



Kunskapsbaserad färdplan för en klimatneutral byggnadssektor



Kunskapsbaserad färdplan för en klimatneutral byggnadssektor

Érika Mata, IVL Svenska Miljöinstitutet
Sara Johansson, IVL Svenska Miljöinstitutet
Helena Larsson, IVL Svenska Miljöinstitutet



Energimyndighetens projektnummer: P2020-90315

E2B2



Förord

E2B2s vision är en resurs- och energieffektiv byggd miljö.

Bebyggelsesektorn svarar för cirka en tredjedel av Sveriges totala energianvändning och en effektivare energianvändning är en viktig del av utvecklingen av energisystemet. Hållbarhet, effektivitet och robusthet i bebyggelsen behöver stärkas och utvecklas. Lösningarna behöver samspela för att fungera och utnyttjas. Forskning, utveckling, innovation och kommersialisering spelar en avgörande roll.

I E2B2 arbetar forskare och andra aktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. Syftet med E2B2 är att ta fram ny kunskap, teknik, tjänster och metoder som bidrar till en hållbar energi- och resursanvändning i bebyggelsen.

E2B2 är ett forsknings- och innovationsprogram från Energimyndigheten där IQ Samhällsbyggnad är koordinator. Programmet startade 2013 och en andra programperiod pågår mellan 2018 och 2024. Projektet som beskrivs i den här rapporten har genomförts i programmet med hjälp av statligt stöd från Energimyndigheten.

Stockholm, 21 december 2022

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att Energimyndigheten tar ställning till framförda slutsatser, resultat eller eventuella åsikter.



Sammanfattning

För att den globala uppvärmningen ska begränsas till 1,5°C måste byggnadssektorn globalt minska sina utsläpp kraftigt och höginkomstländer måste leda vägen i denna omställning. För att uppnå detta måste aktörer i den svenska bygg- och fastighetsbranschen implementera de effektivaste och modernaste tekniska och icke-tekniska lösningarna för klimatomställningen som finns globalt. Detta projekt har syftat till att samla in denna kunskap och göra den tillgänglig för den svenska byggsektorn i samband med Working Groups III:s (WGIII) bidrag till IPCC:s utvärderingsrapport AR6, samt att nyttja och sprida deras kunskap till fler i bygg- och fastighetsbranschen.

I det första arbetspaketet (AP1) har en systematisk kunskapsyntes gjorts av litteratur om byggnaders roll i klimatomställningen, med fokus på beteenden, efterfrågan, cirkulär- och delningsekonomi, samt på genomförbarhet och kopplingar till människans välmående. Sammanställningen har resulterat i fyra vetenskapliga artiklar och ett Virtual Special Issue. I AP2 har projektet bidragit till IPCC:s AR6 igenom kapitel 9 i AR6 om byggnader. Kapitlet visar att under perioden 1990–2019 ökade de globala CO₂-utsläppen från byggnader med 50%. Genom att bygga om befintliga byggnader och använda effektiva tekniker för minskad klimatpåverkan i nybyggnation är det möjligt att närma sig nettonollutsläpp av växthusgaser år 2050. Åtgärder till 2030 är avgörande för att till fullo fånga potentialen i minskad klimatpåverkan från byggnader. Omställningen av byggnadssektorn kräver stark samverkan med många andra sektorer eftersom den är tätt sammanbunden med andra sektorer såsom energisektorn, markanvändning, resursanvändning och avfallshantering. Detta kräver ambitiösa policypaket, som t.ex. skulle kunna inkludera användningen av förnybara energikällor, samt effektiv design och användning av utrymmen, energi, material och apparater. I AP3 har kunskapsmaterial tagits fram som utifrån svenska aktörers behov sammanfattar kunskapen om byggnaders roll i klimatomställningen från IPCC:s rapport. Materialet presenteras i form av två rapporter, en på svenska och en på engelska, samt tillhörande presentationsmaterial. Inom projektet har även en arbetsplattform etablerats där svenska intressenter kan delges den mest uppdaterade internationella kunskapen om lösningar för en klimatneutral byggnadssektor.

Projektets resultat har spridits genom ett antal artiklar som publicerats i vetenskapliga tidskrifter, genom AR6 och tillhörande seminarier/presentationer samt genom det framtagna kunskapsmaterial som blir tillgängliga offentligt via IVL Svenska Miljöinstitutets informationskanaler. Även de workshops som utförts tillsammans med aktörer i bygg- och fastighetsbranschen har bidragit till kontinuerlig spridning av resultaten under projektets gång. Deltagarna i projektets referensgrupp har även haft möjlighet att lämna in kommentarer till IPCC:s arbete med AR6, vilket varit ett betydelsefullt bidrag till arbetsprocessen.

Klimatomställning, bygg- och fastighetssektor, klimatneutralitet, kunskapsbaserat strategiarbete, IPCC



Summary

In order to limit global warming to 1.5°C, the building sector globally must significantly reduce its emissions, and high-income countries must lead the way in this transition. To achieve this, actors in the Swedish building sector must implement the most efficient and modern technical and non-technical solutions for climate change globally. This project aimed to collect this knowledge and make it available to the Swedish building sector in connection with Working Group III's (WGIII) contribution to the IPCC's Assessment Report 6 (AR6). Additionally, it aimed to utilize and disseminate their knowledge to a broader audience in the building sector.

In the first work package (WP1), a systematic knowledge synthesis was conducted on literature regarding the role of buildings in climate change, with a focus on behaviors, demand, circular and sharing economies, as well as feasibility and connections to human well-being. The compilation resulted in four scientific articles and a Virtual Special Issue. In WP2, the project contributed to IPCC's AR6 through Chapter 9 on buildings. The chapter shows that global CO₂ emissions from buildings increased by 50% from 1990 to 2019. By retrofitting existing buildings and using efficient techniques to reduce climate impact in new construction, it is possible to approach net-zero greenhouse gas emissions by 2050. Actions by 2030 are crucial to fully capture the potential for reduced climate impact from buildings. The transition of the building sector requires strong collaboration with many other sectors, as it is closely linked to sectors such as the energy sector, land use, resource utilization, and waste management. This requires ambitious policy packages, such as the use of renewable energy sources, as well as efficient design and use of space, energy, materials, and appliances.

In WP3, knowledge materials have been developed that summarize the knowledge about the role of buildings in climate change from the IPCC report based on the needs of Swedish stakeholders. The material is presented in the form of two reports, one in Swedish and one in English, along with accompanying presentation materials. Within the project, a working platform has also been established where Swedish stakeholders can be informed of the most updated international knowledge on solutions for a climate-neutral construction sector.

The project's results have been disseminated through a number of articles published in scientific journals, through AR6 and associated seminars/presentations, and through the knowledge materials produced, which are publicly available through IVL Swedish Environmental Research Institute's communication channels. The workshops conducted with actors in the building sector have also contributed to the continuous dissemination of results throughout the project. Participants in the project's reference group have also had the opportunity to submit comments on the IPCC's work on AR6, which has been a significant contribution to the work process.

Climate transition, buildings sector, climate neutrality, knowledge-based strategy development, IPCC



INNEHÅLL

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INLEDNING OCH BAKGRUND | 7 |
| 2 | GENOMFÖRANDE | 8 |
| 2.1 | AP1 SYSTEMATISK KUNSKAPSSYNTES | 8 |
| 2.2 | AP2 IPCC:S UTVÄRDERINGSRAPPORT | 8 |
| 2.3 | AP3 FÄRDPLAN FÖR SVENSKA AKTÖRER | 8 |
| 3 | RESULTAT | 9 |
| 3.1 | SLUTSATSER FRÅN SYSTEMATISKA KUNSKAPSSYNTESER GÄLLANDE BYGGNADERS ROLL I KLIMATOMSTÄLLNINGEN | 9 |
| 3.1.1 | BETEENDEMÄSSIGA OCH ICKE-TEKNOLOGISKA LÖSNINGAR | 9 |
| 3.1.2 | CIRKULÄRA STRATEGIER OCH DELNINGSEKONOMI | 9 |
| 3.1.3 | LÖSNINGAR PÅ EFTERFRÅGESIDAN MED HÖGA NIVÅER AV VÄLBEFINNANDE | 9 |
| 3.1.4 | HINDER OCH MÖJLIGGÖRARE FÖR ATT IMPLEMENTERA ALTERNATIV FÖR ATT MILDRA KLIMATFÖRÄNDRINGEN | 10 |
| 3.1.5 | ATT ACCELERERA KLIMATOMSTÄLLNINGEN | 10 |
| 3.2 | NYCKELBUDSKAP FRÅN IPCC:S SJÄTTE UTVÄRDERINGSRAPPORT | 10 |
| 3.2.1 | ÖVERGRIPANDE NYCKELBUDSKAP FRÅN RAPPORTEN | 11 |
| 3.2.2 | BYGGNADER OCH URBANA OMRÅDEN | 11 |
| 3.3 | INSIKTER FRÅN AKTÖRER FRÅN DEN SVENSKA BYGG- OCH FASTIGHETSSEKTORN | 12 |
| 4 | DISKUSSION | 14 |
| 5 | SLUTSATSER | 16 |
| 6 | PUBLIKATIONSLISTA | 18 |
| | PROJEKT LEVERANS – ARTIKLAR I VETENSKAPLIGA TIDSKRIFTER | 18 |
| | PROJEKT LEVERANSER – RAPPORT | 18 |
| | PROJEKT LEVERANSER – KONFERENSER, WORKSHOPS OCH INTERVJUER | 19 |



1 Inledning och bakgrund

Byggnadssektorn spelar en nyckelroll i att uppnå sociala, miljömässiga och ekonomiska mål i samhället. Globalt måste byggnadssektorn kraftigt minska sina utsläpp för att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5°C, och höginkomstländer måste leda vägen i denna omställning. För att uppnå klimatmålen behövs då stora och snabba förändringar inom byggsektorn, vilket i sin tur kräver att byggbranschen snabbt kan ta till sig ny kunskap och information. Några av nyckelåtgärderna är en hög renoveringstakt, ökad elektrifiering (med t.ex. ökad användning av elvärme från värmepumpar och solceller, elbilar samt lagring), en större andel distribuerade förnybara energikällor samt materiallösningar med minskad klimatpåverkan. Möjligheterna att begränsa utsläppen genom tekniska lösningar varierar mellan regioner. Situationen i Sverige skiljer sig från det globala genomsnittet, t.ex. andelen fossil energi i det svenska energisystemet väldigt låg och andelen fjärrvärme i uppvärmningssektorn är hög.

Projektet har syftat till att förse svenska intressenter med den mest uppdaterade internationella kunskapen om lösningar för en klimatneutral byggnadssektor, samt att nyttja och sprida deras kunskap till andra. Inom plattformen har forskare och andra aktörer levererat följande:

- Systematiskt samlat in internationell kunskap kring multisektoriella lösningar för byggnadssektorns klimatomställning med fokus på utsläppsminskande åtgärder kopplade till energisystemet och industrins utveckling, samt på icke-tekniska åtgärder som beteenden, cirkulär- och delningsekonomi och åtgärder för ökad genomförbarhet.
- Identifierat spetskompetenser, forskning och lösningar från svenska aktörer på lokal och nationell nivå samt synliggjort dessa internationellt.
- Genom ett system- och livscykelperspektiv, tagit fram underlag för utformningen av tydliga strategier och åtgärder för en klimatneutral byggnadssektor i Sverige.

Detta kommer vara till fördel för den svenska byggsektorn och förbereda dem för utformningen av strategier och handlingsplaner för att uppnå sina mål om klimatneutralitet. Projektets målgrupper är alla aktörer som arbetar med färdplaner för en klimatneutral byggnadssektor, i synnerhet den svenska bygg- och fastighetsbranschen, samt stadsplanerare och aktörer som utvecklar policyramverk kring energimarknaden samt materialval. Förutom det stora samhällsvärdet som skapas genom att bidra till arbetet i IPCC, bidrar detta också till att Sveriges kompetenser inom klimatåtgärder förmedlas till en global kontext.

Projektet har genomförts mellan januari 2021 och augusti 2023. En referensgrupp etablerades där följande aktörer deltagit: AB Stockholmshem, Betongindustri AB, Energiforsk, Helsingborg Hem, HSB Riksförbund, Hyresgästföreningen, Malmö Stad, MKB Fastighets AB, NCC, Stockholm Stad, Sveriges byggföretag/Träbyggnadskansliet, Uppsalahem AB och Vattenfall. Vi är dessutom mycket tacksamma för gott samarbete med SMHI, som är Sveriges nationella kontaktpunkt (Focal Point) för IPCC.



2 Genomförande

Projektets syfte har uppnåtts genom utföranden inom tre huvudsakliga arbetspaket (AP). Dessa beskrivs nedan, inklusive utförda aktiviteter, använda metoder och deltagare.

2.1 AP1 Systematisk kunskapssyntes

En sammanställning har gjorts av vetenskapliga publikationer och annan litteratur som behandlar byggnadernas roll i klimatomställningen och i att minska den globala uppvärmningen. Litteraturen har granskats genom systematiska genomgångar med fokus på:

- utsläppsminskande åtgärder och kopplingen till energisystemets utveckling
- icke-tekniska åtgärder (beteenden, cirkulär- och delningsekonomi och genomförbarhet).

För genomgångarna har systematiska metoder använts som följer CEE Guidelines for Systematic Reviews in Environmental Management. Processer har dokumenterats med protokoll och för att hantera dokument har EPPI-reviewer¹ används i alla steg. Referensgruppen har deltagit genom tre dialogmöten under olika steg i arbetet: nyckelfrågor och sök-ord, preliminär analys, och visualisering av slutresultat.

2.2 AP2 IPCC:s utvärderingsrapport

Projektet har bidragit till IPCC:s sjätte utvärderingsrapport (AR6), specifikt kapitel 9 om byggnader (Cabeza et al. 2022), främst genom Érika Mata som en av huvudförfattarna och Joel Wanemark som bidragande författare. Leveransen har också inneburit deltagande i författarmöten, bidrag till andra delar i utvärderingsrapporten, t.ex. kopplingar till andra kapitel och bilagor (ordlista, modeller, m.m.). Inspel från aktörer i referensgruppen för detta projekt har dessutom möjliggjorts genom deltagande i den offentliga granskning som IPCC erbjuder.

2.3 AP3 Färdplan för svenska aktörer

Två rapporter har författats som är anpassad efter aktörer på den svenska marknaden. I rapporten sammanfattas kapitel 9, Byggnader, i IPCC:s AR6 utifrån svenska aktörers behov. Intressenter i arbetsgruppen har bidragit med att identifiera nyckelfrågor för att byggnadssektorn i Sverige ska nå målet om klimatneutralitet. Material har skapats med syfte att sprida kunskapen om byggnaders roll i klimatomställningen till svenska aktörer.

¹ EPPI-Reviewer är en application för alla typer av litteraturgenomgångar, inklusive systematiska genomgångar, meta-analyser m.m.
Länk: <https://eppi.ioe.ac.uk/cms/>



3 Resultat

3.1 Slutsatser från systematiska kunskapssynteser gällande byggnaders roll i klimatomställningen

AP1 har resulterat i två artiklar och ett Virtual Special Issue där arbetet letts av IVL (Mata et al. 2022b, 2024; Harris et al. 2022), samt två andra artiklar där projektgruppen har bidragit (Creutzig et al. 2022, Steg et al. 2022). Nedan följer kort sammanfattade slutsatser från dessa artiklar. För vidare fördjupning rekommenderas att ta del av artiklarna i sin helhet.

3.1.1 Beteendemässiga och icke-teknologiska lösningar

I artikeln "Non-technological and behavioral options for decarbonizing buildings –A review of global topics, trends, gaps, and potentials" (Mata et al. 2022b) föreslås bl.a. en taxonomi som konceptuellt täcker olika efterfrågan (bibehållen/minskad), perspektiv (individuella/kollektiva) och direkt energianvändning (ja/nej), vilket resulterar i fem typer av icke-teknologiska lösningar för minskad klimatpåverkan från byggnadssektorn: aktiv och passiv förvaltning och drift, efterfrågefleksibilitet, tillräckliga komfortnivåer, cirkulär- och delningsekonomi samt organisatoriska och sociala innovationer. Ett kunskapsöverskott inom aktiv och passiv förvaltning och drift har identifierats, med kluster i Europa och Nordamerika. Vidare upptäcktes kunskapsluckor i termer av geografisk omfattning (med mycket lite tillgänglig litteratur om Afrika och Mellanöstern, Latinamerika och Karibien, och Östeuropa och Väst-Centralasien), intressentperspektiv och vissa åtgärder (cirkulär och delningsekonomi, flexibilitet i efterfrågan över tid, sociala och organisatoriska innovationer). Kvantifierade potentialer finns främst för utvecklade länder och bostadshus, med större fokus på energibesparingar än på växthusgasutsläpp. Energibesparingspotential uppskattas till mellan 5% och 40% för alla lösningar och regioner, medan potentialen för reduktion uppskattas till 5-30% för alla lösningar utom i kategorin cirkulär ekonomi, där potentialen är 25-75%.

3.1.2 Cirkulära strategier och delningsekonomi

I det Virtual Special Issue av tidskriften *Resources, Conservation and Recycling* med titeln "Climate Mitigation from Circular and Sharing Economy in the Buildings Sector" (Harris et al. 2022), som har redigerats i projektet, ingår nio artiklar på ämnet cirkulära strategier och strategier för delningsekonomi inom byggsektorn. Artiklarna visar att betydande minskningar av utsläppen av växthusgaser har påvisats genom att utnyttja träavfall i biobetong, gemensamma kontor, stadsodling och återvinning av byggnadsfasader. Återvinning av bygg- och rivningsavfall har visat sig vara ekonomiskt möjlig och miljömässigt fördelaktigt. Urban gruvdrift skulle kunna gå bortom betong och metaller, med 350 komponenter identifierade som ekonomiskt lämpliga för återanvändning eller återvinning. Artiklarna lyfter fram behovet av noggrann modellering av material- och byggnadsbeståndet för att möjliggöra effektiv planering. Dessutom är robusta bedömningsmetoder såsom livscykelanalys nödvändiga för att fånga alla fördelar och potentiella trade-offs.

3.1.3 Lösningar på efterfrågesidan med höga nivåer av välbefinnande

I artikeln "Demand-side solutions to climate change mitigation consistent with high levels of well-being" (Creutzig et al. 2022) görs en systematisk analys av den potential för minskad klimatpåverkan



som finns på efterfrågesidan (genom alternativ inom t.ex. undvikande av konsumtion, val av tekniker med låga utsläpp och ökad effektivitet i befintliga tekniska lösningar) och kopplingen till det mänskliga välbefinnandet. Resultaten visar att alternativ på efterfrågesidan, som överbryggat beteendemässiga, infrastrukturella och tekniska områden, kan minska kontrafaktiska sektoriella utsläpp med 40–80 % på slutanvändarsidan. Baserat på expertbedömningar och en omfattande litteratordatabas utvärderas 306 kombinationer av resultat för välbefinnande och alternativ på efterfrågesidan. Till stor del återfinns fördelaktiga effekter i förbättrat välbefinnande (79 % positiv, 18 % neutral och 3 % negativa). Resultaten visar den höga potentialen för att minska klimatpåverkan genom begränsning på efterfrågesidan, och att det finns synergieffekter med mänskligt välbefinnande.

3.1.4 Hinder och möjliggörare för att implementera alternativ för att mildra klimatförändringen

I artikeln "A method to identify barriers and enablers of implementing climate change mitigation options" (Steg et al. 2022) presenteras ett omfattande ramverk för att bedöma vilka faktorer som hindrar och möjliggör genomförandet av alternativ som minskar klimatpåverkan för att uppnå globala klimatmål. Sex dimensioner föreslås vara avgörande för att förstå genomförbarheten av alternativ för att minska klimatpåverkan: geofysisk, miljöekologisk, teknisk, ekonomisk, sociokulturell och institutionell genomförbarhet. För varje dimension har nyckelkriterier identifierats som är avgörande för att bedöma genomförbarheten för de olika klimatlösningarna. Detta tillvägagångssätt demonstreras genom en bedömning av i vilken utsträckning varje kriterium och dimension möjliggör eller hindrar genomförandet av vissa specifika val för minskad klimatpåverkan inom olika sektorer. Bedömningen visar vilka är de mest betydelsefulla hindren för att implementera olika alternativ, och vilka faktorer som skulle behöva åtgärdas för att avlägsna dessa hinder för att öka alternativens genomförbarhet. På så sätt adresserar ramverket en kritisk fråga för beslutsfattare: kan vi begränsa globala klimatförändringar och hur kan vi göra detta?

3.1.5 Att accelerera klimatomställningen

I artikeln "Have we made research progress on understanding how to accelerate mitigation in the building sector?" beskrivs forskningsläget om strategier för minskad klimatpåverkan i byggsektorn. Det identifieras även i vilken utsträckning kompletterande förutsättningar som behövs för genomförande har studerats. I studien kartläggs litteraturen, som publicerats i databasen Scopus från år 2013 och framåt, utifrån geografiskt ursprung, vilka åtgärder som studerats samt vilken typ av dimensioner i genomförbarheten som presenteras (tekniska/ekonomiska/institutionella/sociokulturella). Endast ett fåtal av artiklarna inkluderar alla dimensioner i genomförbarheten i resultaten, vilket är ett ganska litet urval av studier som undersöker de mekanismer genom vilka strategierna fungerar. Genom att jämföra mappningen mot nuvarande kunskap om vad som behövs för att uppnå klimatmålen synliggör artikeln en kunskapslucka och rekommendationer om kompletterande forskning presenteras.

3.2 Nyckelbudskap från IPCC:s sjätte utvärderingsrapport

Genom AP2 har projektet bidragit till IPCC:s AR6, främst genom kapitel 9 om byggnader men även till andra kapitel i rapporten som kopplar till byggnader (Cabeza et al. 2022). Nedan presenteras både övergripande nyckelbudskap från rapporten och från kapitel 9, under respektive rubriker.



3.2.1 Övergripande nyckelbudskap från rapporten

AR6 ger en uppdaterad bedömning av globala framsteg och löften för att begränsa växthusgasutsläppen. I rapporten bedöms även effekten av nationella klimatlöften i relation till långsiktiga utsläppsmål. Rapporten visar att vi har upplevt den största ökningen av växthusgasutsläpp i människans historia och om det inte genomförs omedelbara och betydande minskningar av växthusgasutsläppen över alla sektorer och regioner, är 1,5°C är utom räckvidd. Samtidigt, finns det ökade bevis på åtgärder för minskad klimatpåverkan. Nu finns det alternativ tillgängliga inom alla sektorer som åtminstone kan halvera utsläppen till 2030. De kommande åren kommer att vara kritiska, men det finns sätt att förbättra våra chanser till framgång. Accelererade och rättvisa åtgärder är avgörande för hållbar utveckling.

3.2.2 Byggnader och urbana områden

Var är vi och vart är vi på väg?

- Under perioden 1990–2019 ökade de globala CO₂-utsläppen från byggnader med 50%, den globala energiefterfrågan från byggnader ökade med 38% och den globala efterfrågan på el ökade med 161%. I de flesta regioner har historiska förbättringar i effektivitet mötts av en ungefärlig motsvarighet i efterfrågan som följd av befolkningstillväxt, ökad golvyta per capita, ökad användning av apparater och kylning.
- Två tredjedelar av de globala växthusgasutsläppen är förknippade med urbana områden, i vilken ingår både varor och tjänster som produceras i städerna eller importeras. Hur städer är utformade, byggda, förvaltade och hur deras energiförsörjning ser ut låser in beteende, livsstilar och fortsatta urbana utsläpp.
- Samtidigt sker betydande framsteg på många håll. Allt fler städer sätter mål om netto-nollutsläpp av växthusgaser och det finns exempel på nollenergi- eller nollutsläppsbyggnader i nästan alla regioner.

Vilka åtgärder kan vi vidta?

- Åtgärder under detta decennium (till 2030) är avgörande för att till fullo fånga potentialen för att minska klimatpåverkan från byggnader.
- Genom att bygga om befintliga byggnader och använda effektiva tekniker för minskad klimatpåverkan i nybyggnation är det möjligt att närma sig nettonollutsläpp av växthusgaser år 2050.
- Nollenergi- och nollCO₂-byggnader finns för nybyggnation och ombyggnation.
- Det finns valmöjligheter för existerande, snabbt växande och nya städer: bättre stadsplanering, såväl som hållbar produktion och konsumtion av varor och tjänster, elektrifiering (energi med låga utsläpp), förbättrat upptag och lagring av kol (t.ex. gröna ytor, dammar, träd).



Hur kan vi stärka responsen?

- Omställningen av byggnadssektorn kräver stark samverkan med många andra sektorer eftersom den är tätt sammanbunden med andra sektorer såsom energisektorn, markanvändning, resursanvändning och avfallshantering.
- Detta kräver ambitiösa policypaket (som t.ex. skulle kunna inkludera användningen av förnybara energikällor samt effektiv design och användning av utrymmen, energi, material och apparater).
- Städer och stadsområden spelar en allt större roll i omställningen. Många städer har makten att vidta åtgärder för minskad klimatpåverkan på grund av deras mandat att fastställa regelverk och policyer relaterade till markanvändning. Men med tanke på den regionala och globala räckvidden av urbana försörjningskedjor kan en stad inte uppnå nettonollutsläpp av växthusgaser genom att bara fokusera på att minska utsläppen inom sina administrativa gränser.
- Nuvarande investeringar i urbana områden uppgår till endast 10 procent av den klimatfinansiering som behövs för urban utveckling med låga utsläpp.

Länkar till mål för hållbar utveckling

Möjligheterna att begränsa klimatförändringarna och uppnå synergier med andra hållbarhetsmål är stora på både kort och medellång sikt.

- Kopplingar till klimatanpassning: Handling krävs för att anpassa byggnader till framtidens klimat och samtidigt säkerställa välbefinnande för alla. Anpassningsåtgärder för att hantera klimatförändringarna kan öka efterfrågan på energi och material, vilket kan leda till ökade växthusgasutsläpp. Samtidig kommer åtgärder som minskar energibehov (t.ex. igenom naturlig ventilation, vita väggar och naturbaserade lösningar eller delade kyllda utrymmen med högeffektiva kyllosningar) att minska behovet av kylning.
- Kopplingar till SDGs: Väl utformade och effektivt genomförda åtgärder för att minska utsläpp i byggnadssektorn har betydande potential att bidra till att uppnå de globala hållbarhetsmålen, långt utöver målet för klimatåtgärder (SDG13). Begränsande åtgärder inom byggsektorn ger hälsovinster genom förbättrad inomhusluftkvalitet och termisk komfort, och har positiva betydande makro- och mikroekonomiska effekter, såsom ökad produktivitet av arbetskraft, skapande av arbetstillfällen, minskad fattigdom, särskilt energifattigdom, och förbättrad energisäkerhet.

3.3 Insikter från aktörer från den svenska bygg- och fastighetssektorn

I AP3 har följande material författats som sammanfattar kapitel 9, Byggnader, i IPCC:s AR6 utifrån svenska aktörers behov:

- En rapport på engelska
- En rapport på svenska.
- Två powerpoint presentationer, både på engelska och svenska.

Materialet kan användas för att sprida resultat från IPCC AR6 vidare. Vid ett av referensgruppsmötena med fokus på kommunikation och arbetsplattformen identifierades målgruppen för



kommunikationsinsatserna som aktörer som arbetar med färdplaner för en klimatneutral byggnadssektor, i synnerhet den svenska bygg- och energibranschen, samt stadsplanerare och aktörer som utvecklar policyramverk kring energimarknaden och materialval. Målet med kommunikationen har varit att få målgruppen att ta till sig kunskapen och arbetssätten som förmedlas genom projektet.

Eftersom det framtagna materialet bygger på slutsatserna från AP2 hänvisas till stycket ovan (3.2) för övergripande slutsatser gällande byggnaders roll i klimatomställningen på global nivå. Utöver detta innehåller den svenska rapport ett förtydligande av vad insikterna från AR6 innebär för svenska aktörer, vilka dem identifierar som nyckelfrågor för att byggnadssektorn i Sverige ska nå målet om klimatneutralitet, samt vad som behövs för att kunna dra mer nytta av IPCC:s underlag i arbetet.

Följande nyckelfrågor har identifierats för att byggnadssektorn i Sverige ska nå målet om klimatneutralitet:

- Fördjupat arbete kring cirkularitet (återbruk och återvinning av material) och energifrågor (förnybar energi och restvärmeanvändning)
- Fokus på uppskalning: att gå från pilotprojekt till norm på marknaden, att öka efterfrågan hos kunder/beställare, att skapa (ekonomiska) incitament
- Tätare samarbete/samverkan, inklusive kunskapspridning och en förståelse kring vad nettonollutsläpp innebär, samt synergier med omställning i andra sektorer (t.ex. transportsektor)

Under workshoppar har vi också identifierat vad som behövs för att kunna dra mer nytta av IPCC:s underlag i arbetet, och följande har identifierats:

- Kommunikationsinsatser, t.ex. korta, icke-tekniska sammanställningar som kan spridas som informationsmaterial, enkla och lättillgängliga rapporter, samt sektorsspecifika rekommendationer som tar hänsyn till lokala (framför allt nationella) förhållanden.
- Starkare och tydligare mål/delmål och krav, t.ex. högre krav från kommunen/statlig nivå, väldigt specifikt beskrivna regler² på den nivån som skulle behövas formuleras.
- Större vilja från beställare och uppdragsgivare.

Dessutom identifierades andra existerande arenor/kompetenscentrum/plattformar såsom Byggföretagens färdplan 2045, Fossilfritt Sverige och LFM30, där Fossilfritt Sverige nämndes mest frekvent som den mest övergripande existerande arenan. Det finns också den del andra färdplaner som har identifierats, t.ex. Allmännyttans Klimatinitiativ, Uppsala Klimatprotokoll och Uppsala läns färdplan för ett hållbart län. Det var enligt referensgruppen möjligt för detta projekt att fylla en roll som andra initiativ inte redan gör. Det som åsyftades var bl. a. en grund i forskning och ett forskningsinriktat arbetssätt, samt att tillhandahålla en internationell utblick. Samtidigt som om alla initiativ har ett specifikt syfte ser vi en stor potential för förbättrad koordination och samarbete mellan de olika plattformarna och initiativen för att på bästa sätt bistå bygg- och fastighetsbranschen i klimatomställningen.

² T.ex. tillgänglighetsreglerna, dvs krav på tillgänglighet i byggnader som bl.a. ställs i nuvarande svenska plan- och bygglagen.



4 Diskussion

Projektet har syftat till att förse svenska intressenter med den mest uppdaterade kunskapen samt att nyttja och sprida deras kunskap till andra. En arbetsplattform har etablerats för att uppnå följande mål:

1. Systematiskt samla internationell kunskap kring multisektoriella lösningar för byggnadssektorns klimatomställning.
2. Identifiera spetskompetenser, forskning och lösningar från svenska aktörer samt synliggjort dessa internationellt.
3. Ta fram underlag för utformningen av tydliga strategier och åtgärder för en klimatneutral byggnadssektor i Sverige.

Vi kommer att diskutera dessa mål separat nedan, sedan diskutera arbetsplattformen mer generellt i sista stycken.

Det första målet har i upplevts som enklast att uppnå. Vi har använd existerande systematiska metoder för att samla in kunskap om utsläppsminskande åtgärder, samt olika verktyg, vi har jobbat med en engagerad grupp av kollegor på IVL, svenska aktörer i projektetsarbetsgruppen och internationella experter. Detta ser vi som styrkor i projektet, som har tillåtit att existerande kunskap syntetiseras i nya övergripande och generella slutsatserna. Projektresultat levererats till forskare genom fyra vetenskapliga artiklar i hög rankade tidskrifter (Mata et al. 2022b, Creutzig et al. 2022, Steg et al., 2022, Mata et al, 2023). Projektet har dessutom bidragit till IPCC AR6 kapitel 9 byggnader, redan diskuterats av beslutsfattare inom FN, tillhandahåller en vetenskaplig grund för regeringar på alla nivåer för att utveckla klimatrelaterad politik, och ligger till grund för förhandlingarna vid FN:s klimatkonferens (United Nations Framework Convention on Climate Change). Samtidigt är metoder och digitala verktyg för kunskapssyntes komplicerat och krävande, och vi identifierar ett behov av fortsatt arbete för att undersöka andra metoder och digitala verktyg. Vi ser även ett behov av att vidareutbilda forskare med syfte till att bygga en heltäckande översikt över nuvarande praxis för digitala verktyg för att utföra kunskapssyntes i klimatarbete, samt för identifiering av hinder och möjliggörare i användning av dessa verktyg. Detta är avgörande för att accelerera lärande och nytta av existerande kunskap kring klimatlösningar.

Det andra målet, dvs att synliggöra nationella kompetenser internationellt, bygger på både att samla och sprida kunskapen från svenska aktörer. Vi har testat metoder för att nyttja kunskapen från aktörer i arbetsgruppen i projektets artiklar och rapporter. Detta ser vi som en styrka i projektet. För de vetenskapliga artiklarna i AP1 har kunskap från aktörer fångats igenom referensgruppmöten där artiklarna har diskuterats. Vi har följt metoder för systematisk kunskapssyntes som var lätta att använda, samt tidlig kring hur kunskapen förs in i syntesen. För rapporterna i AP3, vi har använd workshops där återkoppling har hämtats med verktyg som t.ex. *Menti*³. Då metodvalet har påverkat

³ Mentimeter är ett webbaserat verktyg för att skapa interaktiva omröstningar. Se mer på: www.mentimeter.com



projektresultaten, t.ex. vid tekniska problem under en av projektets workshops, ser vi en potential att testa andra metoder, i samarbete med experter inom dessa områden.

Det sista målet har varit att genom ett livscykelperspektiv ta fram underlag för utformningen av tydliga strategier och åtgärder för en klimatneutral byggnadssektor i Sverige. I AP1 har vi sammanfattat resultat från alla länder gällande beteendemässiga och icke-teknologiska lösningar för minskad klimatpåverkan från byggnadssektorn (Mata et al. 2022b), potential för minskad klimatpåverkan som finns på efterfrågesidan (genom alternativ inom t.ex. undvikande av konsumtion, val av tekniker med låga utsläpp och ökad effektivitet i befintliga tekniska lösningar) och kopplingen till det mänskliga välbefinnandet (Creutzig et al. 2022), vilka faktorer som hindrar och möjliggör genomförandet av alternativ som minskar klimatpåverkan för att uppnå globala klimatmål (Steg et al., 2022). I AP3 har vi genererat ett förtydligande av vilken riktning som är önskvärd att jobba vidare i när det gäller bygg- och fastighetsbranschens klimatomställning. Fokus har varit på att integrera den mest uppdaterade internationella kunskapen kring omställningen, både generell kunskap och specifika insikter från IPCC:s arbete. IVL Svenska Miljöinstitutet har för avsikt att fortsätta driva projekt tillsammans med branschen inom nyckelområden som ökat återbruk av byggmaterial, vidare forskning gällande icke-tekniska lösningar samt hur byggnadssektorn aktivt kan bidra i omställningen av energisystemet, detta för att få till stånd de viktiga skiften som krävs av byggnadssektorn under de kommande åren.

Dessutom har inom projektet en arbetsplattform etablerats för samarbete inom projektet. Det har blivit tydligt att det finns många andra arbetsplattformar, och även om ingen av dem har samma fokus – dvs att koppla den internationella kunskapen, och särskild från IPCC, till det klimatarbete som görs i byggnadssektorn i Sverige – finns det en stor potential för koordination och samarbete mellan de olika plattformarna för att på bästa sätt bistå bygg- och fastighetsbranschen i klimatomställningen.



5 Slutsatser

För att den globala uppvärmningen ska begränsas till 1,5°C måste byggnadssektorn globalt minska sina utsläpp kraftigt och höginkomstländer måste leda vägen i denna omställning. För att uppnå detta måste aktörer i den svenska bygg- och fastighetsbranschen implementera de effektivaste och modernaste tekniska och icke-tekniska lösningarna för klimatomställningen som finns globalt. Detta projekt har syftat till att samla in denna kunskap och göra det tillgänglig för den svenska byggsektorn i samband med IPCC:s utvärderingsrapport AR6. Samtidigt har data och information om svenska fallstudier och framgångshistorier samlats in, för att nyttja och sprida kunskap från den svenska byggsektorn till fler. För detta syfte har först vetenskaplig och annan litteratur om byggnaders roll i att minska den globala uppvärmningen sammanställs. Sedan har projektet bidragit till kapitel 9, Byggnader, i IPCC:s sjätte utvärderingsrapport. Slutligen har två rapporter författats, anpassade till aktörer på den svenska marknaden som sammanfattar kapitel 9 utifrån svenska aktörers behov. Stort fokus i projektet har varit på spridning av resultat.

Genom flera systematiska kunskapsynteser har en sammanställning gjorts av vetenskaplig och annan litteratur som behandlar byggnaders roll i klimatomställningen. Ett par sammanställningar har fokuserat på icke tekniska åtgärder. Den första sammanställningen föreslår en taxonomi beteendemässiga och icke-teknologiska lösningar för minskad klimatpåverkan från byggnadssektorn, som konceptuellt täcker olika efterfrågan, perspektiv och direkt energianvändning. Energibesparingspotentialen uppskattas till mellan 5% och 40% för alla lösningar och regioner, medan potentialen för reducerad klimatpåverkan uppskattas till 5-30% för alla lösningar utom i kategorin cirkulär ekonomi, där potentialen är 25-75%. Den andra sammanställningen visar att alternativ för minskad klimatpåverkan som finns på efterfrågesidan (t.ex. undvikande av konsumtion, val av tekniker med låga utsläpp, och ökad effektivitet i befintliga tekniska lösningar) som överbryggar beteendemässiga, infrastrukturella och tekniska områden, kan minska utsläppen med 40–80 % på slutanvändarsidan, och att det finns synergieffekter med mänskligt välbefinnande.

Ett par sammanställningar till har fokuserat på genomförbarhet, den första bedömer vilka faktorer som hindrar och möjliggör genomförandet av alternativ som minskar klimatpåverkan för att uppnå globala klimatmål. Sex dimensioner föreslås vara avgörande för att förstå genomförbarheten av alternativ för att minska klimatpåverkan: geofysisk, miljöekologisk, teknisk, ekonomisk, sociokulturell och institutionell genomförbarhet. Den andra sammanställningen har kollat på vilka av dessa dimensioner som har studerats i den vetenskapliga litteraturen, geografiskt ursprung, vilka åtgärder som studerats samt vilken typ av resultat (tekniska/ekonomiska/institutionella/socio-kulturella) som presenteras. Resultat visar att bara ett fåtal artiklar inkluderar alla typer av resultat. Dessutom har vi i ett vetenskapligt *Virtual Special Issue* samlat nio artiklar på cirkulära strategier och delningsekonomi inom byggsektorn. Artiklarna presenterar nya resultat om olika åtgärder, t.ex. att utnyttja träavfall i biobeton, gemensamma kontor, stadsodling, återvinning av byggnadsfasader samt återvinning av bygg- och rivningsavfall. Artiklarna lyfter fram behovet av noggrann modellering av material- och byggnadsbeståndet för att möjliggöra effektiv planering. Dessutom är robusta bedömningsmetoder såsom livscykelanalys nödvändiga för att fånga alla fördelar och potentiella trade-offs.

AR6 visar att vi har upplevt den största ökningen av växthusgasutsläpp i människans historia och om det inte genomförs omedelbara och betydande minskningar av växthusgasutsläppen över alla sektorer



6 Publikationslista

Projekt leverans – Artiklar i vetenskapliga tidskrifter

Mata, É., Kihila, J. M., Wanemark, J., et al. (2022). *Non-technological and behavioral options for decarbonizing buildings—a review of global topics, trends, gaps, and potentials*. *Sustainable Production and Consumption*, 29, 529-545. Doi: 10.1016/j.spc.2021.10.013

Creutzig, F., Niamir, L., Bai, X., et al. (2022). *Demand-side solutions to climate change mitigation consistent with high levels of well-being*. *Nature Climate Change*, 12(1), 36-46. Doi: 10.1038/s41558-021-01219-y.

Harris, S., Mata, É., Lucena, A. F.P., Bertoldi, P. (2022). *Editorial: Climate mitigation from circular and sharing economy in the buildings sector*. *Resources, Conservation and Recycling*. Doi: 10.1016/j.resconrec.2022.106709.

Steg, L., Veldstra, J., de Kleijne, K. et al. (2022). *A method to identify barriers and enablers of implementing climate change mitigation options*. *One Earth* 5 (11), 1216-1227. Doi: 10.1016/j.oneear.2022.10.007

Mata, É., Cabeza, L.F., Cheng, S.H., et al (2024). *Have we made research progress on understanding how to leverage climate change mitigation in the building sector?* (submitted for publication)

Projekt leveranser – Rapport

Cabeza, L. F., Q. Bai, P. Bertoldi, J.M. Kihila, A.F.P. Lucena, É. Mata, S. Mirasgedis, A. Novikova, Y. Saheb, 2022: Buildings. In IPCC, 2022: *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.011

Mata, É., Johansson, S. (2023). *Förenta nationernas klimatpanel arbetsgrupp III:s (IPCC WG III) bidrag till den sjätte utvärderingsrapporten (AR6) – Översikt och insikter för byggnader och städer*. Powerpoint presentation: <https://www.ivl.se/projektwebbar/kunskapsbaserad-fardplan/publikationer.html>

Mata, É., Johansson, S. (2023). *The Intergovernmental Panel on Climate Change's Working Group III (IPCCs WG III) contribution to the Sixth Assessment Report (AR6)- Overview and insights for buildings and cities*. Powerpoint presentation. <https://www.ivl.se/projektwebbar/kunskapsbaserad-fardplan/publikationer.html>

Mata et al, 2023a. *Climate mitigation: Buildings, Summary of Working Group III contribution to the 6th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Chapter 9*. IVL report, available at: <https://www.ivl.se/projektwebbar/kunskapsbaserad-fardplan/publikationer.html>

Mata et al, 2023b. *Att begränsa klimatförändringar i Sverige - Byggnader*. IVL report, available at: <https://www.ivl.se/projektwebbar/kunskapsbaserad-fardplan/publikationer.html>



Projekt leveranser – Konferenser, workshops och intervjuer

Hållbar stadsutveckling i nytt ljus. Workshop med aktörer i branschen. (Malmö, 28 oktober 2022)

On-line lecture Mitigation of Climate Change – Buildings. La Uni Climática, University Online (12 juli 2022)

Roadmaps for zero and low energy and carbon buildings worldwide. Huvudtalare på webinarium med Mistra Carbon Exit (10 juni 2022)

Vad krävs för att nolla utsläppen vid infrabygandet? Talare på webinarium hos Energiföretagen (9 juni 2022)

IPCC AR6 WG-III Report Mitigation of Climate Change. Öppningstalare på Swedish Climate Symposium (Norrköping, 16-18 May 2022)

Insights for buildings and cities. Keynote speaker i panel om “Mitigation of Climate Change” på Swedish Climate Symposium (Norrköping, 16-18 May 2022)

Trollhättan BoDialog. Kunskapspass (6 maj 2022)

Fortfarande möjligt att nå klimatmålen Men då krävs kraftfulla åtgärder inom alla sektorer omedelbart. Intervju av David Nyberg (2022) <https://www.tidningenvastsverige.se/artikel/fortfarande-mojligt-att-na-klimatmalen/>

Takten i åtgärder till 2030 är avgörande. Intervju av Anna Sjöström (7 april 2022) <https://hallbartsamhallsbyggande.se/ny-ipcc-rapport-takten-i-atgarder-till-2030-ar-avgorande/>

FN:s klimatpanel IPCC Att begränsa klimatförändringen. Intervju av Ulrika Engström, SVT (4 april 2022).



Runt 35 procent av all energi i Sverige används i bebyggelsen. I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och samhällsaktörer tillsammans för att ta fram kunskap och metoder för att effektivisera energianvändningen och utveckla byggandet och boendet i samhället. I den här rapporten kan du läsa om ett av projekten som ingår i programmet.

*E2B2 är Energimyndighetens program där IQ Samhällsbyggnad är koordinators.
Läs mer på www.E2B2.se.*

