

Så blir klimatpositiva byggnader och byggnadssystem hållbara

EN STUDIE INOM ENERGISAMVERKAN BLEKINGE

March 2021



**Henrik Ny
Giles R. Thomson
Blekinge Tekniska Högskola**



Så blir klimatpositiva byggnader och byggnadssystem hållbara

En studie inom Energisamverkan Blekinge

Denna rapport togs fram under år 2020 av Blekinge Tekniska Högskola inom projektet Energisamarbete Blekinge, finansierat av Region Blekinges regionala utvecklingsfond, Tillväxtverket, Länsstyrelsen Blekinge, Region Blekinge och kommuner och kommunala bostadsorganisationer i Blekinge. De preliminära studieresultaten presenterades för finansiärerna i november 2020 men den vetenskapliga granskningen av studien slutfördes februari 2021 och slutjusteringar tillkom i mars 2021. Rapporten ges även ut i engelsk version (se www.bth.se/sustaintrans)



MED FINANSIERING FRÅN



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden

Kontaktpersoner

Katrine Svensson, Karlshamns Kommun
Projektledare, Energisamverkan Blekinge

Dr. Henrik Ny, Blekinge Tekniska Högskola
Ledare för SustainTrans-gruppen och huvudrapportförfattare
henrik.ny@bth.se, www.bth.se/sustaintrans

Förord från projektledaren

Att anpassa och minska vår klimatpåverkan är en av de viktigaste utmaningarna vi har i samhället. Inom bygg- och fastighetssektorn har vi länge arbetat aktivt för att ersätta fossila bränslen för uppvärmning och el, men vi måste förändras ytterligare. Förutom den faktiska energianvändningen i byggnader är valet av konstruktion och byggmaterial helt avgörande för att minska klimatpåverkan från byggnader. Växjö kommun med sin investering i att bygga med träramar, Göteborgs stad med Hoppet - Sveriges första fossilfria förskola och LFM30 i Malmö - som har utvecklat modeller för klimatberäkningar, är några av de initiativ i Sverige som ligger i framkant av minska klimatpåverkan. Där finns det mycket att lära sig och inspireras av för hela branschen.

På nationell nivå inför Boverkets krav på klimatdeklarationer för nyproduktion av större byggnader. Avsikten är också att på lång sikt införa krav som begränsar klimatpåverkan av nybyggnation. Detta innebär att bygg- och fastighetssektorn behöver lära sig mer om klimatpåverkan från olika metoder och materialval, men också hur man beräknar klimatpåverkan från byggnader. För många inom bygg- och fastighetssektorn är klimatneutrala byggnader och klimatberäkningar ett nytt kunskapsområde. Det innebär att det behövs mer kunskap om vad som är viktigt att investera i för att uppnå klimatneutrala och/eller klimatpositiva byggnader. Energisamverkan Blekinge har därför genom Blekinge Tekniska Högskola tagit fram denna rapport om klimatpositiva och hållbara byggnader. Genom rapporten vill vi bidra till en ökad förståelse för vad som krävs i bygg- och fastighetsbranschen för att minska klimatpåverkan, vilka strategier som är lämpliga att arbeta med samt belysa vilka initiativ som finns idag för att arbeta med beräkning och certifiering av klimatneutrala, klimatpositiva och hållbara byggnader och byggnadssystem.

Energisamverkan Blekinge har också tagit fram en praktisk handbok för en hållbar byggprocess som inkluderar mål kopplade till klimatneutrala byggnader. Denna rapport kan ses som ytterligare vägledning och ett kompletterande fördjupat material till handboken för en hållbar byggprocess. För att vi gemensamt ska kunna omorganisera nyproduktion och renoveringar i Blekinge behövs en grund som både motiverar varför och hur omställningen måste genomföras. Vi tror att denna rapport också kan ge en sådan grund för fortsatt arbete på vägen till och klimatpositiva och hållbara byggnader och byggnadssystem.

Karlshamn, februari 2021.

Katrine Svensson, Karlshamns Kommun, Projektledare Energisamverkan Blekinge

Rapportförfattarnas tack

Tack för intellektuella dialoger och bidrag från Karl-Henrik Robèrt, BTH, Katrine Svensson, projektledare för Energisamverkan Blekinge, Andreas Holmgren, LFM30 och Martin Erlandsson, IVL. Författarna är också tacksamma för ekonomiskt stöd från Region Blekinges regionala utvecklingsfond och Tillyväxtverket, Länsstyrelsen i Blekinge, Region Blekinge samt kommuner och kommunala bostadsorganisationer i Blekinge.

Karlskrona, februari 2021.

Henrik Ny och Giles R. Thomson, Blekinge Tekniska Högskola

Sammanfattning

Över hela världen uppmärksammas nu att det är bråttom med att motverka klimatförändringarna men detta är bara en del inom den bredare globala hållbarhetsutmaningen. FN har försökt hantera detta genom Agenda 2030 och dess 17 mål för hållbar utveckling (SDG)¹. Byggnader och byggnadssystem (inklusive omgivande energi- och transportsystem) har identifierats som problematiska både för hållbarhetsutmaningen i stort och för klimatförändringarna. Projektet Energisamverkan Blekinge initierades 2018 för att börja ta itu med detta för Blekinge. Denna studie var en fallstudie inom detta projekt som genomfördes av SustainTrans-gruppen och syftade till att klargöra de stora klimat- och hållbarhetsutmaningarna för byggnader och byggnadssystem och hur de kan hanteras ur ett livscykelperspektiv. Metoden delades in i att först utveckla en analytisk planeringsram i fyra steg (a-d, nedan) med konsekventa definitioner för en klimatpositiv och hållbar bygg- och fastighetssektor och sedan tillämpa detta på Blekinge. Detta gav följande resultat:

- Steg a. Ett övergripande mål om att framtida system, som ett minimum, inte bryter mot FSSD:s hållbarhetsprinciper och blir klimatneutrala till år 2030.
- Steg b. En lista över intressenternas aktuella brott FSSD:s hållbarhetsprinciper där växthusgasutsläpp från råvarufasen och från den energi som köps in under bygganvändningsfasen i livscykeln för byggnadens värdekedja utpekades som huvudproblem.
- Steg c. En kort genomgång av projekt och organisationer med potentiella lösningar för klimat- och hållbarhetsutmaningarna. Detta omfattade insatser från World Green Building Council, Swedish Green Building Council, Fossilfritt Sweden, LFM30, Project Drawdown, Boverket, IVL och partnerorganisationer inom Energisamverkan Blekinge.
- Steg d. Strategier för hållbar fossilfrihet som tar sin utgångspunkt i smartare stadsplanering, inriktar byggprojekt mot klimatneutrala material, återvinning, effektivitet och förnybar energiförsörjning, samt på en bredare samhällsnivå betonar behovet av klimatkompensation och förbättrad hållbarhetskompetens bland intressenter.

Studiens resultat bedöms vara trovärdiga eftersom de i allmänhet bygger på etablerad forskning och internationellt accepterade definitioner samt pekar i samma riktning som några jämförbara studier. Tre viktiga slutsatser framkom när samhällsnyttan för denna studies bedömdes:

- Bygg- och fastighetssektorn kommer att ha en nyckelroll i omställningen till ett fossilfritt och hållbart samhälle och den skulle ha nytta av att hantera detta proaktivt.
- Den anpassade analytiska ram som föreslås i denna studie är generell och kan sannolikt bidra till att förtydliga och påskynda hållbarhetsomställningsinsatser också i större utsträckning på andra håll i Sverige och utomlands. Ett sådant område är en parallell satsning som utvecklar generella tillvägagångssätt för hur hållbarhetsomställningen i samhällssektorer kan göras på ett sätt som klargör ömsesidiga beroenden och undviker större suboptimeringar. En direkt avknoppning kommer inom Vägvaljarprojektet som ska stärka omställningsmodellering för transportsektorn med Blekinge som en första fallstudie. En annan relaterad insats är det planerade projektet Drawdown Europe End User Portal (DEEP) som ska bygga stödverktyg för att anpassa globala klimatlösningar till nationella och regionala nivåer.
- De nya förtydligade definitionerna av hållbarhetspositiva byggnader och byggnadssystem innebär att det skulle vara önskvärt att bygga en liknande strategisk omställningsprocess med budgetar även för andra sektorer och för andra viktiga aspekter av hållbarhet som metallutarmning, användning av produktiva ytor etc. Stockholm Environment Institutes inflytelserika arbete med planetgränser kan här vara en bra utgångspunkt.

¹ Se t.ex. UN, 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. 70th Session.

Executive summary

The urgency to deal with Climate change is getting increasing attention worldwide but it is only one part within the wider global sustainability challenge. The UN has attempted to deal with this through the Agenda 2030 and its 17 Sustainable Development Goals (SDGs)². The buildings and building systems (including surrounding energy and transport systems) have been identified as major contributors to both the sustainability challenge at large and to climate change. The project Energy Cooperation Blekinge was initiated in 2018 to start addressing this for Blekinge. This study was run by the SustainTrans team within this project and it aimed to clarify the major climate and sustainability challenges for buildings and building systems and how to deal with them from a life-cycle perspective. The method was split into first developing an analytic planning frame in four steps (a-d, below) with consistent definitions for climate-positive and sustainable construction and housing sectors and then applying it to Blekinge. This gave the following results:

- Step a. An overarching goal that require future systems, as a minimum, to not violate the sustainability principles of the FSSD and to be climate-neutral by 2030.
- Step b. A list of current stakeholder violations of the sustainability principles of the FSSD with the main impacts being greenhouse gas emission from the raw materials phase and from the energy purchased during the building use phase of the building value-chain life-cycle.
- Step c. A brief review of projects and organizations with potential solutions for the climate and sustainability challenges covered efforts from the World and Swedish Green Building Councils, Fossil Free Sweden, LFM30, Project Drawdown, the Swedish National Board of Housing, Building and Planning, IVL and partner organizations within Energy Cooperation Blekinge.
- Step d. A decarbonization strategy package that takes its starting point in smarter urban design, direct construction projects towards climate-neutral materials, recycling, efficiency and renewable energy supply, and, at a broader societal level, emphasizes the need for climate compensation and improved sustainability competence among stakeholders.

The study's results seem credible since they generally build on established research and internationally accepted definitions and point in the same direction as some comparable studies. Three major concluding points emerged when wider societal benefits of this study were considered:

- The construction and housing sectors will have key roles in the societal climate and sustainability transitions and they would benefit from dealing with them proactively.
- The adapted analytical frame suggested in this study is generic and could likely help to clarify and speed up sustainability transition efforts also more widely both in Sweden and beyond. One such area is a parallel effort that develops generic approaches for how the sustainability transition of societal sectors could be done in a way that clarifies interdependencies and avoids major sub optimizations. A direct spin-off will come in the Roadmapper project that aims to strengthen transport sector transition modeling with Blekinge as a first case study. Another related effort is the planned Drawdown Europe End User Portal (DEEP) project that aims to build support tools to adapt large scale global climate solutions to national and regional levels.
- The new clarified definitions of sustainability-positive buildings and building systems imply that it would be desirable to build a similar strategic transition process with budgets also for other sectors and for other key aspects of sustainability like metals, use of productive surfaces, etc. The influential work done on planetary boundaries could here be a good starting point.

2 See UN, 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. 70th Session.

Innehåll

Introduktion	7
Mål och avgränsningar	8
Klimat- och hållbarhetsutmaningarna	9
Angreppssätt och metoder	11
Steg a. Mål för klimatpositiva och hållbara byggnader och byggnadssystem	14
Steg b. Nuläge i förhållande till målen	21
Steg c. Tankbara framtidslösningar	24
Steg d. Prioriterade strategier för att nå målen	28
Strategi 1. Smartare stadsplanering för klimatneutralitet, cirkulär ekonomi och hållbarhet	30
Strategi 2: Klimatneutrala och cirkulära byggmaterial och transportbränslen	32
Strategi 3: Effektiva bygg- och användningsfaser	34
Strategi 4: Förnybar värme/el för användningsfasen	36
Strategi 5: Klimatkompensation	38
Strategi 6: Hållbarhetskunskap och -attityder	40
Strategiernas utsläppsminskningseffekter?	42
Diskussion, rekommendationer, fortsatt arbete	43
Referenser	45
Ordförklaringar och definitioner	47

Läsinstruktion

Läsare som vill få en fullständig bild av klimat- och hållbarhetsutmaningarna för byggnader och byggnadssystem och hur de kan hanteras uppmanas att läsa hela rapporten.

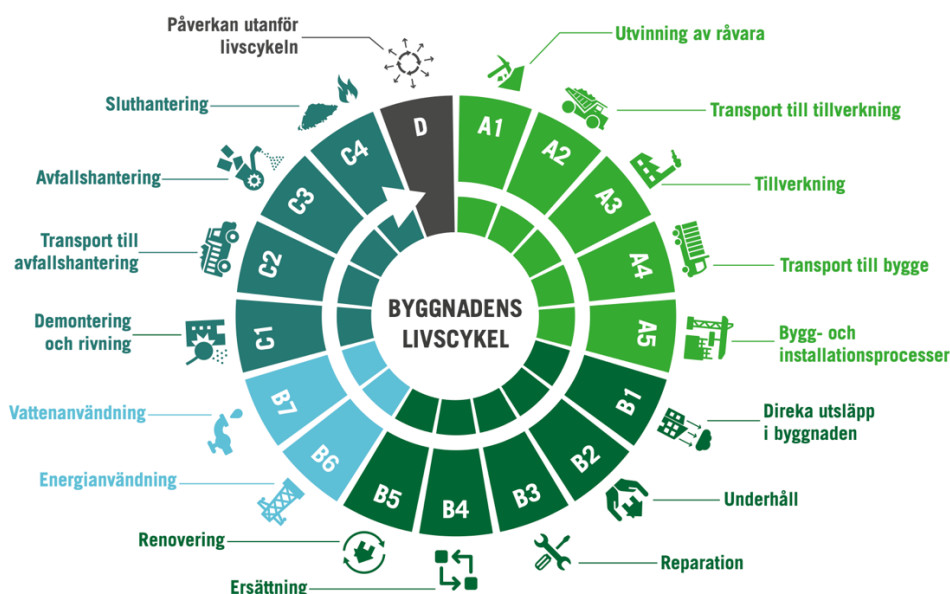
Mer specifika ämnen finns i följande avsnitt:

- Klimatförändringar och hållbarhet. Detta förklarar de globala klimat- och hållbarhetsutmaningarna.
- Angreppssätt och metoder. Detta härleder och förklarar det strategiska planeringsramverket FSSD och dess abcd-process som studien bygger på.
- Steg a. Detta inkluderar både nya konsumtionsbaserade koldioxidbudgetar för bygg- och fastighetssektorn och definitioner av klimatpositiva och hållbara byggnader och byggnadssystem.
- Steg b, c och d inkluderar nuläge, potentiella framtida lösningar respektive föreslagna strategier för hållbar fossilfrihet.
- Var och en av de sex strategierna för fossilfrihet förklaras mer ingående i separata avsnitt.

Introduktion

Över hela världen uppmärksammas nu att det är bråttom med att motverka klimatförändringarna men detta är bara en del inom den bredare globala hållbarhetsutmaningen. FN har försökt hantera helheten genom Agenda 2030 och dess 17 mål för hållbar utveckling (SDG)³. Mer specifikt kopplat till klimatet undertecknades år 2015 också Parisavtalet av 183 nationer och Europeiska unionen, med målet att begränsa den globala uppvärmningen till väl under 2°C. Detta översattes senare till en "Carbon Law" som innebär att växthusgasutsläppen behöver halveras vart tionde år från 2020 till 2050. Detta är en närmast överväldigande uppgift, även med det breda politiska stödet bakom Parisavtalet.

Byggnader och byggnadssystem (inklusive omgivande energi- och transportsystem) har identifierats som problematiska både för hållbarhetsutmaningen i stort och för klimatförändringarna. Dessa utmaningar kan därför inte hanteras isolerat från varandra. I klimat- och hållbarhetssammanhang delas verksamheterna från företag och aktörer inom den svenska bygg- och fastighetssektorn ofta in i fyra kategorier A till D kopplat till byggnadens livscykel (se figur 1).



Figur 1. Byggnadens livscykel inklusive byggmaterial- och byggfaserna (A), användningsfasen (B), rivningsfasen (C) samt påverkan utanför byggnadens livscykels systemgräns (D) (källa: Noll CO2⁴)

I Sverige betonade Klimatpolitiska rådet redan år 2019 att befintliga politiska insatser kommer att vara otillräckliga för att nå de nuvarande målen, särskilt när det gäller transporter och stadsmiljö⁵. Projektet Energisamverkan Blekinge startades 2018 för att börja ta itu med detta inom bygg- och fastighetssektorn ur ett Blekingeperspektiv. Detta är ett samarbetsprojekt mellan bland annat Energikontor Sydost, Ronneby kommun, Blekinge Tekniska Högskola och Netport Science Park AB. Tillsammans kommer projektdeltagarna att bidra till samarbete mellan forskning, näringsliv och samhälle. Projektmålet är att etablera en nätverksplattform för erfarenhetsutbyte och ökad kompetens inom hållbara byggnader inom energisystemet i Blekinge. Det är önskvärt att plattformen ska kunna fortsätta även efter projektets slut. Primära målgrupper är offentliga och privata fastighetsägare. Leverantörssidan, byggkonsulter, myndigheter och branschorganisationer

3 Se t.ex. UN, 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. 70th Session.

4 <https://www.sgbc.se/certifiering/nollco2/anvandarstod-for-nollco2/manualer-och-ramverk-for-nollco2/> (läst 2021-02-28).

5 <https://www.klimatpolitiskaradet.se/arsrapport-2019/> (läst 2021-02-28).

är projektets sekundära målgrupp. Det beslutades ursprungligen att projektet skulle genomföras genom mindre fallstudier som skulle:

- Integrera byggnadskonstruktion och byggnadsdrift med en större fysisk planeringsbild med de omgivande områdena.
- Anta ett livscykelperspektiv på byggnader inklusive inte bara nybyggnation utan också drift av befintliga byggnader samt rivning av byggnader.
- Bygga på vetenskapligt välgrundade och praktiskt bevisade hållbarhetsmetoder.
- Hitta sätt att göra ny kunskap och resultat lätt tillgängliga för utövare.

Till att börja med definierades fem fallstudier med varierande omfattning och detaljnivå:

- En grundläggande teoretisk studie (den här studien) om hur klimatutmaningen och dess plats inom den bredare hållbarhetsutmaningen kan klargöras och hanteras för byggnader och byggnadssystem över hela livscykeln.
- En studie om digitaliseringsstrategier för drift av smarta och energieffektiva byggnader.
- En studie om energilagringssystem för byggnader som öppnar upp för ett bredare systemperspektiv.
- En studie om vattenbesparingslösningar i användningsfasen av byggnadens livscykel.
- En praktisk handbok för hållbara byggprojekt som integrerar resultat och erfarenheter från de andra studierna och täcker materialval, konstruktion, drift och rivning för både renoverings- och nybyggnadsprojekt.

Organisationerna bakom Energisamverkan Blekinge har anlitat SustainTrans-gruppen vid Institutionen för strategisk hållbar utveckling vid Blekinge Tekniska Högskola för att driva denna första fallstudie inom projektet.

Mål och avgränsningar

Denna studie syftade till att klargöra klimat- och hållbarhetsutmaningarna för byggnader och byggnadssystem samt hur de kan hanteras ur ett livscykelperspektiv.

Detta delades in i att först utveckla en analytisk ram med konsekventa definitioner för en klimatpositiv och hållbar bygg- och fastighetssektor och sedan använda den analytiska ramen för att klargöra utmaningen för Blekinge samt göra en syntes och en hållbarhetsbedömning av några lovande lösningar och strategier för fossilfrihet.

Denna rapport redovisar resultaten från båda dessa delar.

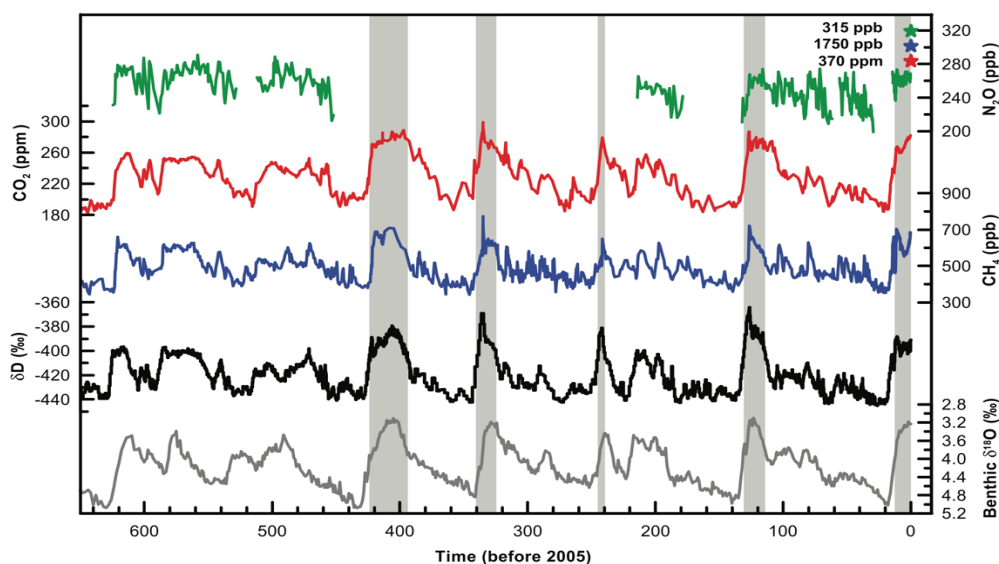
Rapportens begränsades först till att göra en inledande översikt av byggnadssystem för att se hur stadsdelen, staden och den byggda miljön som helhet kan hjälpas av och hjälpa andra samhällssystem inom den större hållbarhetsövergången (D i byggnadens livscykel). Inom detta fokuserades sedan huvuddelen av rapporten på viktiga klimat- och hållbarhetsutmaningar och hur de kan lösas för byggnader. Detta kretsade kring materialval, processer och tekniker för klimat- och hållbarhetsfokus i både renovering/eftermontering av befintliga byggnader samt nykonstruktion av byggnader (A till C i byggnadens livscykel).

Klimat- och hållbarhetsutmaningarna

För att hantera klimatpositiva byggnader och byggnadssystem på ett hållbart sätt måste vi först gå in mer detaljerat på klimatförändringar och globala hållbarhetsutmaningar i stort.

Klimatförändringarna är redan här och det är allvarligt

En av de största samhälleliga överlevnadsutmaningarna är klimatförändringarna som beror på att mänskligheten sedan början av den industriella eran (från omkring 1750), genom design, har hittat nya sätt att bryta mot grundläggande grundvalar för ett långsiktigt framgångsrikt och hållbart samhälle⁶. Detta har bland annat resulterat i utsläpp av koldioxid, metan, dikväveoxider och andra växthusgaser - både direkt från industriella processer i stort och indirekt från nedbrytning av mark. I själva verket hade den globala atmosfäriska koldioxidkoncentrationen i november 2020 passerat 413 ppm⁷ och detta ligger långt utanför det intervall som det har rört sig inom under flera istidsperioder (figur 2).



Figur 2. Atmosfären och istidsintervallen. Hur is kärndata indikerar att det i minst 650000 år har skett en samvariation mellan koldioxid (i rött), lustgas (i grönt), metan (i blått) och temperatur (visas genom proxy deuterium δD , i svart) och hur år 2000 (som anges av stjärnorna) hade koldioxid-, dikväveoxid- och metankoncentrationerna hade ökat betydligt bortom deras historiska intervall (Källa: Jansen et al 2007⁸).

Dessa störningar har ännu inte fått fullt genomslag, men den globala medeltemperaturen har redan ökat med en grad Celsius över de förindustriella nivåerna och glaciärer smälter, öknar sprider sig, orkaner och andra extrema väderhändelser ökar⁹. Det betyder att om vi inte snabbt stannar och vänder dessa trender kan klimatet reagera och förändras i en skala utöver vad som har hänt på åtminstone 650000 år. Detta skulle äventyra den globala livsmedelsförsörjningen, troligen förstöra ekonomierna och provocera nya vågor av klimatflyktingar.

6 Se Broman G.I. and Robèrt K.-H. 2017. A framework for strategic sustainable development. Journal of Cleaner Production, 140: 17-31.

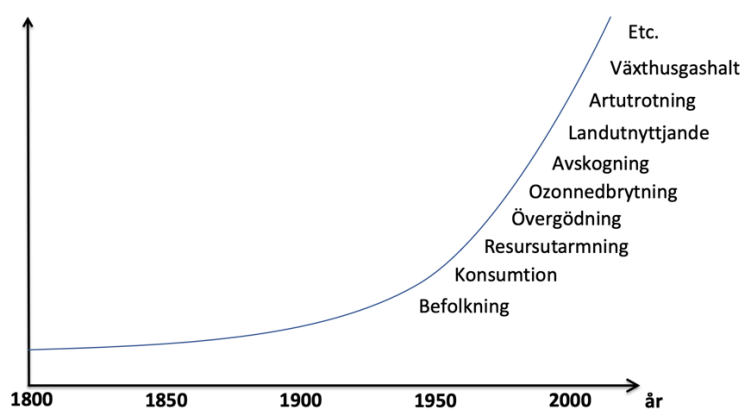
7 Se <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html> (läst 2021-02-28).

8 Jansen, E., J. Overpeck, K.R. Briffa, J.-C. Duplessy, F. Joos, V. Masson-Delmotte, D. Olago, B. Otto-Bliesner, W.R. Peltier, S. Rahmstorf, R. Ramesh, D. Raynaud, D. Rind, O. Solomina, R. Villalba and D. Zhang, 2007: Palaeoclimate. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

9 IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

Icke hållbarhet – accelererande negativa trender

Från ett bredare perspektiv är klimatförändringsutmaningen bara en av flera globala hållbarhetsutmaningar. Dessa kan sammanfattas av det faktum att samhället idag är utformat och styrt på ett sådant sätt att villkoren för långsiktigt fungerande ekologiska och sociala system försämrats systematiskt. Exempel på detta är hur befolkningen och konsumtionen har ökat under 1900-talet, vilket har drivit på övergödning, utarmning av ozonskiktet och kritiska materialresurser, avskogning, markutnyttjande, utrotning av arter samt ökning av växthushuskoncentrationer i atmosfären (figur 3). Övergödning förstör ekosystem i sjöar och hav, ozonutarmning ger sämre skördar och ökad förekomst av hudcancer. Ökande avskogning, markanvändning och utrotning av arter försämrar det globala ekosystemets långsiktiga produktivitet och motståndskraft samtidigt som detta bidrar betydligt till växthushusgasutsläppen. De ökande växthushuskoncentrationerna har antagligen redan börjat förändra jordens klimat i en riktning som är ogynnsam för människor med fler stormar, stigande havsnivåer, extrem torka och kraftigt förändrade växtförhållanden¹⁰.



Figur 3. Icke hållbara destruktiva trender. Många globala hållbarhetsproblem har följt samma accelererande trend under 1900-talet (källa: Steffen et al. 2004¹¹).

I detta sammanhang bör det också nämnas att det nu finns tecken på att befolkningsökningen avtar och att världens befolkning kan komma att stabiliseras till cirka 10 miljarder. Det är dock oklart om detta är en långsiktigt hållbar nivå med tanke på hur befolkningen i dagens system driver på de andra problemen. Dessutom är konsumtionsökningen fortfarande en pådrivande faktor bakom hållbarhetsproblemen. Som svar på utvecklingen har många nya metoder och verktyg för hållbarhet tagits fram. En av de viktigaste insatserna inom detta område är ovannämnda Agenda 2030 och dess globala mål för hållbar utveckling (SDG) som strävar efter ett stärkt globalt samarbete (SDG17) med fokus på att skydda biosfären (SDG6,13-15), lösa samhällsproblem (SDG1-5,7,11,16) och stärka ekonomin (SDG8-10,12)¹². SDG:erna täcker alltså en stor del av hållbarhetsutmaningen men är också ganska många och komplexa att använda. Det finns också saker som de inte täcker systematiskt, som hur uppströms systemfel i samhället orsakar de effekter som mäts av SDG:erna och hur hållbarhetsproblem och skador ökar så länge dessa systemfel kvarstår¹³. I resten av denna rapport kommer både sådana systemfel och deras möjliga lösningar att studeras mer detaljerat - med fokus på byggnader och byggnadssystem.

10 IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

11 Steffen, W., et al. 2004. Global Change and the Earth System: A Planet under Pressure, IGBP och Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Our Human Planet: Summary for Decision-Makers. Millennium Ecosystem Assessment. Chicago, IL, USA: Island Press.

12 Se <https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-how-food-connects-all-the-sdgs.html> (läst 2021-02-28).

13 Broman G., Robèrt K.-H. 2017. A framework for strategic sustainable development. Journal of Cleaner Production 140 (Part 1): 17-31.

Angreppssätt och metoder

Om det strategiska angreppssätt som ramar in studien

Denna studie har genomförts i nära samarbete med regionala intressenter. Ambitionen var att säkerställa att vår strävan mot en klimatpositiv och hållbar bygg- och fastighetssektor inte blev kontraproduktiv. Därför borde hållbarhetsaspekter först studeras från ett vidare systemperspektiv och inom detta kunde sedan mer specifika åtgärder och strategier tas fram för att hindra ytterligare förstörelse från klimatförändringarna. För att åstadkomma detta ramades studien in med det etablerade ramverket för strategisk hållbar utveckling - FSSD¹⁴. Detta ramverk har testats och använts för företag¹⁵, kommuner och regioner¹⁶ och samhällssektorer¹⁷ under flera årtionden. Det har också tidigare använts i sydöstra Sverige inom de regionala GreenCharge-projekten som undersökte hur elfordonssystem skulle kunna bidra till en snabbare övergång till hållbara persontransporter¹⁸. För att bli praktiskt användbart i omställningsarbete utgår FSSD från en operationell definition av hållbarhet. Ekologiska och sociala hållbarhetsprinciper (HP) har tagits fram för kunna hantera övergripande systemfel i hur samhället är uppbyggt (figur 4).

I stället för att försöka definiera exakt hur hållbarhet ska uppnås är hållbarhetsprinciperna utformade som en minsta uppsättning av negativt formulerade begränsningar, utformade som gränsvillkor för hållbar design, inom vilka attraktiva mål kan modelleras. Användningen av begränsningar kan låta negativt men öppnar faktiskt mer för innovativt och kreativt samarbete än något positivt formulerat recept. Detta beror på att *allt* blir möjligt så länge som inget av dessa gränsvillkor bryts.

FSSD och hållbarhetsprinciperna har utvecklats i en kontinuerlig vetenskaplig samverkansprocess sedan början av 1990-talet. De definierar att ett hållbart system, inklusive byggnader och byggsystem, inte bidrar till:

- (i) Förorening av Naturen genom att systematiskt öka ...
 - HP1 koncentrationer av ämnen från berggrunden (t.ex. fossilt kol och metaller).
 - HP2 koncentrationer av ämnen från samhällets produktion (t.ex. dikväveoxider och freoner).
- (ii) Fysisk förstörelse av Naturen genom att systematiskt öka ...
 - SP3 fysisk nedbrytning (t.ex. avskogning, överfiske eller asfaltering av vitala ekosystem).
- (iii) Förstörelse av samhället genom att utsätta Människor för sociala strukturella hinder för
 - HP4 hälsa (t.ex. genom farliga arbetsförhållanden eller otillräcklig vila från jobbet).
 - HP5 inflytande (t.ex. genom att undertrycka yttrandefrihet eller försumma åsikter).
 - HP6 kompetens (t.ex. genom hinder för utbildning och personlig utveckling).
 - HP7 opartiskhet (t.ex. genom diskriminering eller orättvist val till positioner).
 - HP8 meningsskapande (t.ex. genom att undertrycka kultur eller samskapande av meningsfulla förhållanden).

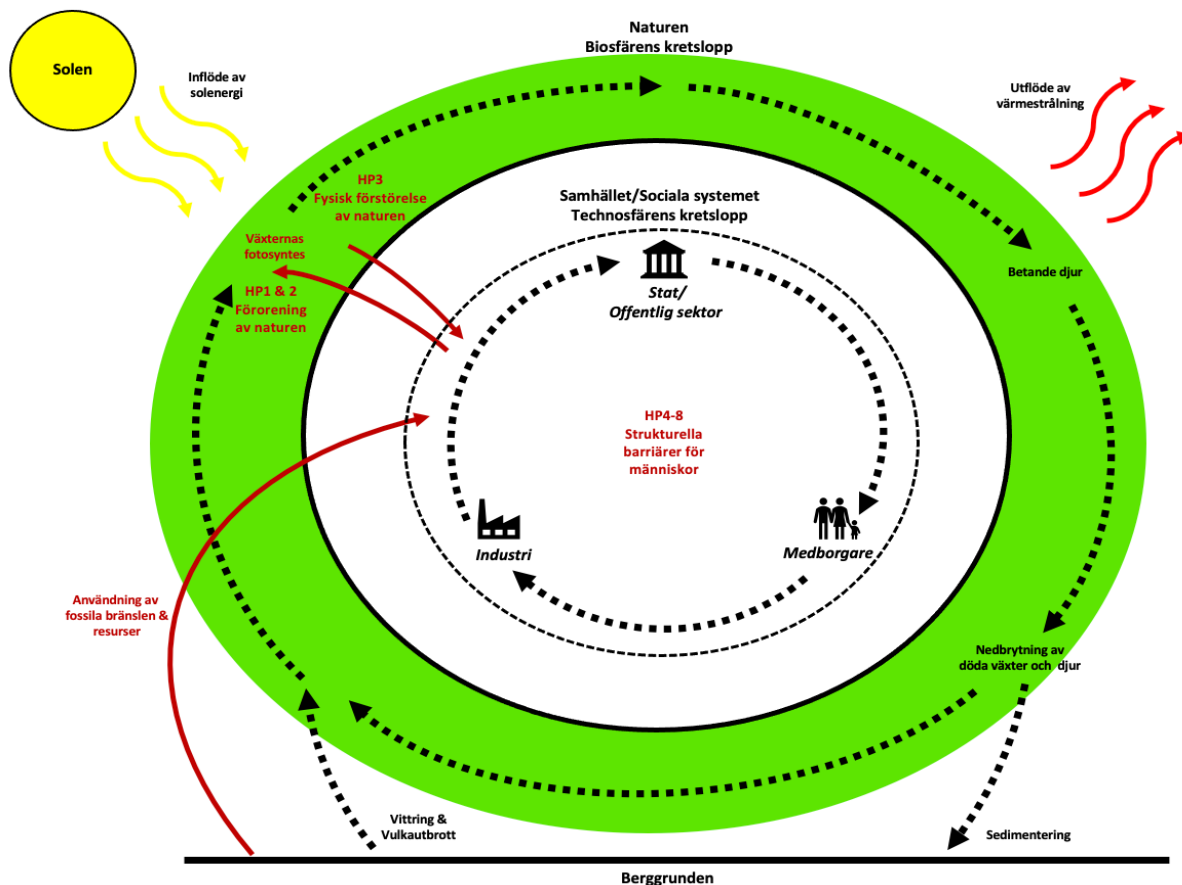
14 För mer om detta ramverk och dess utveckling, läs Broman G.I. and Robèrt K.-H. 2017. A framework for strategic sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 140: 17-31.

15 Franca, C. 2017. Business Model Design for Strategic Sustainable Development. Doctoral thesis. Blekinge institute of Technology, Karlskrona, Sweden.

16 Wälitalo, L. 2020. Introductory methodological support for cross-sectoral municipal and regional strategic work for sustainability. Licentiate thesis. Blekinge institute of Technology, Karlskrona, Sweden.

17 Ny, H. et al. 2017. On Track for 2030: Roadmap for a fast transition to sustainable personal transport: English short version with foreword by Peter Newman. Blekinge institute of Technology, Karlskrona, Sweden. Research Report Nr: 2018:01.

18 För mer detaljer om GreenCharge-projekten och andra liknande exempel, gå till www.bth.se/sustaintrans.

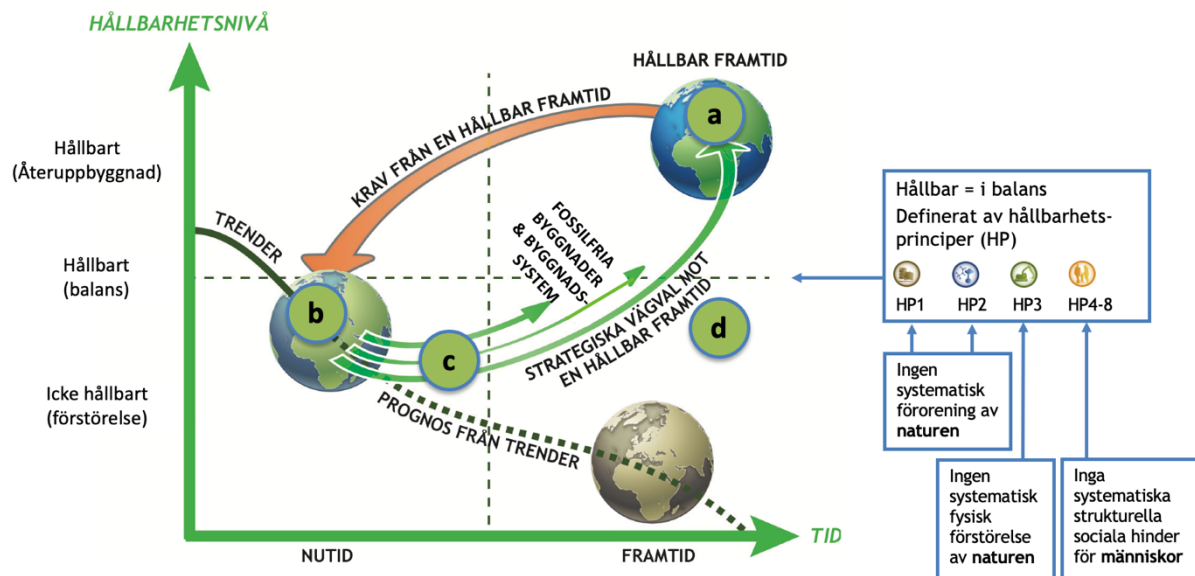


Figur 4. Hur FSSD:s åtta hållbarhetsprinciper hänger ihop med kretsloppen i biosfären och teknosfären.

Den ekonomiska sidan av hållbarhet har avsiktligt uteslutits i den målbeskrivning som hållbarhetsprinciperna tillhandahåller. Detta eftersom ekonomi är bättre lämpad som ett medel för att nå socioekologiska mål på ett resurseffektivt sätt än som ett mål i sig. Mer specifikt ingår ekonomi och effektiv resurshantering som en grund i ett planeringstänk där överträdelser mot hållbarhetsprinciperna hanteras stegvis så att varje ny ekonomisk investering görs överkomlig nog för att lägga grunden för kommande steg på vägen till fullständig efterlevnad av hållbarhetsprinciperna. För att hjälpa till med praktiskt genomförande av FSSD har planeringstänket översatts till en strategisk planeringsprocess som kallas abcd (figur 5)¹⁹:

- Steg a. Modellera huvudfunktionerna i en sektorövergripande hållbar vision inom de gränser som anges av FSSD:s åtta hållbarhetsprinciper (HP 1-8, ovan).
- Steg b. Identifiera styrkor och svagheter i det nuvarande systemet i förhållande till visionen.
- Steg c. Identifiera möjliga framtida lösningar för att nå visionen.
- Steg d. Prioritera bland lösningarna för att bygga strategier och steg-för-steg-färdplaner som kan överbrygga klyftan mellan den nuvarande och den hållbara framtidsvisionen med god ekonomi.

¹⁹ De fyra stegen i FSSD:s strategiska planeringsmetodik kallas här 'abcd' även om den normalt sett anges med stora bokstäver ('ABCD') bland praktiker och i den vetenskapliga litteraturen. Detta är en speciallösning för denna rapport eftersom planeringsmetodiken annars kunde ha förväxlats med de ovan beskrivna faserna i byggnadslivscykeln som också benämns 'ABCD' inom den svenska bygg- och fastighetssektorn.



Figur 5. Hur det nuvarande ohållbara samhället utvecklas mot ytterligare ohållbarhet och förstörelse medan en önskvärd fossilfri och återuppbyggande hållbar framtid definieras av åtta hållbarhetsprinciper (steg a) och ställer krav på nuläget (steg b) att definiera nya incitament och lösningar (steg c) som kombineras till färdplaner som kan nå hållbarhet (steg d) (baserat på en illustration av Stefan Borell).

Hur metoderna användes i denna studie – steg för steg

Det strategiska hållbarhetsramverket (FSSD) tillämpades på följande sätt:

- Steg a. Klimatpositiv hållbar vision. Författarna integrerade och bröt ner Parisavtalet och liknande mål och ansträngningar till en sammanhängande övergripande definition av klimatpositiva byggnader och byggnadssystem inom hållbarhetsbegränsningar (enligt hållbarhetsprinciperna).
- Steg b. Nuläge. Författarna gjorde en övergripande identifiering av hur dagens byggnader och byggnadssystem ligger till i förhållande till att bli den klimatpositiva och hållbara visionen.
- Steg c. Möjliga framtida lösningar. Med hjälp av brainstorming, input från de andra studierna inom detta projekt (t.ex. "manualen för hållbart byggande") och input från andra relevanta projekt och insatser (t.ex. LFM30 och IVL:s LCA-studie om byggnader) identifierade författarna några övergripande potentiella lösningar, bästa praxis samt strategier som kan påskynda övergången till klimatpositiva och hållbara byggnader och byggnadssystem.
- Steg d. Strategier för hållbara klimatpositiva byggnader och byggnadssystem. En marknadsanalys och en analys gentemot hållbarhetsprinciperna användes för att kombinera olika lösningar till sex hållbarhetsorienterade strategier för fossilfrihet.

Steg a. Mål för klimatpositiva och hållbara byggnader och byggnadssystem

Detta avsnitt kombinerar flera kompletterande perspektiv och tillvägagångssätt för att få till en enhetlig definition av de klimatpositiva och hållbara byggnader och byggnadssystem som denna rapport strävar efter att bana väg för.

Varför hållbarhetsomställningen kan ta tid trots dess fördelar

Av flera skäl skulle det naturligtvis vara att föredra att bryta nuvarande trender och omedelbart stoppa ohållbara beteenden och samhällsprocesser. Innan det är gjort kommer vi systematiskt bli fattigare genom fortsatt nedbrytning av samhällets socioekologiska grundvalar. På en alltmer hållbarhetsfokuserad global marknad skulle hållbarhetskompetenta organisationer istället kunna agera i linje med ett 'upplyst egenintresse' och bli rikare genom att vidta nödvändiga steg för hållbarhetsställningen snabbare än deras konkurrenter²⁰. Av många skäl är denna insikt fortfarande inte tillräckligt spridd eller hanterad och i praktiken finns det många mekanismer som bromsar de som trots allt gör vad de kan. I en sådan ofullkomlig värld är det därför vettigt att komplettera identifieringen av destruktiva beteenden och processer, vilket görs av FSSD och hållbarhetsprinciperna, med en uppskattning av absoluta gränser för hur långt vi kan driva dessa destruktiva beteenden och processer innan oacceptabla negativa konsekvenser inträffar²¹.

'Carbon Law' – ett minimum för att hantera globala klimatrisker

Världens ledande klimatforskare (IPCC) har uppskattat hur mycket växthusgaser vi kan släppa ut och fortfarande hålla oss inom acceptabla nivåer av temperaturökning. De anser att det är oacceptabelt att överskrida en 2-graders ökning av den globala medeltemperaturen och i Parisavtalet rekommenderar de att vi håller oss långt under det, helst inom en 1,5-gradersökning²². Men vad skulle detta motsvara i återstående tillåtna utsläpp? Johan Rockström har föreslagit en 'Carbon Law' som visar hur den globala utsläppsbudgeten motsvarande 1,5-2 graders temperaturökning skulle kräva att utsläppen halveras vart tionde år från och med 2020 och att vi därefter går över till nettoinfångning av koldioxid (globala negativa utsläpp). Observera att det finns två utsläppsbudgetar - en mindre budget som endast innehåller koldioxid ('CO₂') och en mer omfattande budget som inkluderar koldioxid plus andra växthusgaser ('all GHG:s') (se figur 6). Men finns det ett sätt att översätta dessa budgetar till nationell nivå?

20 Broman G., Robèrt K.-H. 2017. A framework for strategic sustainable development. Journal of Cleaner Production 140 (Part 1): 17-31.

21 Se Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, III, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J. 2009. A safe operating space for humanity. Nature 461, 472–475.

22 United Nations Framework Convention on Climate Change. 2015. Report of the Parties on its twenty-first session. Held in Paris from 30 November to 13 December. FCCC/CP/2015/10.

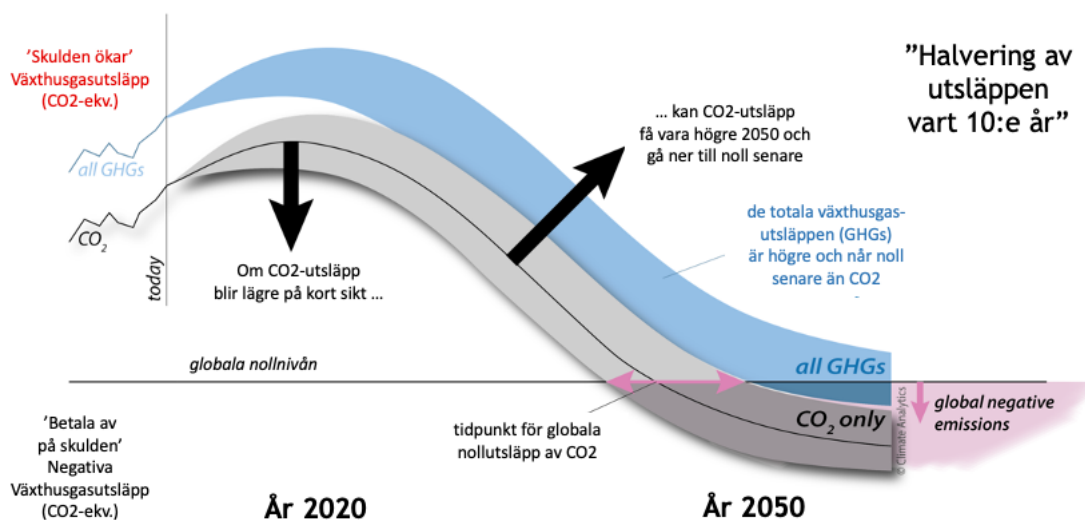


Figure 6. 'Carbon Law'. Hur en klimatbudget för att möta Parisavtalet och hålla nere temperaturökningen till 1,5-2 grader motsvarar att halvera växthusgasutsläppen varje årtionde från 2020 till 2050 (bild utvecklad från original från: Climateanalytics.org).

Den Svenska klimatlagen – en bra start men ej tillräckligt

I linje med IPCC:s och Parisavtalets krav föreskriver den svenska klimatlagen att nettoutsläppen av växthusgaser ska ner till noll till år 2045. Fortfarande är vägen till detta mål ganska vagt beskriven och klimatlagen är därför i sig själv inte tillräcklig för att säkerställa att Sverige håller sig inom sin del av ovan beskrivna globala 'utsläppsbudget'. Detta innefattar också enbart utsläpp som geografiskt förekommer inom Sverige även om svenska konsumtionsmönster orsakar minst lika stora utsläpp i andra länder²³.

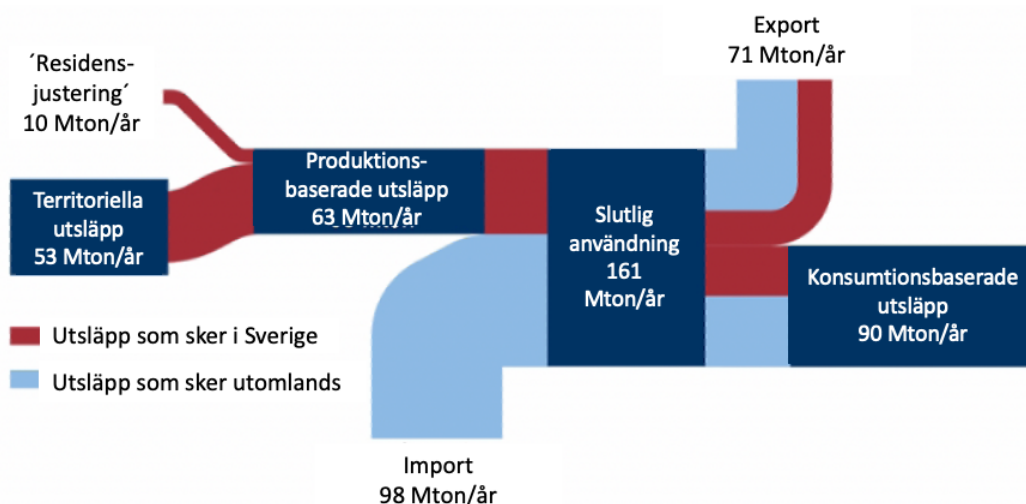
Så vad betyder klimatfrågan samt klimat- och koldioxidbudgetar rent praktiskt för Sverige och Blekinge? På uppdrag av flera kommuner, regioner och länsstyrelser i Sverige har Kevin Andersons forskargrupp från Uppsala universitet, tillsammans med Ramböll, brutit ner den globala utsläppsbudgeten för svenska förhållanden. De räknade med att Sverige och andra rika länder som har släppt ut mycket koldioxid under sin industrialisering bör ha tillgång till en mindre andel av det globala utsläppsutrymmet än vad deras respektive befolkning motsvarar. Sådana tuffare mål skulle också kunna leda till fler innovativa lösningar som kan säljas på den alltmer hållbarhetsdrivna globala marknaden. Sverige antogs då få halva mängden utsläpp som motsvarar vår befolkning eller 320 Mton koldioxid²⁴. Detta motsvarar att halvera utsläppen vart fjärde år framöver. Sedan fördelades också Sveriges budgetkvantitet ner till regional och kommunal nivå, vilket resulterade i motsvarande utsläppsminskningsbanor på dessa nivåer. Observera att denna utsläppsbudget inte inkluderar "negativa utsläpp" (= koldioxidinfångning). Forskargruppen från Uppsala hoppas att sådan teknik ska kunna skalas upp tillräckligt snabbt, men de vågade inte anta att så kommer att vara fallet. Om koldioxidinfångning blir verklighet i stor skala i framtiden skulle budgetarna kunna utökas.

23 Se <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/Tre-satt-att-berakna-klimatpaverkande-utslapp/Konsumtionsbaserade-utslapp-av-vaxthusgaser/> (läst 2021-02-28).

24 Kevin Anderson, Jesse Schrage, Isak Stoddard, Aaron Tuckey & Martin Wetterstedt. 2018. A Guide for a Fair Implementation of the Paris Agreement within Swedish Municipalities and Regional Governments: Part II of the Carbon Budget Reports Submitted to Swedish Local Governing Bodies in the 2018 Project "Koldioxidbudgetar 2020-2040". A Report commissioned by Swedish municipalities and regional governments. Climate Change Leadership Node, Uppsala University, Sweden.

Konsumtionsperspektivet avslöjar en större utmaning

Hittills har vi fokuserat på de svenska territoriella utsläppen som sker inom svenska gränser (53 Mton/år under 2017) och de produktionsbaserade utsläppen (63 mton/år under 2017) som härrör från aktiviteterna bakom den svenska bruttonationalprodukten, inklusive utsläpp från internationell bunkring. En mer fullständig bild skulle emellertid också behöva relatera till den fulla effekten av svensk konsumtion²⁵ (figur 7). Konsumtionsbaserade utsläpp (90 Mton/år under 2017) inkluderar utsläpp som sker i Sverige och utomlands för att tillgodose efterfrågan i Sverige i form av hushållskonsumtion, offentlig konsumtion och samhällets investeringar i till exempel byggnader och infrastruktur. Detta innebär att svenska aktörer ansvarar för utsläpp från allt det de köper, inklusive import, snarare än för den del som de köper från Sverige. Å andra sidan, med denna logik, skulle Sverige inte vara ansvarigt för utsläppen relaterade till varor som exporteras (71 Mton/år under 2017), även om de kan ha uppstått i Sverige.



Figur 7. Hur svenska konsumtionsbaserade växthusgasutsläpp (kommer från vad svenska aktörer köper) relaterar till svenska territoriella utsläpp (i rött) och utsläpp som sker utomlands (i blått).

Den svenska bygg- och fastighetssektorn och dess utsläpp

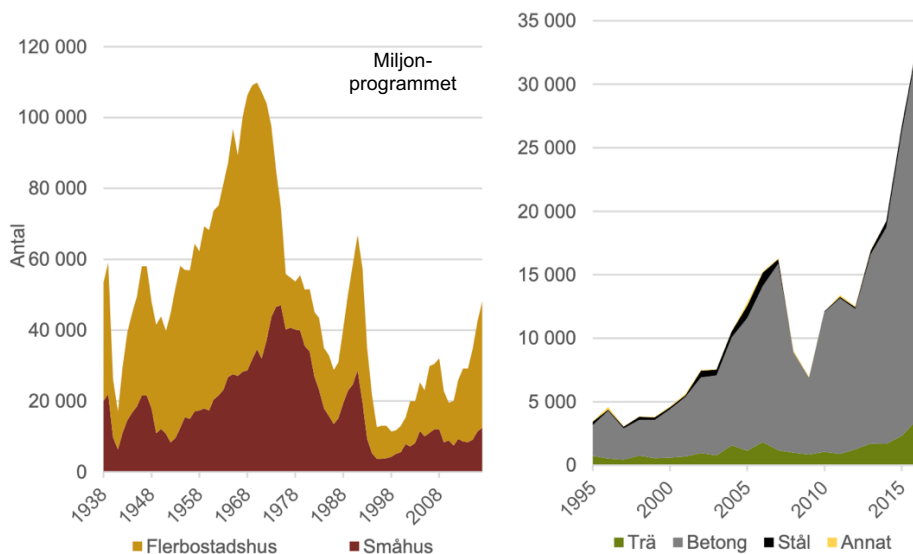
Med tanke på att byggnader står i minst 50-100 år (ofta längre) har bygg- och fastighetssektorn en unikt långsiktig potential att påverka samhället och dess hållbarhetsprestanda. Dessa sektorer erbjuder möjligheter när det gäller att tillhandahålla kolsänkor, till exempel genom att använda trä som byggmaterial för att ersätta betong. En annan möjlighet är att proaktiv stadsplanering kan spara utrymme för jordbruk, energiförsörjning, trafik och övrig resurshantering. Å andra sidan, utan sådana rumsliga och andra stora överväganden, kan byggnader ge inlåsningseffekter där resurskrävande handlingsmönster för stadsliv, privat och professionellt, bevaras under mycket långa tidsperioder. Byggnadsbeståndets sammansättning är därför viktig för hållbarheten. Det nuvarande svenska byggnadsbeståndet avslöjar ett stort inflytande från "Miljonprogrammet" - en stor statlig insats för nya prisvärda bostäder som resulterade i många nya lägenheter under 1960- och 1970-talet (figur 8a)²⁶. Ändå gav denna ansträngnings relativa hastighet också upphov till några oavsiktliga negativa hållbarhetsrelaterade biverkningar, inklusive tvivelaktiga materialval, nya monotona och estetiskt fattiga stadsdelar, social polarisering, etc²⁷. Senare, under perioden 1990 till 2019, växte byggnadsbeståndet med cirka en procent per år från fyra till fem miljoner byggnader

25 <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/Tre-satt-att-berakna-klimatpaverkande-utslapp/Konsumtionsbaserade-utslapp-av-vaxthusgaser/> (läst 2021-02-28).

26 <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2019/matmetoder-indikatorer-folja-upp-konsumtionens-klimatpaverkan.pdf> (läst 2021-02-28).

27 Se <https://www.allmannyttan.se/historia/tidslinje/kritiken-mot-miljonprogrammet/> (läst 2021-02-28).

och denna tillväxt kom främst från byggnader riktade till bostadsrätter även om både hyreslägenheter och privatägda hus fortfarande var vanligare (figur 8b)²⁸.



Figur 8. Svenska husbyggnadstrender uppdelade efter (a) alla nybyggda bostäder 1938-2017 och (b) nybyggda lägenheter fördelat på rammaterial 1995-2016 (Källa: Naturvårdsverket²⁹)

Storleksfördelningen bland företag i bygg- och fastighetssektorn är också viktig för dess klimat och bredare hållbarhetsprestanda eftersom större företag har mer resurser för att anställa hållbarhetsspecialister och för att göra egna utredningar. Det finns för närvarande cirka 107 000 företag i byggdelen av sektorn (motsvarande 8% av alla svenska företag) och 87% av dessa har högst fyra anställda³⁰. I Blekinge dominerar de mindre företagen³¹ vilket gör det särskilt viktigt att från centralt håll hjälpa till att identifiera generella klimat- och hållbarhetsråd för denna kategori. Växthusgasutsläppen från byggnadsbeståndet och från företag inom bygg- och fastighetssektorn som kommer från det svenska geografiska området uppgår till cirka 12 Mton CO₂-ekvivalenter/år³². Men som tidigare nämnts, för att ge en rättvisande bild av den totala konsumtionsrelaterade klimatpåverkan, bör växthusgasutsläppen från bygg- och fastighetssektorn inkludera alla utsläpp från varor och tjänster som köpts i Sverige - oavsett om de har producerats i Sverige eller importerats. Med utgångspunkt från detta perspektiv var de totala svenska utsläppen från bygg- och fastighetssektorn cirka 20 Mton/år från 2008 till 2016, med cirka en tredjedel från importen och när man såg på samma siffra per livscykel fas visade det sig att cirka en tredjedel av dessa utsläpp kom från byggfasen (A1-5 och C1-4) och en tredjedel från energianvändningen inom användningsfasen (B6)³³. Sammantaget innebär detta att bygg- och fastighetssektorn står för cirka 15-20% av de konsumtionsbaserade svenska utsläppen.

Klimatbudget för den Svenska bygg- och fastighetssektorn

Vad blir då den relevanta budgeten för växthusgasutsläpp för bygg- och fastighetssektorn om man tar det geografiska eller konsumtionsbaserade perspektivet? Som framgår ovan ökar det konsumtionsbaserade perspektivet de totala växthusgasutsläppen från Sverige (och från bygg- och

28 <https://www.ekonomifakta.se/Fakta/Ekonomi/bostader/bostader-i-sverige/> (läst 2021-02-28).

29 <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2019/matmetoder-indikatorer-folja-upp-konsumtionens-klimatpaverkan.pdf> (läst 2021-02-28).

30 Se <https://byggforetagen.se/statistik/branschens-struktur/> (läst 2021-02-28).

31 According to the southeast Swedish construction and housing network Goda Hus.

32 <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/vaxthusgaser/> (accessed 2021-02-28).

33 <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2019/matmetoder-indikatorer-folja-upp-konsumtionens-klimatpaverkan.pdf> (accessed 2021-02-28).

fastighetssektorn inom landet) med cirka 30%. Om vi antar att en motsvarande ökning ska gälla för den svenska klimatbudgeten, när perspektivet flyttas från Sverige geografiskt till effekterna av svensk konsumtion, skulle budgeten öka från 320 till cirka 420 Mton CO₂ för att vi med 66% sannolikhet ska kunna hålla oss under 2 graders temperaturökning. Naturligtvis skulle budgeten bli ungefär dubbelt så stor i båda fallen om vi skulle inkludera andra växthusgaser som metan och lustgas. Dock är de två senare gaserna mindre relevanta för bygg- och fastighetssektorn och kopplas snarare till jord- och skogsbruk. Bygg- och fastighetssektorns andel av den svenska utsläppsbudgeten för gasen koldioxid kan då antas bli densamma som andelen av dagens totala utsläpp (22%), motsvarande cirka 92 Mton CO₂. Baserat på att cirka 1,2% av den totala svenska arbetskraften inom bygg- och fastighetssektorn var anställd i Blekinge 2019³⁴ kan **Blekinges andel av utsläppsbudgeten för den svenska bygg- och fastighetssektorn antas uppgå till cirka 1,2%, eller 1,1 Mton CO₂.**

Om vi antar linjära utsläppsminskningar från 2020 så kommer den svenska bygg- och fastighetssektorn att förbruka sin utsläppsbudgetandel till år 2030 (se kurva 1 i figur 9), alternativt kan de få ytterligare ett decennium om de använder samma exponentiella minskning som antagits av den regionala koldioxidbudgeten (kurva 2 i figur 9) eller om de antar en linjär minskning och att de skulle kunna använda den större budgeten som även inkluderar andra växthusgaser (cirka 184 Mton CO₂-ekv. för Sverige och 2,2 Mton CO₂-ekv. för Blekinge) (kurva 3 i figur 9).

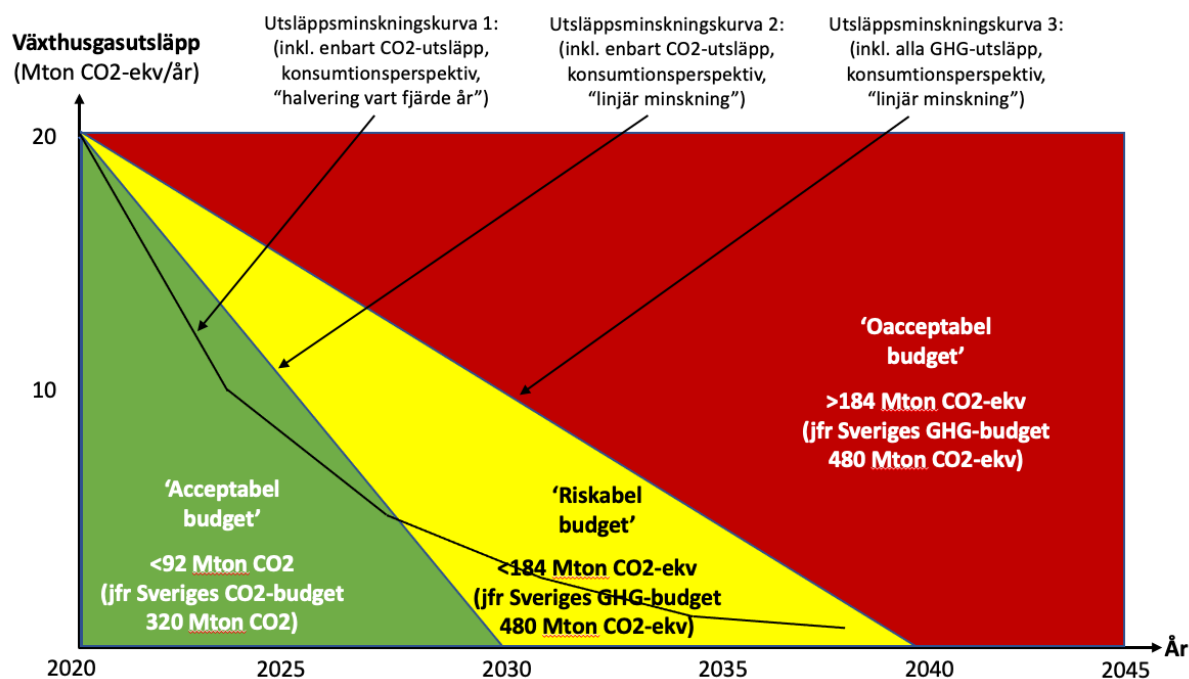


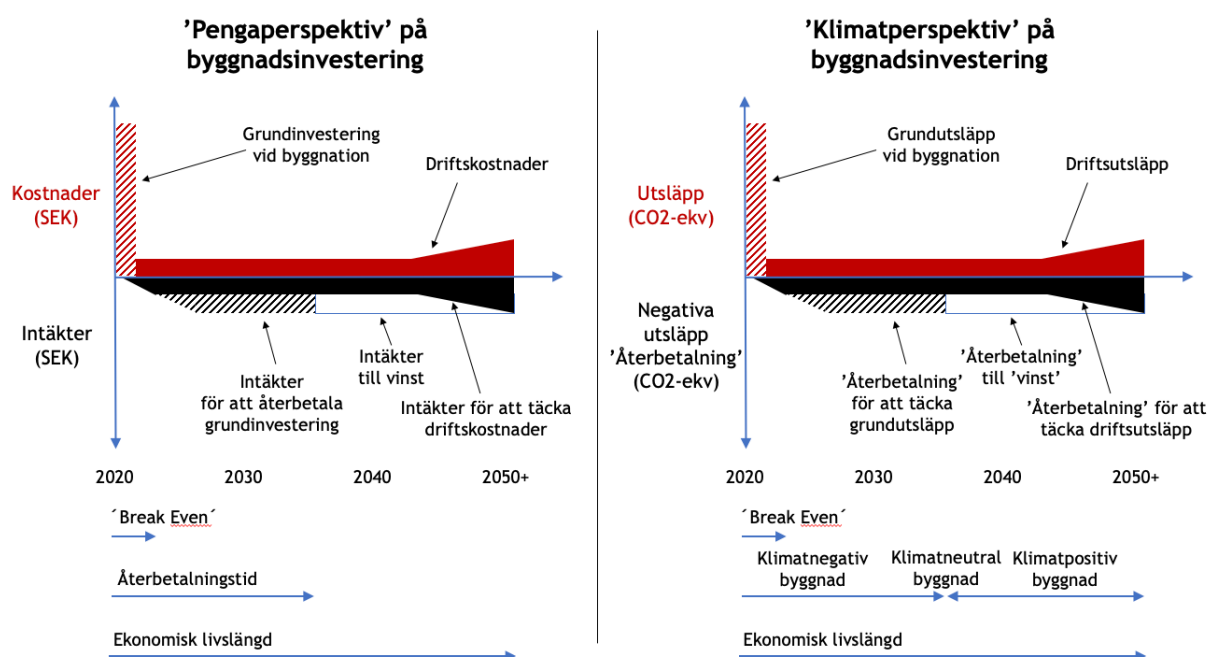
Figure 9. Hur tre utsläppsminskningsskurvor för bygg- och fastighetssektorn relaterar till acceptabla, riskabla och oacceptabla klimatbudgetar.

Klimatpositiva och Parisavtalssäkrade byggnader och byggnadssystem

Hittills har vi fokuserat på att identifiera hur snabbt bygg- och fastighetssektorn och samhället i stort behöver minska växthusgasutsläppen för att stabilisera koncentrationen av dessa gaser i atmosfären och för att begränsa temperaturökningarna till 1,5 till 2 grader. Ändå kommer vissa organisationer sannolikt att behöva komma snabbare till nollutsläpp och sedan också börja kompensera för historiska utsläpp för att lämna utrymme för dem som har svårt att komma igång.

34 Baserat på statistik från SCB (www.SCB.se) om anställda per region och sektor i Sverige (läst 2021-02-28).

Enligt internationell standard³⁵ kan en organisation kalla sig klimatpositiv när den har tagit denna process hela vägen, för att fullt ut kompensera för sina växthusgasutsläpp under sina produktlivscykler. Vi tycker att denna definition är lite abstrakt och att den förmodligen skulle kunna förklaras bättre genom jämförelser med traditionella monetära investeringar (ur ett 'pengaperspektiv'). För enskilda byggnader och byggprojekt föreslår vi då att jämföra **klimatneutralitet** med att ha betalat tillbaka den ursprungliga monetära investeringen för ett byggprojekt (figur 10)³⁶. Detta innebär att de ursprungliga och/eller driftsrelaterade utsläppen av växthusgaser från byggnaden har kompenserats genom att stärka naturliga sänkor och/eller använda sig av koldioxidavskiljningstekniker (t.ex. CCS, Bio CCS, biokol, etc.). En byggnad kan då kallas **klimatnegativ** så länge detta ännu inte har uppnåtts och **klimatpositiv** först efter att mer än de ursprungliga utsläppen har kompenserats.



Figur 10. Jämförelse mellan klimatomässigt och 'pengaperspektiv' på byggnadsinvesteringar. Hur en byggnad skulle kunna kallas klimatpositiv när den har "betalt tillbaka" sina ursprungliga utsläpp och på liknande sätt hur detta ur ett 'pengaperspektiv' motsvarar en byggnad som har betalat tillbaka sin ursprungliga investering.

Även om kompenstationsteknikerna kommer att bli framgångsrika så är utmaningen samtidigt så stor att våra möjligheter att rädda klimatet kommer att vara beroende av att vi också väsentligt kan minska utsläppen från byggnader och byggnadssystem. Detta innebär att takten i utsläppsminskningar och kompensationsåtgärder också är viktig. Vi föreslår därför termen **Parisavtalssäkrade** för att hänvisa till byggnader eller byggnadssystem som lyckas bli klimatpositiva i en takt som åtminstone motsvarar vad som föreslås av deras andel av ovan beskrivna godtagbara utsläppsbudgetar för hela bygg- och fastighetssektorn (figur 9). Av försiktighetsskäl anser vi att vi bör använda den striktare av dessa budgetar som enbart räknar in CO2-utsläpp (motsv. 92 Mton CO2). Detta innebär att vid en linjär minskning (motsvarande kurva 2 i figur 9) måste nettoutsläppen från en sådan byggnad eller byggnadssystem gå från 2020 års

35 ISO 14021:2016 Environmental labels and declarations — Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling).

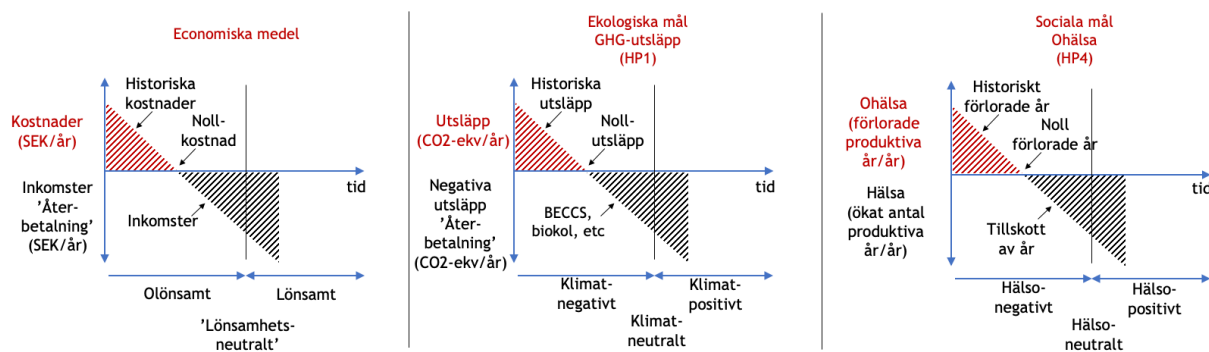
36 Många aktörer har lite mer vagt definierat klimatpositiva som att fånga in mer växthusgaser än det produceras. Detta motsvarar 'break even' ur ett monetärt investeringsperspektiv (=att momentant tjäna in lika mycket som man förbrukar) och kan därför i sig aldrig garantera att den "initiala skulden" (eller de initiala växthusgasutsläppen) betalas tillbaka tillräckligt snabbt.

utsläppsnivå till noll till runt år 2030 (se figur 21 nedan för en mer detaljerad illustration av detta scenario).

Hållbarhetspositiva byggnader och byggnadssystem

För att rationellt hantera klimatförändringarna är det också viktigt att zooma ut till hållbarhet i stort. Detta beror delvis på hur klimatförändringar och andra hållbarhetseffekter är sammankopplade (t.ex. att stadsutbredning och andra sätt att inkräkta på bördig mark minskar kapaciteten hos naturliga kolsänkor att absorbera koldioxid och motverka klimatförändringar). Det beror också delvis på hur lösningar på klimatförändringar är sammankopplade (t.ex. att åtgärder för att begränsa fossila koldioxidutsläpp genom ökad användning av bioalkoholer kan påverka samhällets potential för hållbar livsmedelsproduktion negativt). Detta innebär att alla sektorer som är viktiga för att hantera klimatförändringar måste modelleras tillsammans, inom hållbarhetsbegränsningar i stort, tills lämpliga motåtgärder mot klimatutmaningen kan identifieras och utvärderas strategiskt. Sådan modellering kan ske inom de begränsningar som anges av FSSD:s hållbarhetsprinciper (se metodavsnittet ovan).

Att bli hållbar genom att minska utsläppen av växthusgaser och andra negativa hållbarhetseffekter (dvs. överträdelser av hållbarhetsprinciper) kanske inte räcker, eftersom vissa kritiska trösklar redan kan ha överskridits och vissa effekter kan behöva vändas³⁷. I sådana fall är det nödvändigt att vidta ytterligare åtgärder och kompensera historiska skador tillräckligt för att bli **hållbarhetsneutrala**. Stegen för denna övergång kan övervakas i förhållande till varje hållbarhetsprincip. Med hjälp av några praktiska exempel som täcker det mesta av detta ämne kan **hållbarhetspositiva** byggnader och byggsystem därmed kategoriseras av att de har mer än kompenserat för alla historiska växthusgasutsläpp (HP1), oljeutsläpp och liknande kemiska utsläpp (HP2), förlust av produktiva ytor och biologisk mångfald (HP3), försämrad hälsa (HP4) och diskriminering (HP5-HP8). Omställningen till att nå sådana mål (hållbarhetspositiva system) är också endast möjlig om de ekonomiska medlen (pengar och andra resurser) hanteras effektivt (figur 11).



Figur 11. Hur hållbarhetspositiva mål (exemplifierat av klimatpositiva och hälsopositiva system) relaterar till ekonomiska medel (exemplifierat av monetär lönsamhet).

I praktiken blir det troligen varken nödvändigt eller ekonomiskt genomförbart att kompensera för alla historiska skador i förhållande till alla hållbarhetsprinciper. Ändå kommer den typ av systematisk teoretisk översikt som presenteras i detta avsnitt förhoppningsvis att hjälpa intressenter att identifiera och korrekt hantera de kompensationer som kommer att visa sig bli nödvändiga.

37 Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, III, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J. 2009. A safe operating space for humanity. Nature 461, 472–475.

Steg b. Nuläge i förhållande till målen

Nyckelintressenter inom bygg- och fastighetssektorn

För att få systemförståelse för bygg- och fastighetssektorn och för att förbereda en relevant hållbarhetsbedömning identifierades följande viktiga intressentroller och relationer:

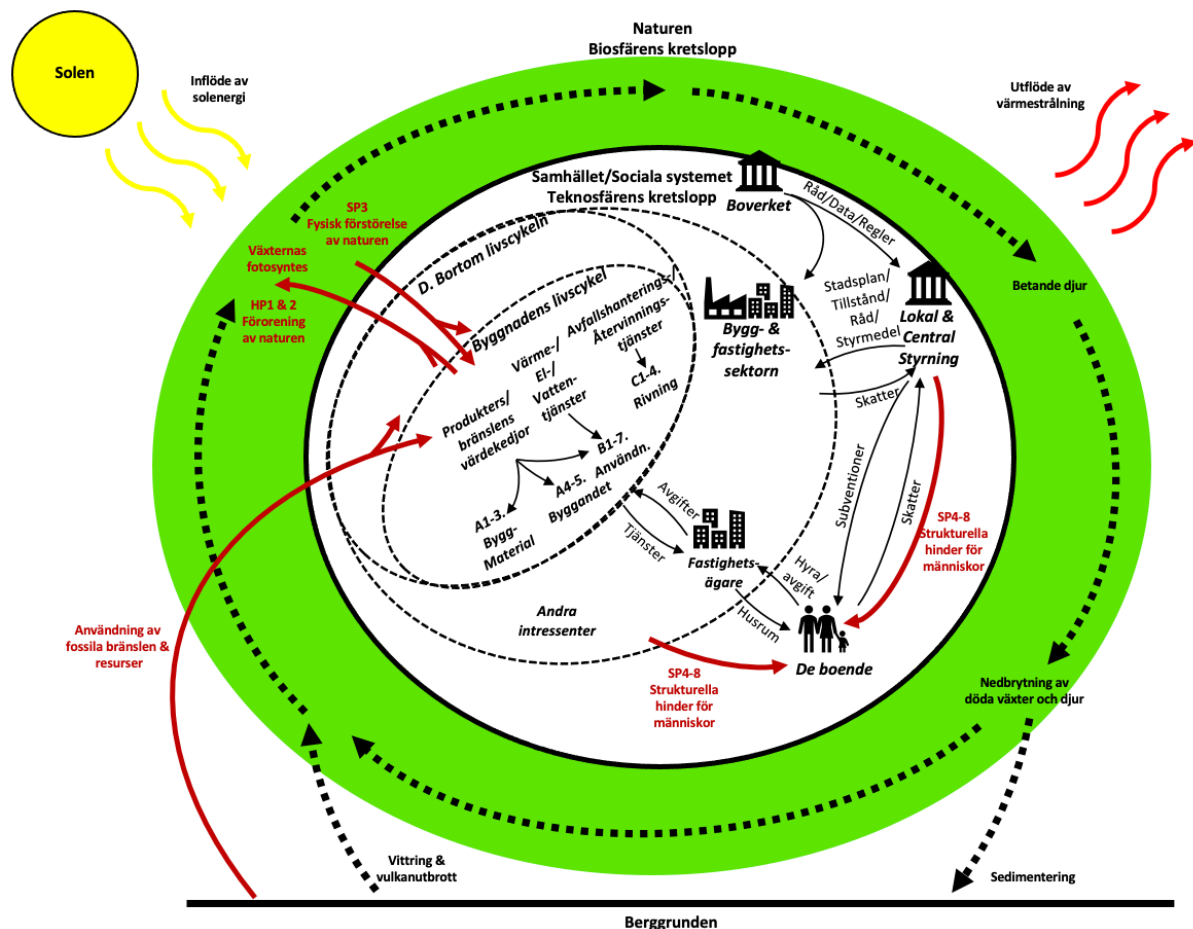
- **De boende** i byggnaderna som använder bostadstjänsterna och betalar hyror eller avgifter till fastighetsägarna.
- **Fastighetsägare** (ibland också byggherrar) som äger, styr och hanterar byggnader genom användningsfasen.
- **Byggherrar** (ibland också fastighetsägare) som planerar och leder byggandet av byggnader.
- **Byggföretag** som levererar tjänster som konstruktion, renovering och rivning under hela byggnadens livscykel.
- **Byggmaterialföretag** som levererar till byggföretagens råvaruförsörjningskedjor.
- **Tjänsteföretag** inom vatten, energi, avfallshantering och IKT.
- **Andra företag och nätverk** (t.ex. Belok³⁸ och Bebo³⁹) som stöder byggnadens livscykel.
- **Kommuner** som har monopol på fysisk planering i Sverige, utfärdar tillstånd, ger råd och administrerar några lokala avgifter och subventioner.
- **Universitet och andra expertorganisationer** som bygger djup kunskap och hjälper Boverket och bygg- och fastighetssektorn genom forskningsprojekt och utredningar och kommunerna genom utbildning av fysiska planerare.
- **Boverket** som bygger kompetens, gör utredningar och ger råd till stat, regioner och kommuner och övriga intressenter.
- **Andra nationella myndigheter** (t.ex. svenska upphandlingsverket) som stöder byggnadens livscykel.
- **Regering och Riksdag** som skapar regler och lagstiftning för att styra alla samhällssektorer.

En strategisk hållbarhetsanalys av bygg- och fastighetssektorn

Den ovan beskrivna strategiska hållbarhetsmetoden användes för att kartlägga nutida hållbarhetseffekter från bygg- och fastighetssektorn (se steg b i abcd-processen i figur 5. Detta krävde att denna sektor placerades inom de system den är beroende av (det sociala systemet, biosfären och litosfären) och att visa hur viktiga intressentrelationer och byggnadens livscyklifaser (A-D) relaterade till hållbarhetsprinciperna (HP) (figur 12).

³⁸ <http://belok.se> (läst 2021-02-28).

³⁹ <https://www.bebostad.se> (läst 2021-02-28).



Figur 12. Viktiga intressentrelationer inom bygg- och fastighetssektorn samt dess effekter på hållbarhetsprinciperna (HP1-8) inom samhället och biosfären.

Mer konkret identifierades följande viktiga konsekvenser i förhållande till hållbarhetsprinciperna:

- **HP1 & 2. Förorening av naturen.** Byggmateriel-, bygg- och tjänsteföretag är i varierande grad beroende av fossila bränslen och resurser och detta ger upphov till utsläpp av fossilbaserad koldioxid (HP1) och utsläpp av partiklar, kemikalier, metaller, avfall, etc (HP2).
- **HP3. Fysisk förstörelse av naturen.** Byggnaderna som sådana använder mycket utrymme och några av de involverade företagen är beroende av potentiellt förnybara resurser som trämaterial som i vissa fall inte får växa tillbaka tillräckligt snabbt för att undvika utarmning av förnybara resurser och förlust av biologisk mångfald (HP3).
- **HP4-8. Sociala strukturella hinder för människor.** Användning av ohälsosamma material kan utsätta byggnadsarbetare och boende för onödiga hälsorisker (HP4). Byggarbetsplatser med entreprenörer och underleverantörer i många led, även ibland med språkbarriärer mellan dem, kan vara ett potentiellt hot mot arbetsmiljön (HP4) och detta kan också minska arbetarnas förmåga att påverka sin situation (HP5). Arbetare och de boende är sannolikt inte tillräckligt informerade om hur de kan påverka hållbarhetsprestanda i byggprocessen respektive användningen av byggnader (HP6). Den nuvarande trenden med relativt dyra nya lägenheter som blir bostadsrätter snarare än hyresrätter skulle kunna diskriminera fattigare familjer (HP7). Några av de massproducerade bostadsområdena från den enorma nybyggnadsvågen på 1960- och 1970-talet (Miljonprogrammet) ger mindre utrymme för individualitet och har övergivits av

rikare invånare och de som är kvar är fattigare och trivs sämre samt har lägre framtidstro (HP8)⁴⁰.

Fokusering mot byggnaders klimateffekter i nuläget

Huvudfokus för denna studie är att sträva efter klimatpositiva lösningar. Med detta i åtanke och mot bakgrund av hållbarhetsanalysen ovan kommer växthusgasutsläppen i nuläget att studeras mer detaljerat här. Vilka utsläppsnivåer skulle då avslöjas om vi bedömde hela byggnadens livscykel?

En livscykelanalys studerade nyligen direkta effekter från livscykelfaserna A-C för några typiska och framtidsinriktade byggtekniker i Sverige. Studien fann att de viktigaste källorna till växthusgasutsläpp var råvaror (fas A) och energianvändningen från användningsfasen (fas B6) men att det också fanns intressanta variationer inom den övergripande bilden (se figur 13). Till exempel befanns produktfasen (A1-3) avge cirka 40% mindre när konstruktion görs med korslaminerat trä (KL-trä) än när det görs med platsgjuten betong.

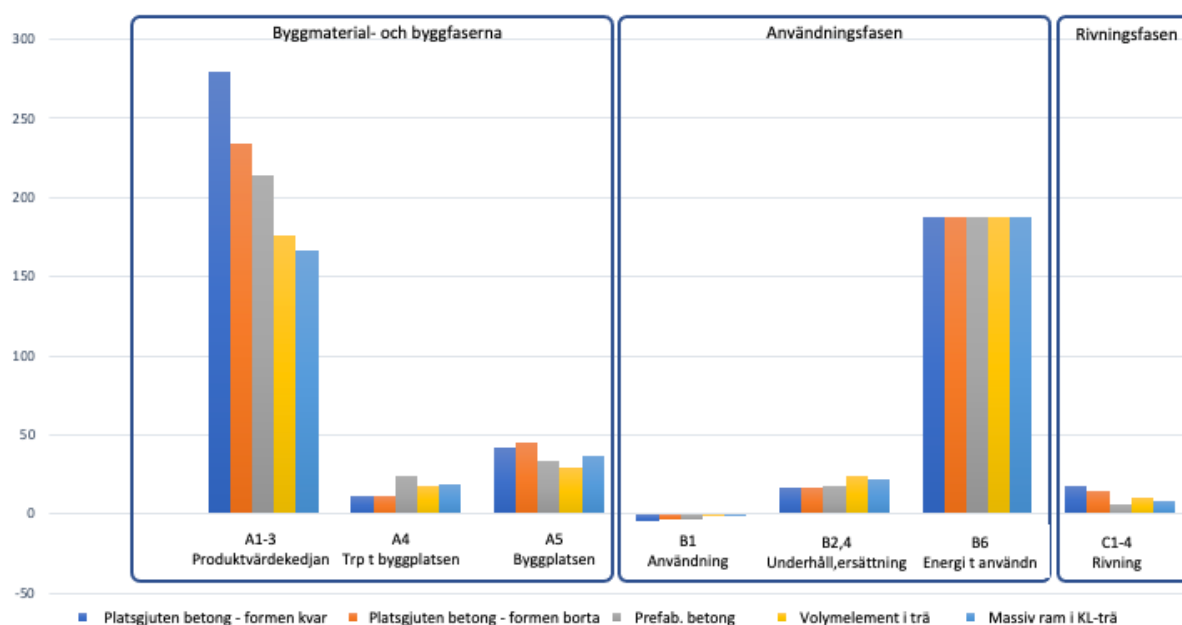


Figure 13. Växthusgasutsläpp från byggnadslivscykeln (fas A-C) för fem olika byggnadsstommar (källa: IVL⁴¹)

Dessa LCA-resultat inkluderar kanske inte alla indirekta effekter i andra sektorer (fas D i livscykeln) men de ansågs vara tillräckligt relevanta för att användas som indata när vi utformade våra strategier för hållbara klimatpositiva byggnader och byggnadssystem som vi kommer att beskriva i nästa avsnitt.

40 Se <https://www.allmannyttan.se/historia/tidslinje/kritiken-mot-miljonprogrammet/> (läst 2021-02-28).

41 Se Erlandsson, M. et al. 2018. Reduced Climate Impact from Apartment Buildings:

<https://www.ivl.se/download/18.72aeb1b0166c003cd0d1d5/1542035270063/C350.pdf> (läst 2021-02-28).

Steg c. Tänkbara framtidslösningar

Detta avsnitt gör en kort strategisk hållbarhetsöversikt över tänkbara framtidslösningar som föreslagits av inflytelserika parallella klimatsatsningar och av andra fallstudier inom vårt eget projekt. I nästa avsnitt (steg d) kommer vi att ta itu med ett antal brister som kom ut ur alla våra granskningar i det här avsnittet.

World Green Building Council, Agenda 2030 och De globala målen

The World Green Building Council är ett globalt nätverk av Green Building Councils som är oberoende, ideella organisationer⁴². De består av företag och organisationer som arbetar inom bygg- och fastighetssektorn. World Green Building Council har gjort en analys av hur bygg- och fastighetssektorn kan ta itu med De globala målen för en hållbar utveckling (SDGs) från Agenda 2030. Följande åtgärder rekommenderas speciellt (figure 14)⁴³:

- Bygg för att förbättra människors hälsa (SDG3)
- Använd förnybar energi (SDG7)
- Bygg grön infrastruktur som stärker ekonomin (SDG8)
- Grön byggnadprocess för att stimulera innovation (SDG9)
- Gör byggnader gröna för att stödja hållbara samhällen (SDG11)
- Använd principer för cirkulär design för att spara resurser (SDG12)
- Minska utsläpp av växthusgaser från byggnader (SDG13)
- Bygg för att förbättra den biologiska mångfalden och för att spara vattenresurser (SDG15)
- Skapa starka globala partnerskap kring att bygga grönt (SDG17)

Från ett strategiskt hållbarhetsperspektiv ser vi dessa åtgärder som relevanta, men att grundorsakerna bakom de problem som de försöker ta itu med skulle kunna göras mer tydliga.



Figur 14. Hur åtgärder för att göra byggnader grönnare kan hantera De globala målen för hållbar utveckling (SDGs).

42 <https://www.worldgbc.org> (läst 2021-02-28).

43 <https://www.worldgbc.org/green-building-sustainable-development-goals> (läst 2021-02-28).

The Swedish Green Building Council och NollCO2

Som ett tillägg till system för grönt byggande såsom BREEAM-SE, Miljöbyggnad och LEED har den svenska grenen av Green Building Council utvecklat ett certifieringsprogram som heter NollCO2 för att uppnå nollkoldioxidbyggnader⁴⁴. Den netto-noll-modell som NollCO2 använder balanserar mellan å ena sidan minskning av inbyggd klimatpåverkan och påverkan från energi- och vattenanvändning och å, andra sidan, klimatkompensation genom att installera ett överskott av förnybar energiförsörjning, förbättra energieffektiviteten i befintliga byggnader samt utföra andra kompensationsåtgärder som trädplantering⁴⁵.

NollCO2 ställer också frågor längs hela byggprojektets utvecklingsprocess:

1. Planering och programfas. Är projektet inom gränserna för klimatpåverkan av byggmaterial (A1-A3 ur byggnadslivscykeln) och transporter och processer (A4-A5), använder de återanvända eller återvunna material, hur påverkas materialvalet för byggnadens ram och skal av omgivande byggnader och klimat, behövs förstärkningar, ångspärrar, isolering, etc?
2. Designfas. Hur påverkar valet av material, tekniska system och energikällor klimatet och kan en tidig dialog med potentiella leverantörer minska klimatpåverkan?
3. Anbudsprocessfas. Vilka krav bör ställas i anbudsdocument på låg klimatpåverkan från byggmaterial, transporter och byggprocesser? Kan tidigt samarbete med entreprenörer minska klimatpåverkan?
4. Byggnadsstadiet. Hur kan minskning av materialspill på byggarbetsplatsen och effektivisering av bygg- och transportprocesser minska klimatpåverkan? Hur registreras installerade byggmaterial, produkter och system effektivt? Kan loggboken eller den 'digitala tvillingen' vara till nytta?

Från ett strategiskt hållbarhetsperspektiv ser vi dessa riktlinjer för byggprocessen som relevanta och hjälpsamma men att de kanske inte i tillräcklig utsträckning placerar byggnaden i ett större perspektiv för fysisk planering som driver en stor del av byggnadsrelaterade hållbarhetseffekter.

Fossilfritt Sverige och dess omställningsfärdplaner för industrisektorer

Den svenska regeringen har initierat Fossilfritt Sverige för att hjälpa industrisektorer att göra egna färdplaner för fossilfrihet. Detta är en del av en större satsning på att göra Sverige till den första fossilfria välfärdsnationen i världen⁴⁶. Hittills (våren 2021) har 22 sektorer levererat sina färdplaner. Vissa av dem är närmare bygg- och fastighetssektorn (t.ex. cement-, betong- och bygg- och anläggningsindustrin) och andra erbjuder viktiga stödtjänster (t.ex. skogsbruks-, el- och uppvärmningssektorn). Några av de relevanta föreslagna åtgärderna är att:

- Utveckla stödverktyg för mätning av klimatpåverkan under livscykeln
- Främja klimatneutral betong
- Välja biodrivmedel
- Utveckla och använda kolavskiljningstekniker för klimatkompensation

Från ett strategiskt hållbarhetsperspektiv ser vi denna färdplanstrategi som lovande, men att färdplanerna inte initialt har samordnats tillräckligt för att säkerställa att kritiska resurser som skogen inte används för mycket vid övergången till ett fossilfritt samhälle.

44 <https://www.sgbc.se/app/uploads/2020/04/NollCO2-Informationfolder-engelska.pdf> (läst 2021-02-28).

45 <https://www.sgbc.se/utveckling/utveckling-av-nollco2/vad-ar-nollco2/> (läst 2021-02-28).

46 <https://fossilfrittisverige.se/en/roadmaps/> (läst 2021-02-28).

Lokal Färdplan Malmö (LFM30)

LFM30 är en stor sydsvensk satsning som regionalt samlar hyresvärdar, byggherrar och hela bygg- och fastighetssektorn kring en påskyndad avveckling av fossila bränslen för att uppfylla kraven i Parisavtalet⁴⁷. LFM30 har utvecklat en strategi med sex huvuddelar:

- Affärsmodeller, incitament och samverkan
- Cirkulär ekonomi och resurseffektivitet
- Design, process och klimatkalkyl
- Klimatneutrala byggmaterial
- Klimatneutral förvaltning, drift och underhåll
- Klimatneutrala byggarbetsplatser och transporter

Från ett strategiskt hållbarhetsperspektiv välkomnar vi att LFM30 fullt ut antar konsumtionsperspektivet och därmed tar på sig en större och mer relevant utmaning än de som begränsar sina ansträngningar till utsläpp inom svenska nationella gränser (se ovan).

Project Drawdown

Project Drawdown⁴⁸ startades av en grupp forskare och experter för att lista de mest lovande lösningarna för att uppnå en global konsekvent minskning av växthusgashalten i atmosfären - en 'Drawdown'. Observera att detta inte bara kräver utsläppsminskningar utan också negativa utsläpp. För byggnadssektorn betonar Project Drawdown tre viktiga förbättringsområden⁴⁹:

- Förbättra effektiviteten - Detta gäller både ombyggnad av byggnader och nybyggnation. Många lösningar adresserar byggnadens 'hölje' och isolering - medel för att hålla uppvärmd luft inne och icke uppvärmd luft ute - medan andra använder teknik för att optimera energianvändningen.
- Byt energikällor - Rena alternativ kan ersätta mer förorenande fossila energikällor som vanligtvis används för att värma upp byggnader, värma vatten eller laga mat.
- Adressera köldmedier - De gaser som används som köldmedier idag är potenta växthusgaser och vi kan minska utsläppen genom att hantera läckor i byggnader och genom att bortskaffa gaserna på rätt sätt. I slutändan bör vi välja köldmedier som inte är växthusgaser.

Från ett strategiskt hållbarhetsperspektiv uppskattar vi att Project Drawdown använder en systemmodelleringsmetod för att identifiera synergier mellan sektorer och åtgärder. Ändå hade de så sent som år 2020 relativt lågt fokus på andra hållbarhetseffekter som kan motverka eller förvärra klimatförändringarna.

Boverkets nya klimatdeklarationer för byggprocessen

Den svenska regeringen har bett Boverket att utveckla ett redovisningssystem för klimatdeklarationer för byggherrar inom byggnadskonstruktion. Detta inkluderar bland annat att⁵⁰:

- Samarbeta med Naturvårdsverket och Trafikverket för att utveckla en klimatdatabas för byggnadens livscykel.
- Ta fram ett register för klimatdeklarationer av byggnader.
- Utveckla informations- och vägledningsmaterial för att stödja programmet.

47 www.lfm30.se (läst 2021-02-28).

48 <https://drawdown.org/drawdown-framework> (läst 2021-02-28).

49 <https://drawdown.org/sectors/buildings> (läst 2021-02-28).

50 <https://www.boverket.se/sv/byggande/uppdrag/klimatdeklaration/> (läst 2021-02-28).

- Gör en plan för utvecklingen av klimatdeklarationssystem.

Från ett strategiskt hållbarhetsperspektiv ser vi behovet av detta men det är olyckligt att vissa delar av byggnadens livscykel hittills har uteslutits. Större koldioxidnedskärningar än vad som har föreskrivits kommer sannolikt också att behövas för att hålla sig inom koldioxidbudgeten.

IVL och deras livscykelanalys för byggnader

IVL är ett stort svenskt miljöexpertinstitut som genomför många stora studier om olika ämnen av samhällsintresse. Som vi beskrev i föregående avsnitt (figur 12) utförde IVL nyligen en livscykelanalys för att jämföra några olika byggmaterial och byggnadsmetoder ur ett klimatperspektiv⁵¹. Här är några av de resulterande strategiska rekommendationerna för utvecklare och entreprenörer för att förbättra klimatprestandan i byggnadsstadiet:

- Gör en klimaträkning för varje byggprojekt
- Om du måste använda betong, beställ klimatförbättrad betong
- Fokusera på de mest klimativänliga alternativen för dina huvudsakliga materialgrupper
- Välj förnybara bränslen för transporter
- Försök att undvika långa transportsträckor för material och komponenter
- Optimera energianvändningen på byggarbetsplatsen
- Öka klimatkompetensen genom hela konstruktionens värdekedja.

Från ett strategiskt hållbarhetsperspektiv ser vi en risk att missa delar av en större hållbarhetsbild om vi använder IVLs -livscykelanalys isolerat. Detta bedöms vara hanterat i och med att vi först skapade ett större sammanhang med steg a och b i vår strategiska hållbarhetsplaneringsprocess.

Andra fallstudier inom projektet Energisamverkan Blekinge

Hittills har fyra andra fallstudier planerats eller startats inom projektet:

- Digitaliseringsstrategier (leds av Netport). Denna studie har initialiserats och har identifierat en stor potential för energieffektivisering, men inga konkreta tester har ännu slutförts.
- Energilagring (leds av Karlshamn och Karlskrona). Detta arbete har täckt både batterier och vätagaslagring och ett batterilagringstest planeras för en skola i Hasslö.
- Vattenhantering för energibesparingar (leds av Ronneby/Energikontor Sydost). Denna studie är planerad att starta i slutet av 2021.
- En praktisk manual för en hållbar byggprocess (leds av Ronneby och Karlshamn). Denna översätter alla projektresultat till en praktisk nivå och fokuserar på *byggnadsplats, hållbar arkitektur och design, hälsosamma och hållbara materialval, en bra inomhusmiljö, resursanvändning, säkra platser och faciliteter, berikande utomhusmiljöer samt delaktighet med kulturell livskvalitet*.

Från ett strategiskt hållbarhetsperspektiv har hittills framför allt manualen, men även de andra fallstudierna, pekat ut mer praktiska steg till klimatpositiva och hållbara byggnader och byggnadssystem.

⁵¹ Erlandsson, M. et al. 2018. Reduced Climate Impact from Apartment Buildings: <https://www.ivl.se/download/18.72aeb1b0166c003cd0d1d5/1542035270063/C350.pdf> (läst 2021-02-28).

Steg d. Prioriterade strategier för att nå målen

Som vi har sett hittills, och som förväntat, pekar vår egen studie och flera andra hållbarhetsbedömningar av den byggda miljön (NollCO₂, etc) ut växthusgasutsläpp som ett allvarligt problem och betonar behovet av att spåra dessa längs hela byggnadens livscykel (fas A-D). I detta avsnitt har vi kombinerat resultat från vår egen hållbarhetsbedömning och de klimatsatsningar vi granskade i förra avsnittet för att föreslå våra egna föredragna klimatstrategier.

Den första av dessa strategier börjar från samhällsnivån för att zooma in mot byggnadens livscykel (fas D):

- **Strategi 1. Smartare stadsplanering för klimatneutralitet, cirkulär ekonomi och hållbarhet.** Även om denna studie huvudsakligen har fokuserat på byggnader är det viktigt att ta upp hur mycket smartare stadsplanering kan minska avfall, sluta kretslopp och generellt höja klimatprestanda för det större systemet som byggnader ingår i. Detta inkluderar att underlätta för en ökad andel av befolkningen att kunna leva inom gång- eller cykelavstånd från jobbet, livsmedelsbutiker och samhällstjänster. Att förtäta och uppgradera underutnyttjade delar av städer med nya bostadsområden är sätt att uppnå detta. Smartare stadsplanering innebär också att man förbinder småskaliga bostadsområden och småstäder med större städer genom hållbara transportlösningar.

Strategierna 2-4 fokuseras inom själva byggnadens livscykel (faserna A, B och C):

- **Strategi 2 Klimatneutrala byggmaterial och transportbränslen.** IVLs ovan nämnda livscykelanalys för byggnader identifierar tydligt byggmaterial som en viktig källa till växthusgasutsläpp⁵². Detta gör det angeläget att snabbt övergå till klimatneutralt (eller klimatpositivt) byggmaterial i nya byggnader och renoveringsprojekt. Andra åtgärder förutom materialval som kan påskynda omställningen är exempelvis ökad återanvändning och återvinning. Transportbränslen är också material som köps av aktörerna från byggnadens livscykel och täcks därför också av denna strategi.
- **Strategi 3. Effektiva bygg- och användningsfaser.** Även om ovan nämnda livscykelanalys visar att majoriteten av en enskild byggnads livscykelpåverkan kommer från byggnadsmaterial och bränslevärdekedjor (strategi 2) så kommer energianvändningen under användningsfasen inte långt efter och därefter kommer byggfasen som också har en kännbar påverkan. Dessutom, med tanke på att byggnaderna som förnyas och läggs till varje år bara uppgår till några procent av det totala byggnadsbeståndet, domineras den totala klimatpåverkan från bygg- och fastighetssektorn av energiförsörjningen till de redan existerande byggnaderna i användningsfasen. Att öka konstruktions- och användningsfasernas effektivitet minskar därmed både utsläppen direkt och sparar pengar som kan användas för att ersätta utsläppsintensiva energikällor och aktiviteter.
- **Strategi 4. Förnybar värme/elförsörjning för användningsfasen.** IVLs livscykelanalys identifierar energianvändningen i användningsfasen som den näst viktigaste källan för växthusgasutsläpp under en enskild byggnads livscykel. Men, sett för hela bostadsbeståndet, orsakar energiförbrukningen i användningsfasen upp till två tredjedelar av de totala utsläppen, eftersom de allra flesta byggnader redan är byggda. Förbättrad effektivitet i bygg- och användningsfaserna (strategi 3) kommer att förbättra situationen, men för att helt bli av med utsläppen från användningsfasen måste man också byta till förnybara bränslen och el.

52 Erlandsson, M. et al. 2018. Reduced Climate Impact from Apartment Buildings: <https://www.ivl.se/download/18.72aeb1b0166c003cd0d1d5/1542035270063/C350.pdf> (läst 2021-02-28).

De två sista strategierna går bortom byggnadens livscykel ut mot samhällsnivån igen (fas D):

- **Strategi 5. Klimatkompensation.** Det finns uppenbarligen många saker som kan göras för att snabbt minska utsläppen från bygg- och fastighetssektorn men flera förbättringar (som utsläppsminskningar från värdekedjorna för byggprodukter) kontrolleras i mindre utsträckning av sektorn själv och kan också ta mer tid att genomföras i bred skala. Det är sant att betong kommer att absorbera en del koldioxid under byggnadens livslängd genom karbonatisering, men det är troligt att bygg- och fastighetssektorn periodvis också kan behöva lägga till ytterligare kompensation för vissa av sina utsläpp för att hålla sig inom sina krympande klimatbudgetar.
- **Strategi 6. Hållbarhetskunskap och -attityder.** Genom de tidigare strategibeskrivningarna tror vi att vi har tydligt argumenterat för att det finns flera effektfulla och hanterbara teknikinriktade mål och lösningar. Ändå verkar det finnas ett övergripande behov av att sprida kunskap och förskjuta attityder inom bygg- och fastighetssektorn för att den ska kunna hantera den akuta klimatförändringskrisen och ta till sig hur den kan bidra till både problemen och de potentiella lösningarna.

I de kommande avsnitten gör vi mer detaljerade beskrivningar och hållbarhetsutvärderingar av var och en av de sex strategierna och deras troliga stödåtgärder. För varje strategi analyserar vi marknadsberedskap, prestanda i förhållande till social, ekologisk och ekonomisk hållbarhet, samt hur strategierna kan påverka det bredare systemet.

Strategi 1. Smartare stadsplanering för klimatneutralitet, cirkulär ekonomi och hållbarhet

Beskrivning av strategin

Även om denna studie huvudsakligen har fokuserat på byggnader är det viktigt att ta upp hur mycket fysisk planering och stadsplanering påverkar byggnadernas klimatprestanda inom det större systemet. Här är några viktiga åtgärder för att påskynda omställningen:

- Planera för en blandad och tät byggd miljö med cirkulära resursflöden som kräver mindre dagliga transporter och energi att leva i och underhålla och som är kopplad till en större arbetsmarknadsregion genom resurseffektiva och hållbara kollektivtrafikalternativ.
- Placera enskilda byggnader i linje med geografi och mikroklimat för att maximera solinfångning (för värme), naturligt ljus, skydd mot vind och naturlig ventilation.
- Plantera vegetationen för att ge skugga på sommaren för att minska effekten från 'urbana värmeöar'.
- Komplettera centrala energi-, vatten- och avfallstjänster med nya lösningar på grannskaps-/byggnadsnivå (t.ex. mikronät med gemensamma batterier, vatteneffektiv stadsplanering för att minska beroende av vatten för bevattning samt lokala pneumatiska avfallsdammsugarsystem för att samla in och sortera hushållsavfall).

Nyckelintressenters stöttande åtgärder

- De centrala, regionala och lokala myndigheterna bör stärka incitamenten för återanvänt och återvunnet material och bygga ny infrastruktur för förnyelsebar energi, vatten och avfallshantering.
- Stadsplanerare bör fokusera på en funktionell mix och en tät byggd miljö samt stödja förnybar energi och klimatkompensation (solcellsparker, batteriparker, biokolsanläggningar, Bio Energy Carbon Capture and Storage (BECCS), skogsplantering, etc).
- Designriktlinjer kan utvecklas av antingen kommuner eller industri för att bidra till att blandad användning av staden och högre täthet blir attraktivt och därför önskvärt för marknaden.

Marknadsmognad

Det finns betydande stöd för hur man utformar hållbara stadsmiljöer, men bästa praxis kräver stöd från stadsplanering och industri. Starka regleringar kan bidra till att förändra dålig branschpraxis, liksom exceptionellt branschledarskap kan katalysera politiska förändringar. För att lyckas i slutändan måste den byggda miljön tilltala marknaden och ju mer attraktiv den är desto mer framgångsrik blir den.

Analys mot hållbarhetsprinciper (HP) och kostnader

Det finns många fördelar med hållbar stadsplanering. Till exempel mer levande stadsområden med högre täthet och blandad användning tenderar att ha betydligt bättre ekonomiska och sociala resultat genom att undvika problem som fetma och social isolering (SP4) som annars följer av ohämmat utbredande förorter. Att gå från stadsutveckling med låg till hög densitet skulle också öka den totala resurseffektiviteten på grund av kortare reseavstånd och lägre bränsleförbrukning (SP1 & 2). Markanvändning skulle också bli effektivare och minska förstörelsen av ekologiska områden eller jordbruksområden (SP3). Mindre råvaror skulle också behövas för att bygga vägar, rör och ledningar för att tjäna en mer koncentrerad befolkning (SP1-3).

Strategi 1 och dess vidare systemeffekter

Bortom byggnadens livscykel (D)

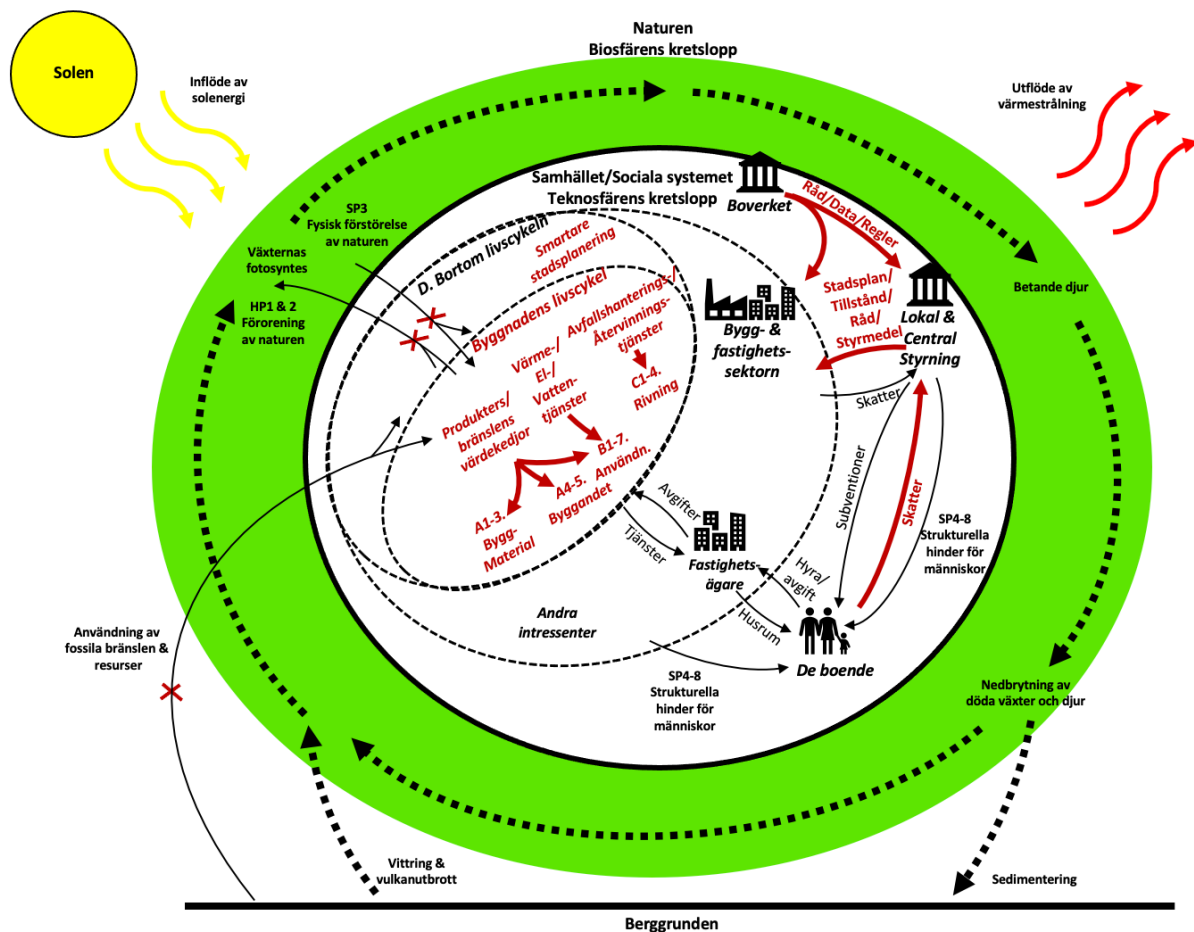
1. Smartare stadsplanering för klimatneutralitet, cirkulär ekonomi och hållbarhet

Byggnadens livscykel (A, B, C)

2. Klimatneutrala och cirkulära byggmaterial och transportbränslen
3. Effektiva bygg- och användningsfaser
4. Förnybar värme/el för användningsfasen

Bortom byggnadens livscykel (D)

5. Klimatkompensation
6. Hållbarhetskunskap och -attityder



Figur 15. Effekter på systemet från strategi 1. Smartare stadsplanering kommer från striktare statliga råd, regler och ekonomiska incitament. Detta leder till mindre utsläpp från produkterna och bränslenas värdekedjor, från energi-, vatten- och avfallshanteringstjänster. Detta ger, i nästa led, mindre användning av fossila resurser, mindre föroreningar och mindre fysisk förstörelse av naturen. Samtidigt kan de boende få en ökad skattebörda när de nya styrmedlen och satsningarna ska betalas.

Strategi 2: Klimatneutrala och cirkulära byggmaterial och transportbränslen

Beskrivning av strategin

Byggmaterialen är viktiga källor till växthusgasutsläpp under byggnadens livscykel. När man väljer material är det viktigt att göra det ur ett livscykelperspektiv (t.ex. kan ett koldioxidsnålt material som produceras på andra sidan jorden ha orsakat höga kumulerade koldioxidutsläpp när det transporteras till byggplatsen). Här är några inledande riktlinjer:

- Återanvänd eller återvinn material innan du köper nytt.
- Prioritera träbaserade byggnadsramar när det är möjligt (t.ex. baserat på korslaminerat trä från trädplantager).
- Gå över till klimatneutrala betongramar när betong är nödvändigt. Detta kan göras genom 'grön' betong (innehållande flygaska, återaktiverad cement eller ny alternativ cement).
- Prioritera närliggande leverantörer för att förkorta transportsträckor.
- Välj förnybara bränslen (initialt HVO eller RME men så småningom snarare biogas, el eller vätgas) för transport längs byggnadens livscykel.

Nyckelintressenters stöttande åtgärder

- Regeringen kan utfärda riktlinjer, regler och ekonomiska incitament för byggbranschen som främjar klimatneutrala byggmaterial. Detta kan finansieras med en ny skatt på mindre klimatneutrala alternativ.
- Byggmaterialindustrin kan göra information om hållbarhetsprestanda för alla material tillgängliga vid inköpsstället.
- Boverket utvecklar ett nytt klimatdeklarationsschema för byggprojekt som kommer att innehålla en klimatdatabas för material.
- Utvecklare och entreprenörer stötas av ovanstående system och riktlinjer men kommer också behöva ta initiativ för att köpa klimatneutrala/-positiva byggmaterial när det är möjligt.

Marknadsmognad

- Det finns redan några nya grönare byggprodukter på marknaden men vissa verkligt banbrytande produkter som grön betong är hittills bara delvis redo för marknaden.
- LFM30 har utvecklat ett mer komplett och systematiskt regionalt klimatarbete för stora bygg- och fastighetsföretag men det kan krävas mer anpassning för att passa de många småföretag som dominerar bygg- och fastighetssektorn.
- Sverige var tidigt i omställningen till förnybara bränslen men HVO fick uppskalningsproblem redan under 2019 och priserna har börjat öka. RME har vunnit marknadsandelar men inget av dessa två bränslen kan ersätta all fossil diesel. Biogas kan bli ett alternativ men prisvärdheten varierar och övergång till det bränslet skulle troligtvis kräva mer investeringar i maskiner och infrastruktur.

Analys mot hållbarhetsprinciper (HP) och kostnader

Klimatneutrala (eller klimatpositiva) byggmaterial och bränslen skulle minska användningen av fossila resurser och därför också indirekt utsläppen av växthusgaser och andra avgaser (HP1 & 2). En avveckling av gruvdrivna råvaror som kalksten kan undvika yttrelaterad påverkan (HP3) men trämaterial och bränslen som HVO och RME är bara potentiellt förnybara. Om dessa bränslen uppskalas tillfälligt kan det ta årtionden innan återväxten kommer ikapp och under tiden kommer

hela systemet att bygga upp en växthusgasskuld. Högre användning av förnybara material och bränslen (t.ex. HVO och RME) kan också förvärra den fysiska förstörelsen av naturen (HP3) på grund av ett stort fysiskt 'fotavtryck' från jordbruk. Detta kan motverkas genom biogas som kommer från avfall snarare än grödor. Under de kommande åren kommer el som kommer från vind-, sol- och andra flödesresurser sannolikt att vara ett alternativ. I vissa fall kan elen ändå förvandlas till vätgas för att bättre passa som bränsle för befintliga tunga maskiner. Sociala överväganden är också nödvändiga och inkluderar potentiella hälsorisker i samband med produktion och användning av material (HP4).

Strategi 2 och dess vidare systemeffekter

Bortom byggnadens livscykel (D)

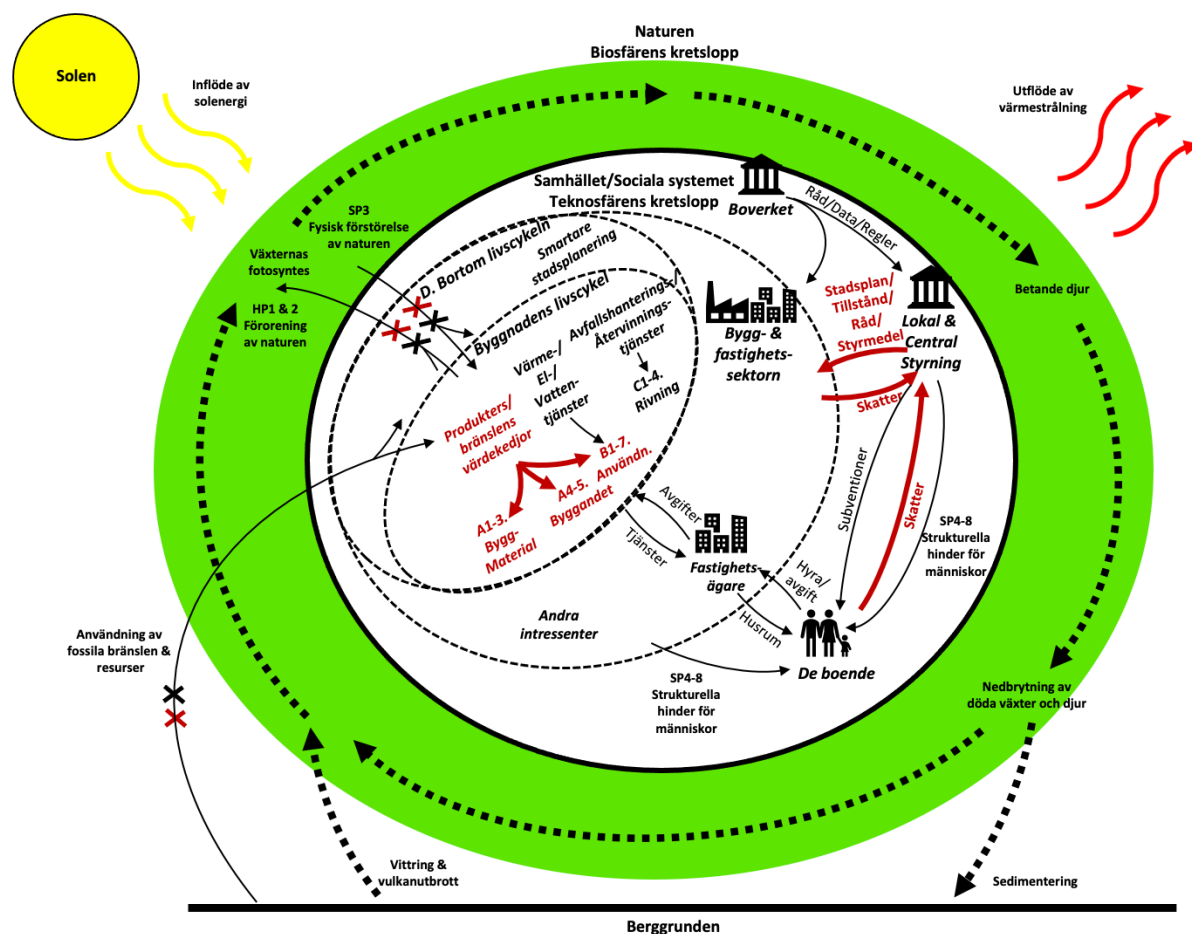
1. Smartare stadsplanering för klimatneutralitet, cirkulär ekonomi och hållbarhet

Byggnadens livscykel (A, B, C)

2. **Klimatneutrala och cirkulära byggmaterial och transportbränslen**
3. Effektiva bygg- och användningsfaser
4. Förnybar värme/el för användningsfasen

Bortom byggnadens livscykel (D)

5. Klimatkompensation
6. Hållbarhetskunskap och -attityder



Figur 16. Effekter på systemet från strategi 2. Stadsplanering och ekonomiska incitament kan användas för att främja klimatneutrala byggprodukter och transportbränslen. Detta skulle minska användningen av fossila resurser och minska föroreningarna samt den fysiska nedbrytningen av naturen. Samtidigt kan satsningen på de nya incitamenten leda till en ökad skattebörda för invånarna.

Strategi 3: Effektiva bygg- och användningsfaser

Beskrivning av strategin

Energianvändningen i användningsfasen är den näst största källan till växthusgasutsläpp under byggnadens livscykel och byggfasen kommer på tredje plats. Utsläpp och avfall som genereras i byggfasen kan minskas avsevärt genom prefabricering och bättre byggprocesslogistik. Prefabricering är mer tidseffektiv, vilket gör den idealisk för ombyggnad av befintliga byggnader eller stadsdelar eftersom mindre tid på plats minskar störningar (t.ex. från trafik, buller, platsavfall etc.). Några lovande effektivitetsåtgärder för att minska utsläppen i användningsfasen inkluderar:

- Förstärkt isolering i byggnadshöljen, fönster och dörrar.
- Maximerat dagsljus (snarare än artificiellt ljus) för inre utrymmen. Större (isolerade) fönster, litet byggnadsdjup och större takhöjd maximerar naturligt ljus.
- Passiv solförstärkning med termisk massa för att fånga upp värme från solen. Värme kan fångas upp i väggar, golv, solpaneler eller annat värmeledande material.
- Passiv och mekanisk ventilation för att reglera inre temperaturer och luftkvalitet
- Smarta byggenergisystem med återvinning av värme från ventilationsluft och använt vatten.
- Effektiva apparater, vitvaror, etc.

Nyckelintressenters stöttande åtgärder

- Centrala, regionala och lokala myndigheter bör ge vägledning och tydliga incitament för energieffektiv upphandling och byggnadverksamhet.
- Energieffektiva nätverk för bygg- och fastighetssektorn som Belok och Bebo bör bidra till att främja energieffektiv, cirkulär och hållbar design.
- Byggsektorn bör prioritera effektiva apparater, installationer och gröna tak, effektivisera försörjningskedjor samt utveckla mer resurs- och tidseffektiva prefabricerade bygglösningar.

Marknadsmognad

Energieffektiviseringssektorn är till sin natur komplex och ännu inte helt mogen. Det finns utrymme för aktörer som kan paketera de många löst kopplade energieffektivitetsförbättrande aktiviteterna till tilltalande och lättillämpade tjänster.

Analys mot hållbarhetsprinciper (HP) och kostnader

Ökad effektivitet i bygg- och användningsfaserna skulle minska användningen av fossila bränslen och resurser och därför också indirekt utsläppen av växthusgaser och andra gaser (HP1 & 2). Användningen av förnybara material och bränslen (t.ex. HVO och RME) kan då också minskas och därmed också deras ekologiska fotavtryck som annars skulle ha hotat biologisk mångfald och orsakat fysisk förstörelse av naturen (HP3). Högre effektivitet förbättrar också den ekonomiska lönsamheten i bygg- och fastighetssektorn och öppnar upp för lägre hyror som i sin tur skulle minska de sociala effekterna (HP4-8).

Strategi 3 och dess vidare systemeffekter

Bortom byggnadens livscykel (D)

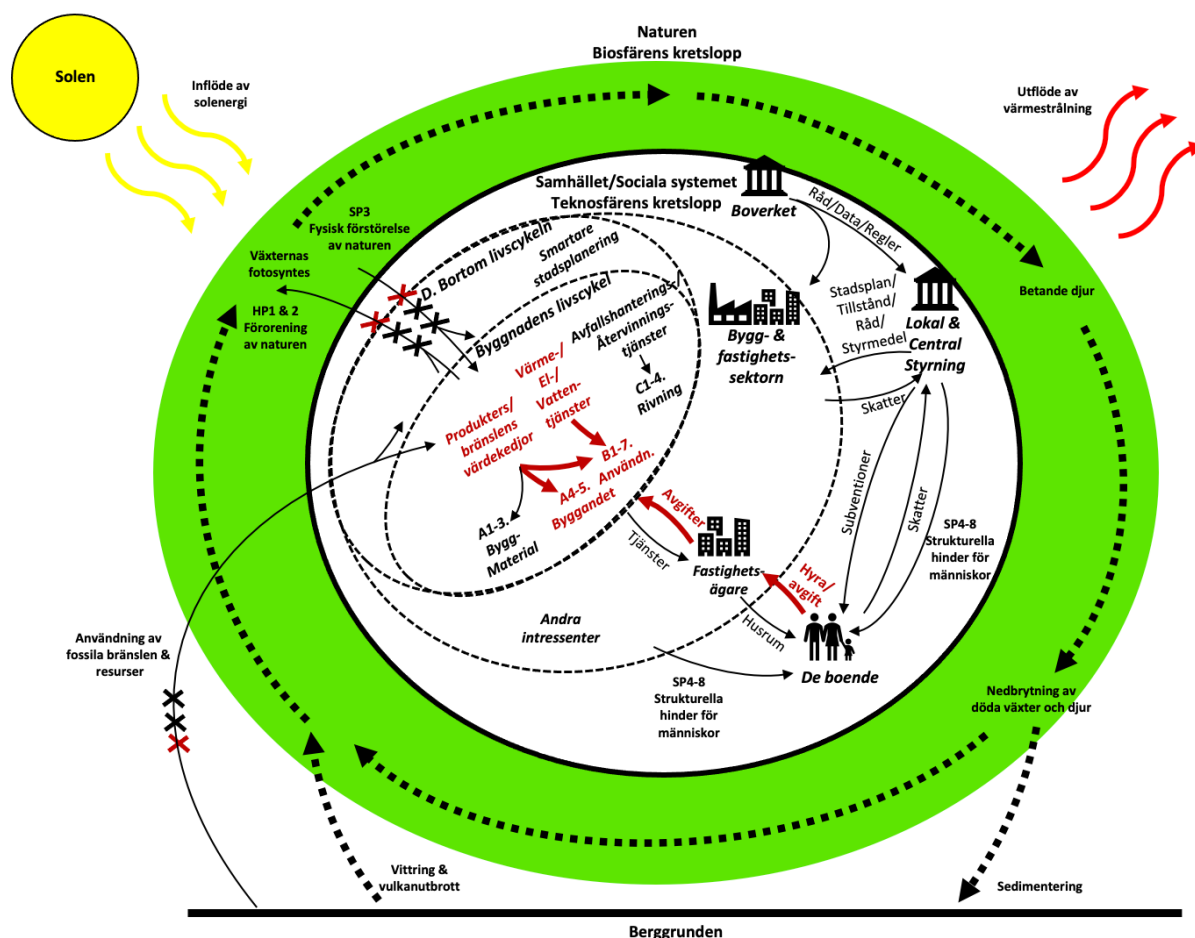
1. Smartare stadsplanering för klimatneutralitet, cirkulär ekonomi och hållbarhet

Byggnadens livscykel (A, B, C)

2. Klimatneutrala och cirkulära byggmaterial och transportbränslen
3. **Effektiva bygg- och användningsfaser**
4. Förnybar värme/el för användningsfasen

Bortom byggnadens livscykel (D)

5. Klimatkompensation
6. Hållbarhetskunskap och -attityder



Figur 17. Effekter på systemet från strategi 3. Mer effektiva bygg- och användningsfaser leder till mindre användning av fossila resurser, mindre föroreningsmängd samt mindre fysisk förstörelse av naturen. Detta ger utrymme för högre vinster för fastighetsägarna och eller lägre avgifter för de boende.

Strategi 4: Förnybar värme/el för användningsfasen

Beskrivning av strategin

Användningsfasens energianvändning är den näst viktigaste källan till växthusgasutsläpp under en enskild byggnads livscykel. För att bli helt av med dessa utsläpp blir det nödvändigt att byta till förnybara bränslen och el. Detta är också en relativt distinkt, praktisk och prisvärd strategi eftersom de involverade aktörerna kan ta itu med den genom att ändra sin upphandlingspolicy.

Nyckelintressenters stöttande åtgärder

- Centrala, regionala och lokala myndigheter bör stärka incitamenten både för att bygga ny kapacitet för förnybar energi på bekostnad av befintliga fossila system och för nya lösningar för energilagring över dagar eller säsonger.
- Energisektorn bör ta till sig marknadsmöjligheterna i en snabbare uppbyggnad av förnybar energiförsörjning.
- Bygg- och fastighetssektorn bör ställa om till att installera förnybar el och värmeenheter i byggnaderna och, när det inte räcker, till att köpa förnybar energi från externa leverantörer för hela sin verksamhet.
- Fastighetsägare bör installera solceller, värmepumpar, reservbatterier och säsongslagringslösningar (t.ex. vätgassystem) som minskar behovet av att använda externa energikällor.

Marknadsmognad

Det finns flera alternativa förnybara värme- och elkällor tillgängliga på marknaden. Energilagringssystemen har också minskat i kostnad men kan förbättras mer under de kommande åren. Även om de nya smarta husen kan bli energiproducenter (och i vissa fall kan bli energioberoende) kan det finnas en stor roll för centrala energiföretag och deras energinätverk i framtiden. Men de kommer att behöva anpassa sig till att deras kunder kommer att ha attraktiva alternativ.

Analys mot hållbarhetsprinciper (HP) och kostnader

En övergång till förnybar värme och el för användningsfasen skulle direkt minska användningen av fossila bränslen och resurser och därför också indirekt utsläppen av växthusgaser och andra gaser (HP1 & 2). Men biomassabaserad energi är bara potentiellt förnybar. Med en plötslig uppskalning kan återväxten för vissa bränslen ta decennier innan den kommer ikapp och under tiden kommer hela systemet att bygga upp en 'skuld' för växthusgaser. Högre användning av biomassa kan också hota biologisk mångfald och förvärra den fysiska förstörelsen av naturen (HP3) på grund av ett stort fysiskt 'fotavtryck' för jordbruk/skogsbruk. Dessa brister kan motverkas genom att fokusera fjärrvärmeförsörjningen mot spillvärme från industrier snarare än från jordbruk och skogsbruk.

Strategi 4 och dess vidare systemeffekter

Bortom byggnadens livscykel (D)

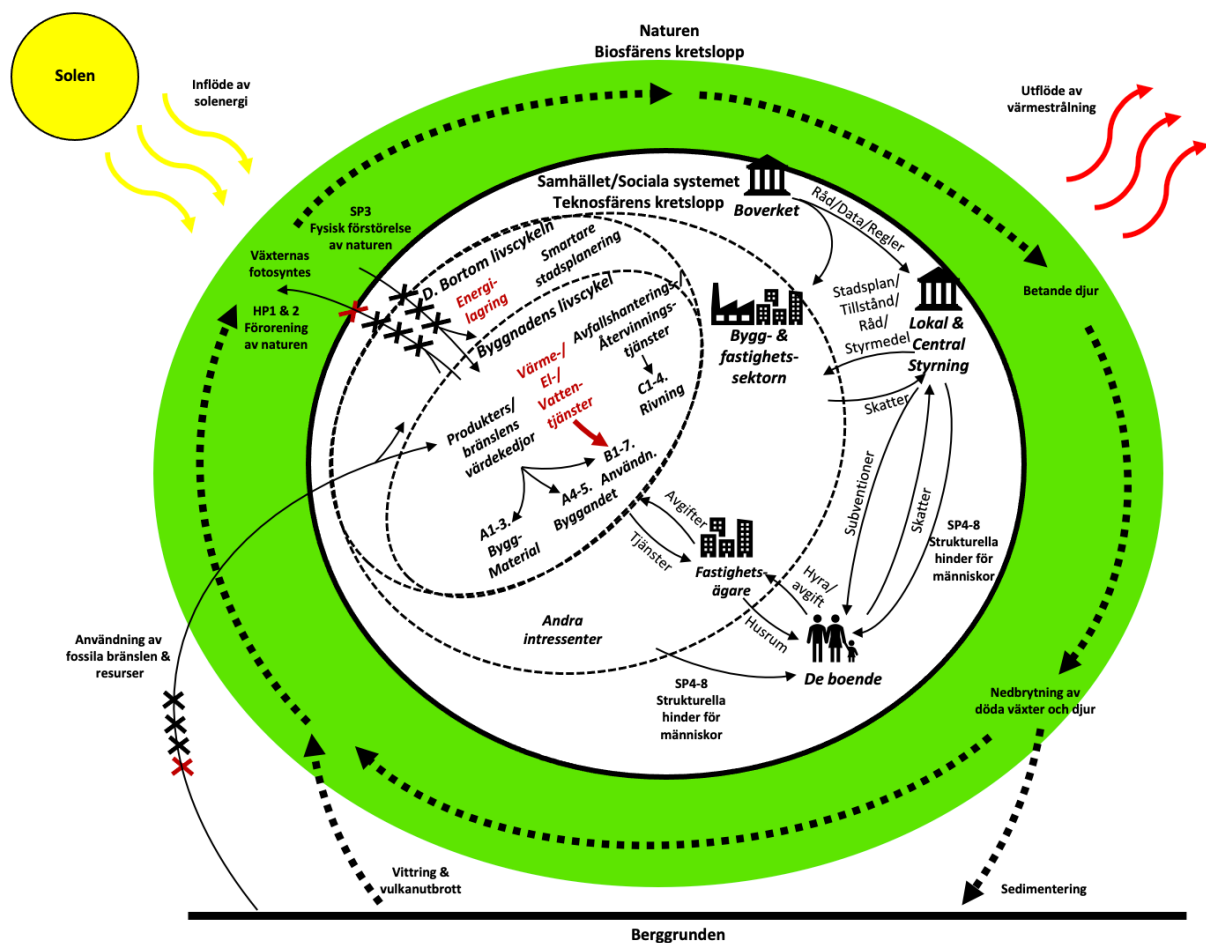
1. Smartare stadsplanering för klimatneutralitet, cirkulär ekonomi och hållbarhet

Byggnadens livscykel (A, B, C)

2. Klimatneutrala och cirkulära byggmaterial och transportbränslen
3. Effektiva bygg- och användningsfaser
4. **Förnybar värme/el för användningsfasen**

Bortom byggnadens livscykel (D)

5. Klimatkompensation
6. Hållbarhetskunskap och -attityder



Figur 18. Effekter på systemet från strategi 4. Förnybar värme och el för användningsfasen leder direkt till en mindre användning av fossila resurser, mindre föroreningar och mindre fysisk förstörelse av naturen. Ny energilagring kan också behövas för att stödja detta - både inom byggnader och i stödsystemet i den omgivande stadsdelen och staden.

Strategi 5: Klimatkompensation

Beskrivning av strategin

Bygg- och fastighetssektorn kan till en början behöva komplettera utsläppsminskningar med kompensation för en del av sina utsläpp för att hålla sig inom sin krympande budget för växthusgasutsläpp. För nya byggnader kan detta troligen delvis hanteras genom att använda mer trämaterial och gå mot de nya grönare betongprodukterna som kommer (se strategi 2). Utöver detta kan det troligen bli nödvändigt att köpa några externa klimatkompensationstjänster. Detta kan inkludera biokol, BECCS, skogsplantering, förändrad markförvaltning, etc.

Nyckelintressenters stöttande åtgärder

- Centrala, regionala och lokala myndigheter bör stödja forskning om klimatkompensation, experiment samt investera i skarpa projekt.
- Byggbranschen bör testa nya typer av grön cement och trämaterial som fångar upp mycket mer växthusgaser än traditionella byggnadsramar.

Marknadsmognad

- Kompensationstjänster med skogsplantering och förändrad markförvaltning säljs av vissa aktörer.
- Biokol kommer också på plats i liten skala.
- BECCS anses fortfarande vara oekonomiskt i den nuvarande politiska miljön men det finns tecken på att detta kan förändras genom framtida incitament.

Analys mot hållbarhetsprinciper (HP) och kostnader

Klimatkompensation påverkar inte användningen av fossila bränslen och resurser utan minskar eller fördröjer de växthusgaser som hamnar i atmosfären (HP1 & 2). Det finns en risk att hoppet om framtida klimatkompensation kan användas som en ursäkt för stora utsläpp för att fördröja utsläppsminskningar ('Moral Hazard'). Detta kan delvis hanteras genom att endast tillåta kompensation efter att en betydande utsläppsminskning har uppnåtts (detta är exempelvis en regel inom LFM30). Risken att inte försöka utveckla storskaliga klimatkompensationslösningar är dock sannolikt större. Med den nuvarande hastigheten sjunker inte utsläppen tillräckligt snabbt och om några år kan vi desperat behöva starka lösningar för att komma ikapp men då kan det vara för sent att börja utveckla dem. Det kan dock finnas sociala biverkningar av detta genom att de subventioner som initialt kan behövas för att främja klimatkompensationslösningarna också kan leda till högre skatter som i sin tur kan göra det svårare för medborgarna att tillgodose sina behov (HP4-8).

Strategi 5 och dess vidare systemeffekter

Bortom byggnadens livscykel (D)

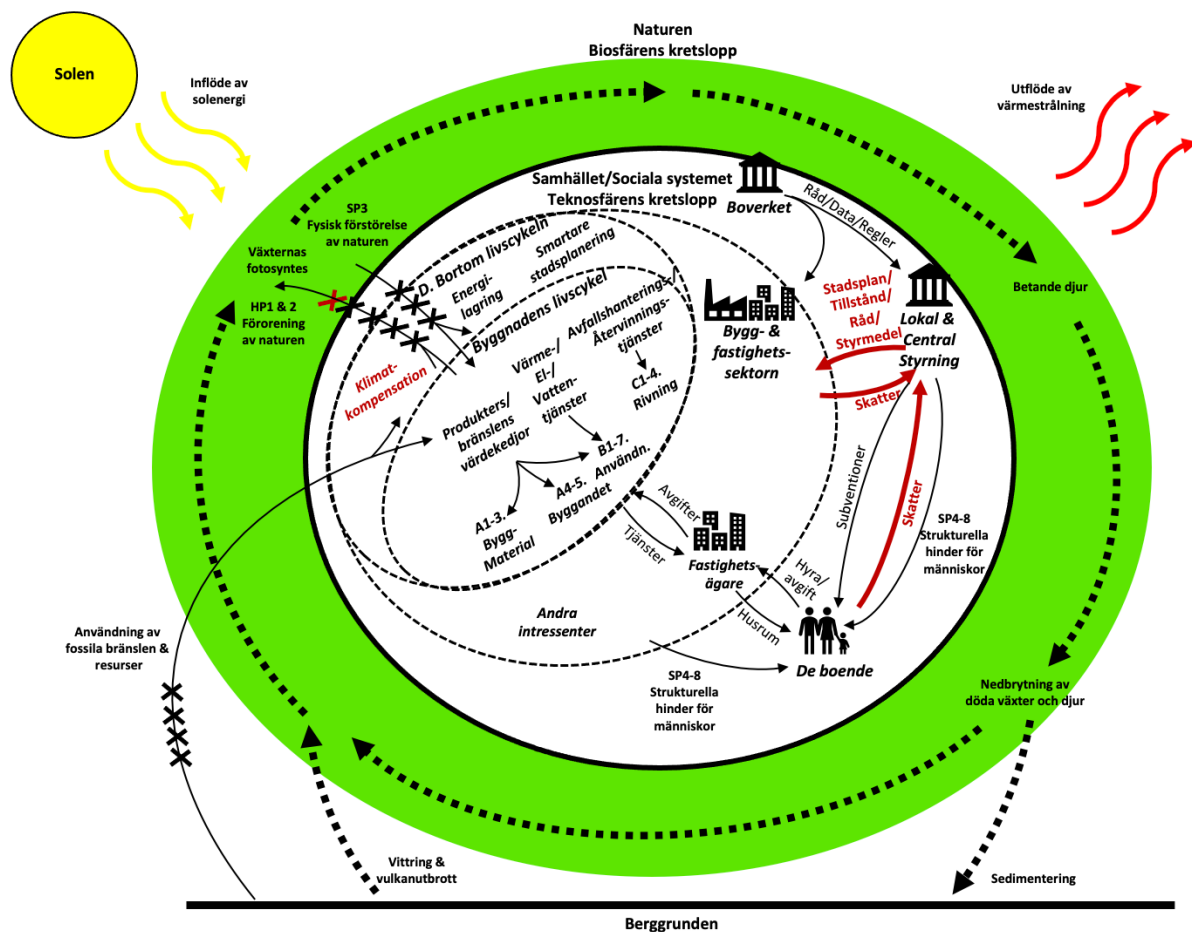
1. Smartare stadsplanering för klimatneutralitet, cirkulär ekonomi och hållbarhet

Byggnadens livscykel (A, B, C)

2. Klimatneutrala och cirkulära byggmaterial och transportbränslen
3. Effektiva bygg- och användningsfaser
4. Förnybar värme/el för användningsfasen

Bortom byggnadens livscykel (D)

5. **Klimatkompensation**
6. Hållbarhetskunskap och -attityder



Figur 19. Effekter på systemet från strategi 5. Striktare statliga råd, regler och ekonomiska incitament för klimatkompensation leder till minskade utsläpp av växthusgaser som når atmosfären. Samtidigt kan dock en ökad skattebörda för andra industrisektorer och invånarna bli nödvändig för att betala för de nya incitamenten.

Strategi 6: Hållbarhetskunskap och -attityder

Beskrivning av strategin

Det verkar finnas ett övergripande behov av att sprida kunskap och påverka attityder inom bygg- och fastighetssektorn för att inse hur akut klimatförändringskrisen är och hur sektorn är en del av både problemen och de potentiella lösningarna. Denna rapport, med den kunskapsbas som den lägger fram, kan ses som ett försök att stödja denna utveckling.

Nyckelintressenters stöttande åtgärder

- Centrala, regionala och lokala myndigheter bör prioritera finansiering för kunskapsuppbyggnad inom akademi och expertorganisationer.
- Akademin och expertorganisationerna (t.ex. Boverket) bör samla den senaste kunskapen om klimatutmaningen och mänskligt beteende och översätta detta till begripliga och tilltalande handlingsråd för bygg- och fastighetssektorn och för allmänheten.
- Bygg- och fastighetsorganisationer, nätverk och regionala initiativ (t.ex. Goda Hus, SBUF, LFM30, etc.) bör engagera sig aktivt i den akademiska världen och i expertorganisationerna för att förbättra kunskaper, attityder och verkliga resultat inom sektorn.

Marknadsmognad

- Bygg- och fastighetssektorn har hittills inte i stor skala hanterat sin del av klimatutmaningen. Ändå finns det lovande bra exempel här och där (t.ex. Goda Hus, LFM30, ÖBO, etc) som kan plockas upp och kopieras.

Analys mot hållbarhetsprinciper (HP) och kostnader

Ökad kunskap om hållbarhet och en förskjutning av attityder till större krismedvetenhet skulle sannolikt vara starka hävstångspunkter för att öka klimatinsatserna inom hela bygg- och fastighetssektorn. Detta skulle då i sin tur minska användningen av fossila bränslen och resurser, växthusgasutsläpp (HP1 & 2) och fysisk förstörelse av naturen (HP3). Energieffektivitet och materialeffektivitet skulle sannolikt öka, vilket skulle ge mer utrymme för lägre hyror och skatter för de boende och detta skulle hjälpa till att avlägsna några hinder för dem att tillgodose sina behov (HP4-8).

Strategi 6 och dess vidare systemeffekter

Bortom byggnadens livscykel (D)

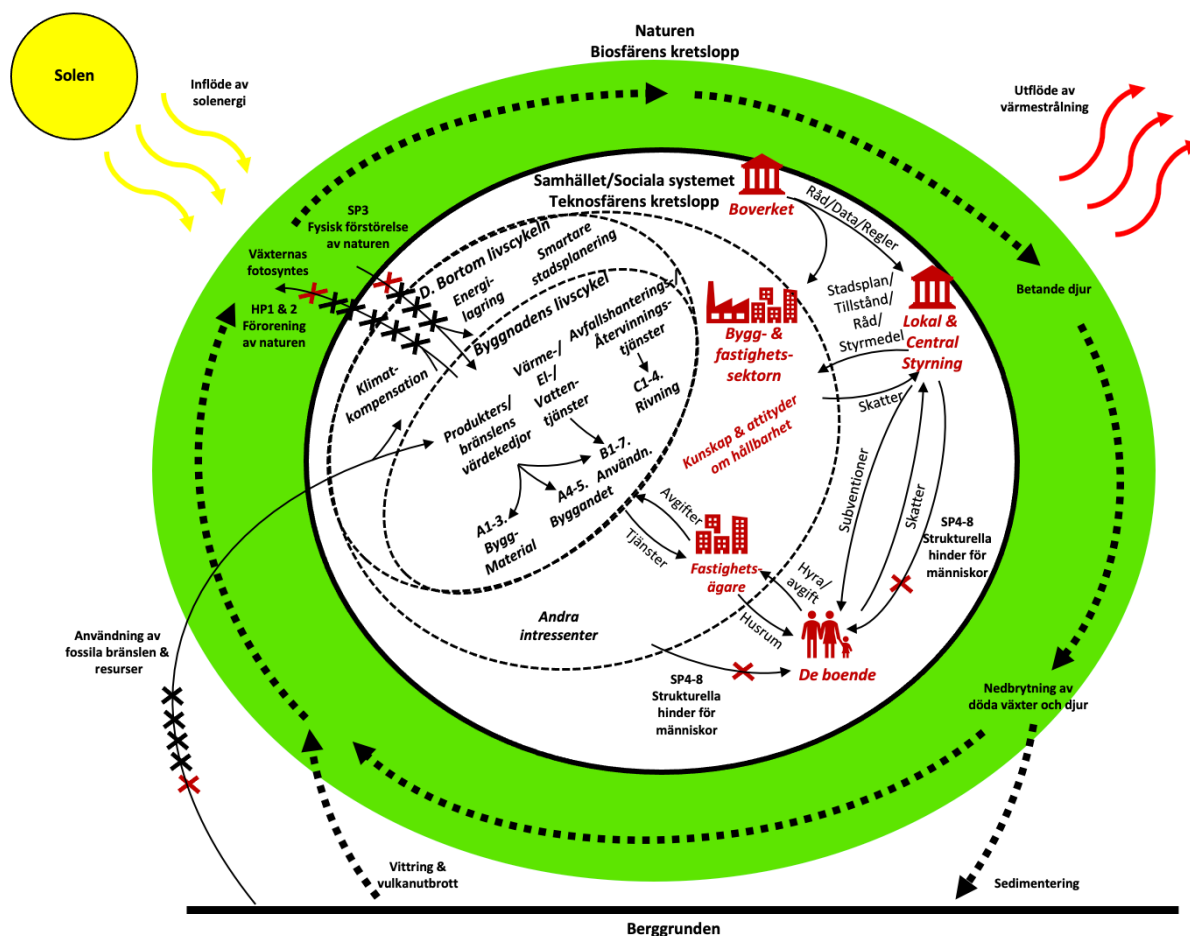
1. Smartare stadsplanering för klimatneutralitet, cirkulär ekonomi och hållbarhet

Byggnadens livscykel (A, B, C)

2. Klimatneutrala och cirkulära byggmaterial och transportbränslen
3. Effektiva bygg- och användningsfaser
4. Förnybar värme/el för användningsfasen

Bortom byggnadens livscykel (D)

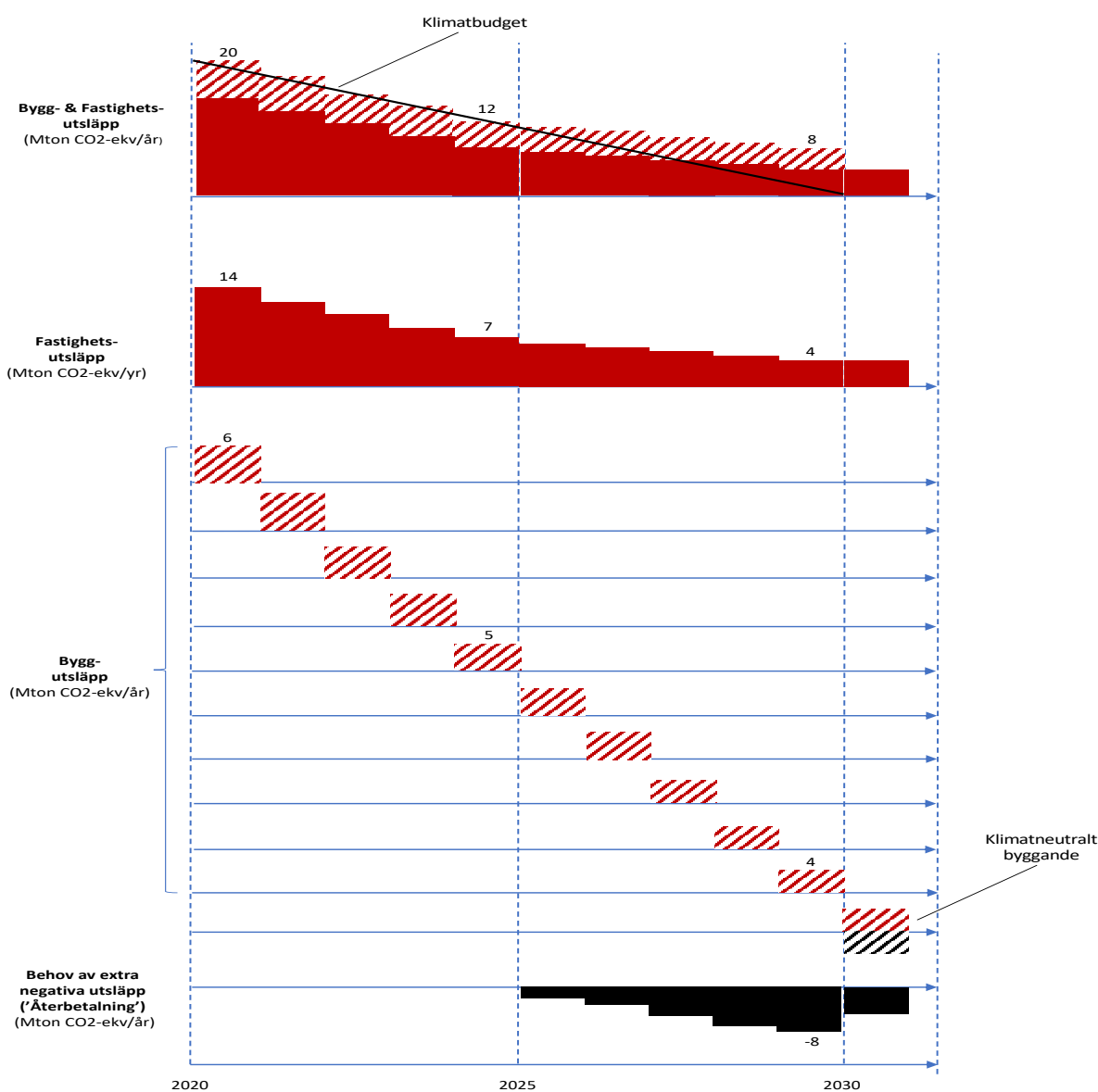
5. Klimatkompensation
6. **Hållbarhetskunskap och -attityder**



Figur 20. Effekter på systemet från strategi 6. Ansträngningar för att förbättra hållbarhetskunskap och attityder skulle hjälpa alla beslutsfattare inom bygg- och fastighetssektorn att vidta ytterligare åtgärder i linje med de tidigare beskrivna strategierna. Detta skulle därmed sannolikt resultera i striktare rådgivning, regler och ekonomiska incitament, mindre utsläpp från byggprodukters och bränslens värdekedjor, mindre användning av fossila resurser, mindre föroreningar och mindre fysisk förstörelse av naturen. En högre systemeffektivitet skulle också sannolikt följa, vilket skulle ge mer utrymme att ta bort strukturella hinder för människor.

Strategiernas utsläppsminskningseffekter?

Hur kan ett förenklat utsläppsminskningsscenario för bygg- och fastighetssektorn se ut om de åtgärder som föreslås i strategin skulle genomföras? Och hur mycket ansträngningar för klimatkompensation skulle då behövas för att hålla oss inom den svenska budget som vi har tagit fram för dessa sektorer? Vi har tagit fram ett tänkbart svar på dessa dessa frågor som tar hänsyn till den relativa betydelsen av både stående befintliga byggnadsbestånd och nya byggnader samt ställer detta mot den striktaste tolkningen av klimatbudgetarna (figur 9, budget 1). Detta resulterade i uppskattningen att utsläppen från fastigheternas drift (14 Mton CO₂-ekv./år) under de kommande tio åren skulle kunna halveras två gånger och byggutsläppen (6 Mton CO₂-ekv./år) minskas med en tredjedel. En grov beräkning pekade då på ett kompensationsbehov som uppstår 2025 och gradvis ökar till 8 Mton CO₂-ekv / år fram till 2030 (figur 21).



Figur 21. Tänkbara utsläpp av växthusgaser från byggdelen (i streckade röda linjer) och fastighetsdelen (i fast rött) av sektorn och behovet av klimatkompensation (i svarta och streckade svarta linjer) för 2020 till 2030 i ett scenario där utsläppen minskar med 30% i byggdelen (konstruktion av nya bostäder) och 70% i fastighetsdelen (drift av redan byggda bostäder).

Diskussion, rekommendationer, fortsatt arbete

Denna studie syftade till att klargöra klimat- och hållbarhetsutmaningarna för byggnader och byggnadssystem samt hur de kan hanteras ur ett livscykelperspektiv. Detta delades in i att först utveckla en analytisk planeringsram med konsekventa definitioner för en klimatpositiv och hållbar bygg- och fastighetssektor och sedan tillämpa den på Blekinge. Detta gav följande resultat fördelat på planeringsramens fyra steg:

- Steg a. Ett övergripande mål definierades som att framtida system som ett minimum inte borde bryta mot FSSD:s hållbarhetsprinciper. Inom detta gjordes en ny härledning av globala koldioxid- och växthusgasbudgetar ur ett konsumtionsperspektiv för bygg- och fastighetssektorn i Sverige och Blekinge. Detta identifierade ett värsta fall där nettonollutsläpp behöver uppnås till år 2030. En klimatpositiv byggnad definierades också operativt som att ha gått längre än att 'betala tillbaka' utsläppen från sin ursprungliga bygginvestering och en Parisavtalsäker byggnad definierades som att ha drivit denna process så långt att den följer den takt som föreslås av byggnadens andel av klimatbudgeten. I linje med detta definierades också en hållbarhetspositiv byggnad som att ha mer än kompenserat för skador inom alla hållbarhetsdimensioner.
- Steg b. En lista över intressenternas brott mot FSSD:s hållbarhetsprinciper i nuläget där de mest framträdande effekterna var växthusgasutsläpp från råvarufasen och från den energi som köps in under användningsfasen av byggnadens värdekedjelivscykel.
- Steg c. En kort genomgång av projekt och organisationer med potentiella lösningar för klimat- och hållbarhetsutmaningarna. Detta inkluderade World Green Building Council, Swedish Green Building Council, Fossilfritt Sverige, Lokal Färdplan Malmö (LFM30), Project Drawdown, Boverket, IVL Svenska Miljöinstitutet och partnerorganisationer inom Energisamverkan Blekinge.
- Steg d. Ett strategipaket för koldioxidutsläpp som tar sin utgångspunkt i smartare samhällsbyggnad, inriktar byggprojekt mot klimatneutrala material, återvinning, effektivitet och förnybar energiförsörjning, samt på en bredare samhällsnivå betonar behovet av klimatkompensation och förbättrad hållbarhetskompetens bland alla intressenter.

En kritisk reflektion kring dessa resultat kan göras i flera steg, med början i själva den analytiska ramen och sedan titta närmare på varje steg i abcd-processen:

- FSSD har utvecklats och testats sedan början av 1990-talet i nära samarbete mellan den akademiska världen, näringslivet och den offentliga sektorn med många publikationer som vittnar om dess strikthet och användbarhet⁵³. En svårighet är dock att kvaliteten på det som kommer ut från FSSD och den anpassade analysramen som används i denna studie ytterst beror på kunskapsnivån och perspektivet hos de personer som använder dem. Sådana resultat tenderar därför att förbättras med tiden när analysteam går igenom på varandra följande iterativa planeringscykler och involverar mer och mer kompletterande expertråd. Denna studie har en svaghet i detta avseende eftersom den är ett tidigt försök att göra strategiska hållbarhetsbedömningar av bygg- och fastighetssektorn. Ändå förväntas detta hanteras i kommande studier, ungefär som det gick till under tio år av liknande analyser som SustainTrans-gruppen gjorde mot transportsektorn⁵⁴.

⁵³ För en sammanfattning och referenslista gå till Broman G., Robèrt K.-H. 2017. A framework for strategic sustainable development. Journal of Cleaner Production 140 (Part 1): 17-31.

⁵⁴ Gå till www.bth.se/sustaintrans för transportrelaterade fallstudier och referenslistor.

- Resultaten från visionsdelen (steg a) tyder på att specialframtagandet av den konsumtionsbaserade koldioxidbudgeten var trovärdig eftersom andra studier har gjort på liknande sätt⁵⁵. I centrum för detta ligger fortfarande den diskutabla frågan om hur stor andel av återstående koldioxidbudgetar som ska beviljas rika länder som Sverige och regioner och sektorer däri. Vi bygger på den strategi som föreslagits av Uppsala universitet⁵⁶ om att bara använda hälften av den svenska andelen per capita men denna siffra kan förändras när de vetenskapliga och politiska debatterna fortsätter. När det gäller de nya skillnaderna och pedagogiska försöken kring klimatpositiva och hållbara byggnader och byggnadssystem tror vi att de överensstämmer med etablerade internationella definitioner⁵⁷ och kan vara till hjälp för att klargöra inkonsekvenser bortom den sektor vi studerar här.
- Nulägesanalysen (steg b) kan tyckas vara lite väl fokuserad på LCA-studien från IVL Svenska Miljöinstitutet⁵⁸. Ändå pekade vår egen strategiska hållbarhetsbedömning i denna studie i samma riktning och andra aktörer som Project Drawdown⁵⁹, Fossilfritt Sverige⁶⁰ och LFM30⁶¹ har kommit med liknande resultat. En mer systematisk litteraturöversikt kan vara nästa logiska steg.
- Både översikten över potentiella lösningar (steg c) och de föreslagna strategierna för hållbar fossilfrihet (steg d) kan ha varit för snäva för att säkerställa identifiering och prioritering av de mest lovande tillgängliga alternativen. Men vi ansåg att det var tillräckligt för denna första översiktsstudie eftersom flera av de granskade insatserna och vår egen hållbarhetsbedömning pekade i en konsekvent riktning. Det skulle dock vara lämpligt att i kommande studier använda kvantitativ scenarionanalys för att undersöka hur troligt det är att klimatstrategierna kan leva upp till sina löften.

Denna studie kan lämpligen avrundas med några avslutande tankar om hur den kan gynna andra parallella ansträngningar och samhället i stort:

- Resultaten för byggnader och byggnadssystem betonade hur brådskande klimat- och hållbarhetsutmaningarna är och den inneboende egennytta i att påskynda hållbarhetsomställningen för enskilda företag inom denna sektor och i samhället i stort. Föregångare som hyresvärden Vasakronan backar upp detta genom att betona hur de ser lönsamhet som omöjlig utan hållbarhet⁶².
- Den anpassade analytiska ram som föreslås i denna studie är generell och kan sannolikt bidra till att förtydliga och påskynda hållbarhetsomställningsinsatser också i större utsträckning både i Sverige och internationellt. Ett sådant område är en parallell satsning med forskare i och runt SustainTrans-gruppen som utvecklar generella tillvägagångssätt för hur hållbarhetsomställningen i samhällssektorer kan göras på ett sätt som klargör ömsesidiga beroenden och undviker

55 Steininger, K. W., Meyer, L., Nabernegg, S., & Kirchengast, G. (2020). Sectoral carbon budgets as an evaluation framework for the built environment. *Buildings and Cities*, 1(1), 337–360. and <https://climateanalytics.org/what-we-do/mitigation-scenarios-and-pathways/carbon-and-emission-budgets/> (läst 2021-02-28).

56 Kevin Anderson, Jesse Schrage, Isak Stoddard, Aaron Tuckey & Martin Wetterstedt. 2018. A Guide for a Fair Implementation of the Paris Agreement within Swedish Municipalities and Regional Governments: Part II of the Carbon Budget Reports Submitted to Swedish Local Governing Bodies in the 2018 Project "Koldioxidbudgetar 2020-2040". A Report commissioned by Swedish municipalities and regional governments. Climate Change Leadership Node, Uppsala University, Sweden.

57 ISO 14021:2016 Environmental labels and declarations — Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling).

58 Erlandsson, M. et al. 2018. Reduced Climate Impact from Apartment Buildings: <https://www.ivl.se/download/18.72aeb1b0166c003cd0d1d5/1542035270063/C350.pdf> (läst 2021-02-28).

59 Se Project Drawdowns hemsida för byggnadslösningar: <https://drawdown.org/sectors/buildings> (läst 2021-02-28).

60 Se <https://fossilfrittverige.se/en/roadmaps/> (läst 2021-02-28).

61 Se lfm30.se och Erlandsson, M. et al. 2018. Reduced Climate Impact from Apartment Buildings: <https://www.ivl.se/download/18.72aeb1b0166c003cd0d1d5/1542035270063/C350.pdf> (läst 2021-02-28).

62 Hör mer om Vasakronan från deras hållbarhetschef Anna Denell i en intervju från 2018:

<https://www.fastighetssverige.se/artikel/ar-det-inte-lonsamt-sa-ar-det-inte-hallbart-29367> (läst 2021-02-28).

större suboptimeringar⁶³. En annan direkt avknoppning kommer att bli inom det SustainTrans-ledda och nyligen startade Vägvaljarprojektet som syftar till att stärka omställningsmodellering för transportsektorn, med Blekinge som en första fallstudie⁶⁴. En annan relaterad insats som SustainTrans-teamet deltar i är det planerade Drawdown Europe End User Portal (DEEP)-projektet som syftar till att bygga stödverktyg för att anpassa stora globala klimatlösningar till nationella och regionala nivåer.

- De nya förtydligade definitionerna av hållbarhetspositiva byggnader och byggnadssystem innebär att det skulle vara önskvärt att bygga en liknande strategisk omställningsprocess med budgetar även för andra sektorer och för andra viktiga aspekter av hållbarhet såsom metaller, användning av produktiva ytor, etc. Det inflytelserika arbetet från Stockholm Environmental Institute kring planetens gränser⁶⁵ kan här vara en bra utgångspunkt.

Referenser

Rapporter, tidskriftsartiklar och böcker

Broman G.I. and Robèrt K.-H. 2017. A framework for strategic sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 140: 17-31.

Franca, C. 2017. Business Model Design for Strategic Sustainable Development. Doctoral thesis. Blekinge institute of Technology, Karlskrona, Sweden.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

ISO 14021:2016 Environmental labels and declarations — Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling).

Jansen, E., J. Overpeck, K.R. Briffa, J.-C. Duplessy, F. Joos, V. Masson-Delmotte, D. Olago, B. Otto-Bliesner, W.R. Peltier, S. Rahmstorf, R. Ramesh, D. Raynaud, D. Rind, O. Solomina, R. Villalba and D. Zhang, 2007: Palaeoclimate. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Kevin Anderson, Jesse Schrage, Isak Stoddard, Aaron Tuckey & Martin Wetterstedt. 2018. A Guide for a Fair Implementation of the Paris Agreement within Swedish Municipalities and Regional Governments: Part II of the Carbon Budget Reports Submitted to Swedish Local Governing Bodies in the 2018 Project "Koldioxidbudgetar 2020-2040". A Report commissioned by Swedish municipalities and regional governments. Climate Change Leadership Node, Uppsala University, Sweden.

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Our Human Planet: Summary for Decision-Makers. Millennium Ecosystem Assessment. Chicago, IL, USA: Island Press.

63 Robèrt, K.-H. 2021. Personlig kommunikation.

64 Se en sammanfattning av det nya projektet här: <https://a.bth.se/sustaintrans/2020/09/25/roadmapper-application-approved-blekinge-pushes-forward-for-sustainable-transport/> (läst 2021-02-28)

65 Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, III, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J. 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472–475.

Ny, H. et al. 2017. On Track for 2030: Roadmap for a fast transition to sustainable personal transport: English short version with foreword by Peter Newman. Blekinge institute of Technology, Karlskrona, Sweden. Research Report Nr: 2018:01.

Robèrt, K.-H. 2021. Personal communication.

Rockström J. et al. 2017. A roadmap for rapid decarbonization. Science. Vol. 355, Issue 6331, pp. 1269-1271.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, III, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J. 2009. A safe operating space for humanity. Nature 461, 472–475.

Steffen, W., et al. 2004. Global Change and the Earth System: A Planet under Pressure, IGBP

Steininger, K. W., Meyer, L., Nabernegg, S., & Kirchengast, G. (2020). Sectoral carbon budgets as an evaluation framework for the built environment. Buildings and Cities, 1(1), 337–360. and <https://climateanalytics.org/what-we-do/mitigation-scenarios-and-pathways/carbon-and-emission-budgets/> (accessed 2021-02-28).

United Nations, 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. 70th Session.

United Nations Framework Convention on Climate Change. 2015. Report of the Parties on its twenty-first session. Held in Paris from 30 November to 13 December. FCCC/CP/2015/10.

Wälitalo, L. 2020. Introductory methodological support for cross-sectoral municipal and regional strategic work for sustainability. Licentiate thesis. Blekinge institute of Technology, Karlskrona, Sweden.

Webreferenser (alla lästa 2021-02-28)

<https://a.bth.se/sustaintrans/2020/09/25/roadmapper-application-approved-blekinge-pushes-forward-for-sustainable-transport/>

<https://www.ivl.se/download/18.72aeb1b0166c003cd0d1d5/1542035270063/C350.pdf>

<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html>

<https://byggforetagen.se/statistik/branschens-struktur/>

<https://www.allmannyttan.se/historia/tidslinje/kritiken-mot-miljonprogrammet/>

<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/vaxthusgaser/>

<https://www.boverket.se/sv/byggande/uppdrag/klimatdeklaration/>

<https://www.ekonomifakta.se/Fakta/Ekonomi/bostader/bostader-i-sverige/>

<https://www.fastighetssverige.se/artikel/ar-det-inte-lonsamt-sa-ar-det-inte-hallbart-29367>

<https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/Tre-satt-att-berakna-klimatpaverkande-utslapp/Konsumtionsbaserade-utslapp-av-vaxthusgaser/>

<https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2019/matmetoder-indikatorer-folja-upp-konsumtionens-klimatpaverkan.pdf>

<https://www.sgbc.se/certifiering/nollco2/anvandarstod-for-nollco2/manualer-och-ramverk-for-nollco2/>

<https://www.sgbc.se/utveckling/utveckling-av-nollco2/vad-ar-nollco2/>

<https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-how-food-connects-all-the-sdgs.html>

<https://www.worldgbc.org/green-building-sustainable-development-goals>

<https://www.sgbc.se/app/uploads/2020/04/NollCO2-Informationfolder-engelska.pdf>

<https://www.scb.se>

<https://www.bth.se/sustaintrans>

<https://www.lfm30.se>

<http://belok.se>

<https://drawdown.org/drawdown-framework>

<https://drawdown.org/sectors/buildings>

<https://fossilfritt Sverige.se/en/roadmaps/>

<https://www.bebostad.se>

<https://www.ivl.se/english/startpage.html>

<https://www.worldgbc.org>

Ordförklaringar och definitioner

ABCD (för att beskriva en byggnadens livscykel). En byggnads värdekedjelivscykel f (i denna rapport omfattar detta råvaruförsörjnings- och konstruktionsfaserna (A), användningsfasen (B), rivningsfasen (C) och relaterade aktiviteter utanför byggsystemets gräns (D)).

abcd (för att beskriva en strategisk hållbarhetsplaneringsprocess). Denna strategiska process operationaliserar FSSD genom att (a) definiera en hållbar vision inom begränsningar som fastställs av hållbarhetsprinciper, (b) bedöma nuvarande styrkor och svagheter i förhållande till visionen, (c) identifiera potentiella framtida lösningar för att nå visionen (d) kombinera lösningarna till strategier och färdplaner som kan överbrygga klyftan mellan nuläge och vision på ett ekonomiskt hanterbart sätt.

Användningsfas. Den del av en produkt eller tjänsts värdekedjeycykel där den används.

Avfallshanteringsfas (Avf). Den del av en värdekedjelivscykeln där avfall sorteras och bortskaffas (vanligtvis via återanvändning, återvinning, förbränning eller deponi).

Backcasting. Utgå från ett framtida mål, studera den nuläget i förhållande till detta mål och undersöka vad som behöver göras för att uppnå målet.

Bebo och Belok. Energieffektiviseringsnätverk för fastighetsbranschen som initieras och drivs av Energimyndigheten.

Bio Energy Carbon Capture and Storage (BECCS). En teknik för avskiljning av koldioxid som producerar negativa nettoutsläpp genom att kombinera bioenergikraftverk och CCS så att förnybara koldioxidutsläpp separeras från rökgaserna, tas ur det biologiska kretsloppet och pumpas ner i berggrunden.

Biokolteknik. En kombinerad metod för koldioxidinfångning och jordförbättring. Principen är att ved bränns under syrebrist och att de förkollnade resterna begravs i jorden, som sedan kan hålla kvar kolet i tusentals år.

Blekinge. En region i sydöstra delen av Sverige.

Bygg- och fastighetssektorn. I den här rapporten ingår inom bygg-delen företag som bygger, renoverar och river byggnader och inom fastighetsdelen företag och aktörer som hanterar byggnader i användningsfasen.

Byggprojektprocess. En sekvens av steg som ett byggprojekt behöver gå igenom från initial idé till slutlig rivning (inom projektet Energisamverkan Blekinge har dessa steg använts: Förstudie, detaljerad planering, design, konstruktion, drift och rivning).

Byggsystem. Den omgivande geografiska kontexten kring byggnader (t.ex. stadsdelar eller hela städer).

Carbon Capture and Storage (CCS). En teknik för koldioxidinfångning som innebär att koldioxid separeras (vanligtvis från rökgaser från kraftverk som drivs av fossila bränslen) och pumpas ner i berggrunden.

Carbon Capture. Samlingsnamn för tekniker som minskar halten av växthusgasen koldioxid i atmosfären (även kallat negativa utsläpp). Exempel på detta är biokolteknik, CCS och BECCS.

Carbon Law. En konceptuell beskrivning från den svenska hållbarhetsforskaren Johan Rockström av vad som krävs för att leva upp till Parisavtalet (de globala utsläppen behöver nå sitt maximum 2020 och sedan ha överas vart tionde år).

CO2-ekvivalenter. Utsläpp av växthusgaser omvandlat till vad de motsvarar i koldioxidutsläpp (vanligtvis mätt i g, kg eller ton).

Drawdown. Vändpunkt i framtiden då växthusgaskoncentrationen i atmosfären slutar stiga och börjar sjunka tillbaka till förindustriella nivåer.

Energisamverkan Blekinge. Ett projekt som syftar till att bygga en nätverksplattform för erfarenhetsutbyte och ökad kompetens inom klimatpositiva och hållbara byggnader i Blekinge.

Forecasting. Att försöka förutsäga framtiden (=göra prognoser) baserat på historisk trend och nuvarande situation.

Fossilfritt system. Ett system som är helt fossilfritt. Beroende på systemgränserna kan detta avse hela eller delar av värdekedjelivscykeln.

Framework for Strategic Sustainable Development (FSSD). Ett planeringsramverk som är avsett att stödja företag, kommuner och andra organisationer i att bidra till samhällets utveckling mot hållbarhet och samtidigt stärka sig själva.

Global uppvärmning. Ökning av globalt genomsnittlig yt- och havstemperaturen under en 30-årsperiod.

Hållbarhet. Att något kan bestå över tid.

Hållbarhetseffektindikatorer. Indikatorer för hållbarhetseffekterna (t.ex. växthusgasutsläpp, ytanvändning osv) från en byggnad eller från annat system.).

Hållbarhetsprinciper (HPs). Principer inom FSSD som definierar hållbarhet.

International Panel for Climate Change (IPCC). Internationell expertpanel med klimatforskare som sammanställer forskning om klimatfrågan och publicerar regelbundna rapporter.

IVL. Svenska miljöinstitutet. Svenskt anrikt miljöforskningsinstitut.

Klimatbudget. Den mängd växthusgasutsläpp, inklusive koldioxidutsläpp) som ej får överskridas för att hålla sig inom en viss klimatpåverkan (jämför koldioxidbudget).

Klimat-/kolkompensation. Att kompensera för utsläpp av växthusgaser/kol i ett sammanhang genom att minska utsläppen i andra sammanhang. Ett exempel är investering (genom inköp av utsläppsandelar) i förnybar energi som tränger undan fossil energi.

Klimatanpassning. Justering i naturliga eller mänskliga system som svar på faktiska eller förväntade effekter från pågående klimatförändringar.

Klimatförändring. Förändring i klimatets tillstånd som kan identifieras (t.ex. genom att använda statistiska tester) genom förändringar i medelvärdet och/eller variationen i dess egenskaper, och som kvarstår under en längre period, vanligtvis årtionden eller längre.

Klimatnegativ byggnad eller system. Ett tillstånd när de initiala och/eller operativa växthusgasutsläppen från en byggnads livscykel eller från annat system inte har kompenserats med teknik för växthusgasavskiljning.

Klimatneutral byggnad eller system. Ett tillstånd när de initiala och/eller operativa växthusgasutsläppen från en byggnads livscykel eller från annat system har kompenserats med växthusgasavskiljningstekniker.

Klimatpositiv byggnad eller system. Ett tillstånd när de initiala och/eller operativa växthusgasutsläppen från en byggnad eller från annat system mer än kompenseras med växthusgasavskiljningstekniker.

Klimatutsläppsminskning. Mänskliga ingrepp för att minska växthusgasutsläpp vid källan eller förbättra sänkoras förmåga att ta upp växthusgaser.

Koldioxidbudget. Den mängd koldioxidutsläppsläpp som ej får överskridas för att hålla sig inom en viss klimatpåverkan (jämför klimatbudget).

Livscykelanalys (LCA). En analys som sammanställer utvalda hållbarhetseffekter för en produkt eller tjänsts värdekedjelivscykel.

Livscykelkostnadsanalys (LCC). En analys som sammanställer valda kostnadseffekter för en produkts eller tjänsts värdekedjelivscykel (ibland används LCC också för att beteckna en analys av total ägandekostnad).

Negativa utsläpp. För att minska halten av växthusgasen koldioxid i atmosfären med tekniska medel, t.ex. via biokol, CCS och BECCS (se även Carbon Capture).

Parisavtalet. Ett internationellt avtal som syftar till att begränsa den globala uppvärmningen till väl under 2 ° C och som undertecknades 2015 av 183 nationer och Europeiska unionen.

Parisavtalssäkrad byggnad eller system. En byggnad eller ett system som blir klimatpositivt tillräckligt snabbt för att hålla sig inom sin andel av koldioxidbudgetarna för bygg- och fastighetssektorn.

Scenario. Beskrivning av en framtida situation och/eller en utvecklingsväg till en framtida situation från en given utgångspunkt.

Scope 1. Direkta växthusgasutsläpp. Dessa kommer från källor som ägs eller kontrolleras av en organisation eller ett system (t.ex. utsläpp från förbränning i egenägda eller kontrollerade värmesystem).

Scope 2. Indirekta växthusgasutsläpp från inköpt el och värme. Dessa utsläpp kommer från den el- och värmeproduktion som en organisation eller ett system köper.

Scope 3. Indirekta växthusgasutsläpp från annat än el och värme. Denna kategori samlar alla indirekta växthusgasutsläpp från aktiviteter i en organisation eller system förutom inköpt el och värme (t.ex. från utvinning och produktion av inköpt material, transport av inköpt bränsle och användning av sålda varor och tjänster).

Simulering. Beräkningar av hur ett system beter sig under vissa givna förhållanden.

Total Cost of Ownership (TCO). Total livscykelkostnad för ägaren av en produkt eller tjänst under hela användningsperioden.

Utvinning- till distributionsfas (UtD). Den del av en produkts eller tjänsts värdekedjelivscykel som inkluderar alla aktiviteter från utvinning ur berggrund eller natur till distribution till slutkund.

Värdekedjelivscykel (i miljösammanhang brukar bara kallas en 'livscykel'). Aktiviteterna som ingår i en produkts eller tjänstens värdekedja från 'vaggan' till 'graven' (t.ex. utvinning och distribution, användning och avfallshantering).

Växthusgaser. Samlingsnamn på gaser som, om de får öka koncentrationen i atmosfären, bidrar till ökad växthuseffekt (t.ex. koldioxid, dikväveoxid, metan, vattenånga, ozon och freoner).

Om rapporten

Detta är en fallstudie inom projektet Energisamverkan Blekinge. SustainTrans-gruppen anlätades för att studera de stora klimat- och hållbarhetsutmaningarna för byggnader och byggnadssystem samt hur de kan hanteras ur ett livscykelperspektiv. Metoden delades in i att först utveckla en analytisk planeringsram med konsekventa definitioner för en klimatpositiv och hållbar bygg- och fastighetssektor och sedan tillämpa den på Blekinge. Detta gav följande resultat:

- Steg a. Ett övergripande mål om att framtida system, som ett minimum, inte bryter mot FSSD:s hållbarhetsprinciper och blir klimatneutrala till år 2030.
- Steg b. En lista över intressenternas aktuella brott FSSD:s hållbarhetsprinciper där växthusgasutsläpp från råvarufasen och från den energi som köps in under bygganvändningsfasen i byggnadens värdekedjelivscykel utpekades som huvudproblem.
- Steg c. En kort genomgång av projekt och organisationer med potentiella lösningar för klimat- och hållbarhetsutmaningarna. Detta omfattade insatser från World Green Building Council, Swedish Green Building Council, Fossilfritt Sweden, LFM30, Project Drawdown, Boverket, IVL och partnerorganisationer inom Energisamverkan Blekinge.
- Steg d. Strategier för hållbar fossilfrihet som tar sin utgångspunkt i smartare stadsplanering, riktar byggprojekt mot klimatneutrala material, återvinning, effektivitet och förnybar energiförsörjning, samt på en bredare samhällsnivå betonar behovet av klimatkompensation och förbättrad hållbarhetskompetens bland intressenter.

Studiens resultat bedöms vara trovärdiga eftersom de i allmänhet bygger på etablerad forskning och internationellt accepterade definitioner och pekar i samma riktning som några jämförbara studier. Tre viktiga slutsatser framkom när samhällsnyttan för denna studies bedömdes:

- Bygg- och fastighetssektorn kommer att ha en nyckelroll i omställningen till ett fossilfritt och hållbart samhälle och den skulle ha nytta av att hantera detta proaktivt.
- Den anpassade analytiska ram som föreslås i denna studie är generell och kan sannolikt bidra till att förtydliga och påskynda hållbarhetsomställningsinsatser också i större utsträckning på andra håll i Sverige och utomlands. Ett sådant område är en parallell satsning som utvecklar generiska tillvägagångssätt för hur hållbarhetsomställningen i samhällssektorer kan göras på ett sätt som klargör ömsesidiga beroenden och undviker större suboptimeringar. En annan direkt avknoppning kommer att vara Vägvaljarprojektet som ska stärka omställningsmodellering för transportsektorn med Blekinge som en första fallstudie. En annan relaterad satsning är det planerade projektet Drawdown Europe End User Portal (DEEP) som ska bygga stödverktyg för att anpassa globala klimatlösningar till nationella och regionala nivåer.
- De nya förtydligade definitionerna av hållbarhetspositiva byggnader och byggnadssystem innebär att det skulle vara önskvärt att bygga en liknande strategisk omställningsprocess med budgetar även för andra sektorer och för andra viktiga aspekter av hållbarhet som metallutarmning, användning av produktiva ytor, etc. Stockholm Environment Institutes inflytelserika arbete med planetgränser kan här vara en bra utgångspunkt.

Om Sustaintrans-gruppen

SustainTrans-gruppen verkar vid Institutionen för strategisk hållbar utveckling vid Blekinge Tekniska Högskola i Karlskrona, Sverige. Forskningen utförs nära privata och offentliga aktörer inom påskyndad omställning till hållbara transport- och energisystem.

ISSN: 1103-1581

ISRN BTH-RES-01/21-SE

Urn:nbn:se:bth-21193