aktörer tillkommer i projekteringen och beställaren måste se till att alla har samma målbild och förstår vilket ansvar som vilar på respektive aktör. Ett sätt att tydliggöra klimatmål och hitta gemensamma arbetssätt är att inleda projekteringskedet med en klimatworkshop, ett arbetsmöte där projekteringsgruppen tillsammans identifierar möjligheter till minskad klimatpåverkan men också vilken samverkan som krävs (Högberg, Ingelhart, Berg, & Perzon, 2022).



Figur 22. Exempel på energipåverkande faktorer som kräver samverkan under projektering (Nordin, o.a., 2022).

Under projekteringen behöver samverkan ske kring en mängd olika faktorer och lösningar. Figur 22 visar ett exempel på samverkan som behöver ske kring energipåverkande faktorer. Ett kreativt, positivt och aktivt samspel krävs av hela projektorganisationen. Samverkan behöver också ske med parter utanför projektorganisationen så som verksamheten som ska använda byggnaden och beställarens driftorganisation (Nordin, o.a., 2022). Att samla hela projektgruppen till en gemensam arbetsplats, ett projektkontor, kan

vara en lösning för att utveckla samverkan mellan olika aktörer. I projektet Hoppet samlades alla aktörer på samma plats en dag i veckan och detta bidrog till snabba beslutsvägar med låg tröskel (Ljungstedt, 2022).

Klimatsamordnaren har en viktig roll att tydliggöra och utöva en aktiv klimatstyrning under projekteringen. I projektet Hoppet fanns i beställarleddet både en klimatcontroller och en innovationsledare (Ljungstedt, 2022). Även specialistkompetenser som brand, fukt och akustik behöver involveras och samverka med arkitekt och konstruktör för att hitta optimala lösningar ur klimatsynpunkt. I projektet Hoppet genomfördes under systemhandlingen klimatberäkningar för alternativa utformningar av flera byggdelar och jämfördes med en traditionellt byggd förskola. Resultatet presenterades för hela projekteringsgruppen och bidrog till både kunskap och stolthet över vad gruppen tillsammans åstadkommit (Ljungstedt, 2022).

Beställaren behöver under projekteringen säkerställa att klimatkrav samt krav på arbetssätt och dokumentation arbetas in i förfrågningsunderlag för upphandling av entreprenör. Byggherren kan också behöva säkerställa och förankra nya lösningar, tex ovanliga materialval, med blivande hyresgäst, vilket kan leda till mer omfattande avstämningar än vanligt (Ljungstedt, 2022)

Produktion

Genom val av entreprenadform styr beställaren entreprenörens frihetsgrad att välja egna lösningar. I en utförandeentreprenad styr byggherren utformningen via bygghandlingarna medan totalentreprenaden ger entreprenören större möjligheter att styra konstruktionslösningar och materialval. Oavsett entreprenadform kan informationskrav, att en klimatberäkning görs, ställas på entreprenören (Thrysin, o.a., 2020).

Utförandeentreprenad

I en utförandeentreprenad är beställaren ansvarig för framtagande av bygghandlingar och klimatkraven måste vara beaktade under projekteringen. Utöver åtgärder inarbetade i bygghandlingar är möjligheterna mer begränsade att ställa klimatkrav på entreprenören (Erlandsson, 2019). Om beställaren vill ställa förbättringskrav måste det säkerställas att det finns viss frihetsgrad för entreprenören att föreslå förbättringar tex materialval eller konstruktionslösningar som ger lägre klimatpåverkan (Thrysin, o.a., 2020).

Totalentreprenad

I en totalentreprenad ställer beställaren funktionskrav tex gällande klimat- och energiprestanda. Entreprenören ges därmed större frihet att välja byggnadstekniska lösningar och material men det ställs också större krav på entreprenören att komma med energieffektiva, klimatoptimerade och innovativa lösningar. För att styra arbetet är det av vikt att kravställningar, uppföljnings- och dokumentationskrav samt konsekvenser av avvikelser tydligt framgår tex i ett hållbarhetsprogram (Erlandsson, 2019) (Upphandlingsmyndigheten, 2022).

Partnering

Partnering är inte en entreprenadform utan en metod för beställare, entreprenörer och projektörer att samverka i projekt och kan användas oberoende av entreprenadform. Arbetssättet kännetecknas av ett tidigt och mer ingående samarbete och vanligen inleds samarbetet med entreprenör inför eller under systemhandlingskedet. Vid partnering kan gemensamma samverkansmål ersätta upphandlingsdokument vilket kan underlätta när det i tidigt skede är svårt att definiera klimatförbättrande åtgärder i projektet.

Projektet Hoppet handlades upp som en totalentreprenad med partnering och en av

beställarens erfarenheter av partnering var att "i ett samverkansprojekt behöver beställaren fatta beslut löpande och ge kontinuerliga besked till leverantören samt ta ett ansvar för slutresultatet". Det är den stora skillnaden mot en traditionell upphandling som har fördefinierad process och resultat" (Upphandlingsmyndigheten, 2022). Partnering ger möjlighet för beställaren att vara med och påverka beslut under hela processen men kräver också ökade resurser från beställarsidan (Ljungstedt, 2022).

SAMVERKAN FÖR ATT BYGGA KUNSKAP LÅNGSIKTIGT

I projektet Hoppet upphandlades totalentreprenören för byggnation av Hoppet med option på ytterligare två förskolor. Lokalförvaltningen ville på så sätt säkerställa att erfarenheterna från Hoppet skulle tas med in i påföljande projekt. "Möjligheterna för att förbättras och nå längre tillsammans är större om en och samma organisation kan ta med erfarenheter från ett projekt in i ett påföljande projekt" (Ljungstedt, 2022).

Referenser

Andersson, J., Moberg, S., Gerhardsson, H., & Lo Lindholm, C. (2021). *Potential, effekter och erfarenheter från återbruk i bygg- och fastighetssektorn*. Rapport B2426. IVL Svenska Miljöinstitutet.

Boverket (2021). *Verktyg för minskad klimatpåverkan vid planläggning*. Rapport 2021:11. Boverket.

Boverket. Om klimatdeklaration. [Online]. Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/om-klimatdeklaration/> (04 04 2022)

Boverket. *Miljöindikatorer aktuell status*. [Online]. Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/> (21 04 2022)

Byggföretagen (2020). *Rekommendationer för klimatkrav i upphandling*. Stockholm: Byggföretagen.

Byggföretagen, Klimat 2030, Johanneberg Science Park (2022). *Byggutmaning: Klimatbudget*. Hämtat från <https://www.johannebergsciencepark.com/sites/default/files/Byggutmaningen%20Klimatbudget.pdf>

Calderon, Löfås & Larsson. (2022). *Klimatarbete Hoppet, delrapportering 2 byggskede*.

CCBuild. *Samverkan*. [Online]. Hämtat från <https://ccbuid.se/samverkan/nationell-arena/> (22 04 2022)

Enebjörk, L., Sjöberg, V., Doung, L., Shalaby, M., & Källebrink, I. (2020). *Stomval- klimatutsläpp och kostnader*.

Energilyftet. [Online]. Hämtat från <http://energilyftet.learnways.com/course.aspx?id=266&scoid=308> (21 03 2022)

Erlandsson, M. (2000). *Viktning av olika miljöpåverkanskategorier baserat på en vision om det framtida hållbara folkhemmet - de svenska miljö kvalitetsmålen*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.

Erlandsson, M. (2019). *Vägledning och råd hur olika aktörer kan bidra till klimatförbättrade byggnader*, Nr B2365. IVL Svenska Miljöinstitutet.

Erlandsson, M. (2020). *Kriterier för klimatpositiva byggnader*. IVL Svenska Miljöinstitutet.

Erlandsson, M., Petersson, D., & Jönsson, J.-A. (2020). *Referensbyggnaden Blå Jungfrun med träbaserade*. IVL Svenska Miljöinstitutet.

ETTELVA, Bengt Dahlgren, Riksbyggen, Lokalförvaltningen Göteborg Stad. (2020). *CIX*. [Online]. Hämtat från <http://www.hallbarbyggnation.se/>.

Europaparlamentet. *Nyheter Europaparlamentet*. [Online]. Hämtat från <https://www.europarl.europa.eu/news/sv/headlines/society/20190926STO62270/vad-betyder-koldioxidneutralitet-och-hur-kan-det-uppnas-till-ar-2050> (07 03 2022).

Fastighetstidningen. [Online]. Hämtat från <https://fastighetstidningen.se/lokalfloden-analyseras-pa-uppsala-universitet/> (03 02 2022).

Agder fylkeskommune (2022). *Nytt fylkeshus i Agder, tillbudsforespörelser och konkurranseregler*.

Gluch, P., Kadefors, A., & Kohn Rådberg, K. (2019). *Innovation i samverkan, en studie av A Working Lab*. CMB 2019: nr 2.

Göteborgs Stad. (2020). *Dags att bygga och riva cirkulärt!*

Heini-Marja Suvilehto, C.-M. J. (2017). *LCC - dagens lägsta pris kan bli morgondagens högsta kostnad*. (s. 31). Stockholm: Upphandlingsmyndigheten Energimyndigheten.

Högberg, A., & Ingelbag, G. (2019). *Hoppet- Vad har vi gjort hittills och var står vi nu?* Lokalförvaltningen Göteborgs Stad.

- Högberg, A., Ingelhart, G., Berg, M., & Perzon, M. (2022). *Klimat effektiv arkitektur, konstruktion och materialval*. Bengt Dahlgren AB.
- IVL Svenska Miljöinstitutet. (2022). *Schabloner för vissa byggdelar*.
- Klimat Kommunerna. [Online]. Hämtat från <https://klimatkommunerna.se/> (07 03 2022).
- Ljungstedt, H. (2022). Miljöingenjör.
- Malmqvist, T., Borgström, S., Brismark, J., & Erlandsson, M. (2021). *Referensvärden för klimatpåverkan vid uppförande av byggnader*. Stockholm.
- Malmqvist, T., Erlandsson, M., Francart, N., & Kellner, J. (2018). *Minskad klimatpåverkan från flerbostadshus*. Göteborg: IVL Svenska Miljöinstitutet.
- Malmqvist, T., Nehasilova, M., Moncaster, A., Birgisdottir, H., Nygaard Rasmussen, F., Houlihan Wiberg, A., & Potting, J. (2018). *Design and construction strategies for reducing embodied impacts from buildings- Case study analysis*. Energy and Buildings, 35-47.
- Nakos lantz, H., Edenhofer, V., & Wahlström, Å. (2021). *Energieffektiv Byggproduktion, kunskapspaket och vägledning*.
- Naturvårdsverket. [Online]. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/> (07 03 2022).
- Nilsson, H. & Andersson, S. (2015). *Slitage i studentbostäder*. Linneuniversitetet.
- Nordin, D., Wallenstein, J., Otterberg, J., Cagner, R., Roos, S., & Aronsson, U. (2022). *Energieffektiva byggnader, teknikval och drift*. Afry.
- Offentliga fastigheter (2022). *LCA och LCC i tidiga skeden*.
- Ryberg Ågren, A., & Calderon, R. (2021). *Klimatarbete Hoppet- Delrapportering systemskede*.
- Sande, T., & Hedén, K. (2019). *Klimatberäkning under byggskedet, A Working Lab*.
- Semrén & Månsson (2022). [Online]. Hämtat från <https://semren-mansson.se/expertis-tjanster/omtag#fastighetsagare> (07 03 2022).
- Sveriges Kommuner och Regioner. (2022). *LCA och LCC i tidiga skeden*. Stockholm.
- Sweden Green Building Council. [Online]. Hämtat från <https://www.sgbc.se/app/uploads/2021/03/NollCO2-baseline-och-gr%C3%A4nsv%C3%A4rdens-mars-2021.pdf> (07 04 2022)
- Thrysin, Å., Andersson, R., Ejlertsson, A., Erlandsson, M., Sandgren, A., & Green, J. (2020). *Klimatkrav vid upphandling av byggprojekt*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.
- Trafikverket (2022). [Online]. Hämtat från <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/> (28 04 2022)
- Upphandlingsmyndigheten. [Online]. Hämtat från <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/kunskapsbank-for-offentliga-affarer/trendens/2019/hoppet-innovationsprojekt/> (24 03 2022).
- Upphandlingsmyndigheten. [Online]. Hämtat från <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/bransch/bygg-och-anlaggning/upphandlingar-under-ett-byggnadsverks-liv/> (24 03 2022).
- Upphandlingsmyndigheten. *Hållbarhetskriterier*. [Online]. Hämtat från <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/> (24 03 2022).
- Upphandlingsmyndigheten. *LCC för långsiktiga hållbara inköp*. [Online]. Hämtat från Upphandlingsmyndigheten: <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/om-hallbar-upphandling/ekonomiskt-hallbar-upphandling/lcc-for-langsiktigt-hallbara-inkop/> (06 04 2022)
- Västfastigheter. (2021). *Klimat och återbruksmål i Västfastigheters byggprojekt, Färdplan 2021-2030*.

PRATA MED OSS!

white.se
@whitearkitekter

white