

Hållbar användning av  
naturresurser (BWR 7)  
– *andelen nedströms  
klimatpåverkan för byggnader*

Martin Erlandsson  
C 15  
Mars 2014

Rapporten godkänd  
2014.04-07



Anna Järnehammar  
Enhetschef, Affärsutveckling  
& Marknad

<b>Organisation</b> IVL Svenska Miljöinstitutet AB	<b>Rapportsammanfattning</b>
<b>Adress</b> Box 21060 100 31 Stockholm	<b>Projekttitel</b> Uppdrag åt Faugert & Co Utvärdering AB med titeln: ”Energianvändning i nya byggnader – en kunskapssammansättning” till socialdepartementet <b>Anslagsgivare för projektet</b> Faugert & Co Utvärdering AB
<b>Telefonnr</b> 08-598 563 00	
<b>Rapportförfattare</b> Martin Erlandsson	
<b>Rapporttitel och undertitel</b> Hållbar användning av naturresurser (BWR 7) – andelen nedströms klimatpåverkan för byggnader	
<b>Sammanfattning</b> <p>Rapporten beskriver en indikator på resurseffektivitet genom att analysera miljöpåverkan från flerbostadshus driftenergi i förhållande till att bygga dem. Analysen utgår ifrån livscykelanalyser (LCA) som gjorts med samma metodik och resultatet från de enskilda beräkningarna är därför jämförbara. Detta är normalt sett inte fallet om man utgår från litteraturstudier från olika författare. Analysen som genomförts visar att:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• I ett modernt flerbostadshus är bidraget till klimatpåverkan – som ett grovt nyckeltal – likvärdigt med att bygga huset som driftenergin under 50 år.</li> <li>• I de hus som analyserats finns inget samband mellan låg energianvändning under driften och klimatpåverkan att bygga huset, det vill säga det är fullt möjligt att bygga ett både miljöanpassat hus och energieffektivt.</li> <li>• Den extra klimatpåverkan som energieffektiva byggnader kräver i form av extra isolering, lufttätt klimatskal, effektiv installationsutrustning, passivhusfönster med mera är betydligt mindre i förhållande till val av byggteknik i övrigt, så som stomval, där betongstommar dominerar för flerbostadshus.</li> </ul> <p>I dagsläget är byggnaders energianvändning reglerad i nationell bygglagstiftning, medan miljöpåverkan för att bygga är helt oreglerad. Slutsatsen är således att det finns stora möjligheter att göra miljöförbättringar utan att tumma på kvaliteten på den färdiga byggnaden. Det känns därför rimligt att inledningsvis införa ett lagkrav som innebär att miljöpåverkan ska redovisas för ett större byggprojekt eller en ombyggnad. En sådan redovisning måste baseras på en robust LCA-metodik och utgå ifrån de standarder som utvecklats för detta kopplat till byggproduktdirektivet.</p>	
<b>Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren</b> Boverkets byggregler (BBR), driftenergi, energianvändning, klimatpåverkan, livscykelanalys (LCA), lågenergihus, metodval, miljöeffektivitetsindikator, nedströms, passivhus, produktjämförelse, robust, systemperspektiv, uppströms.	
<b>Bibliografiska uppgifter</b> IVL Rapport C 14	
<b>Rapporten beställs via</b> Hemsida: <a href="http://www.ivl.se">www.ivl.se</a> , e-post: <a href="mailto:publicationservice@ivl.se">publicationservice@ivl.se</a> , fax 08-598 563 90, eller via IVL, Box 21060, 100 31 Stockholm	

## Innehållsförteckning

Introduktion.....	2
Metodik.....	4
Livscykelanalys .....	4
Olika slags LCA för att svara på olika frågor.....	4
Produktspecifika regler .....	6
Miljöpåverkan för byggprodukter och byggprocesser.....	7
Energianvändningens miljöpåverkan.....	9
Resultat .....	12
Slutsatser och diskussion .....	15
Bilaga: Inkluderade byggnader i analysen .....	17

## Introduktion

Dagens teknikutveckling gör det möjligt att bygga lågenergibygnader med betydligt mindre energianvändning än de krav som ställs i Boverkets byggregler. Passivhusteknik, som innebär att byggnaden värms främst med den spillvärme som boende och verksamheten genererar, finns nu som ett etablerat byggkoncept hos alla de större entreprenörer och flera småhustillverkare (www.scn.se).

En annan utveckling är att miljöpåverkan från den el och värme som köps till byggnaden minskar och kommer att minska framöver, vilket stöds av såväl internationella som svenska politiska beslut. I regeringens nollvision ska utsläpp och upptag av växthusgaser balansera varandra år 2050 och beskrivs i propositionen ”En sammanhållen klimat och energipolitik – Klimat” (prop. 2008/09:169).

Denna utveckling som beskrivs ovan, omsatt till hela bygg- och fastighetssektorns betydande miljöaspekter, kommer innebära att miljöpåverkan från byggprocessen och de byggprodukter som används i framtiden kommer att dominera över de utsläpp som driftens energianvändning ger upphov till. Denna utveckling påpekades redan 2006 av Kretsloppsrådet i ”Byggsektors miljöutredning” som gjorde en jämförelse av de byggprodukter som omsattes i sektorn inklusive byggprocessen, samt sektorns energianvändning och dess miljöpåverkan 1999/2000 och 2005/2005<sup>1</sup>. I Kretsloppsrådets utredning var byggprocessen och byggprodukternas andel av klimatpåverkan cirka 26 procent<sup>2</sup> år 2005 och Boverket bedömde 2009 att motsvarande andel ökat till cirka 40 procent<sup>3</sup> av sektorns totala utsläpp. Det är troligt att denna utveckling fortsatt, vilket då innebär att energianvändningens miljöpåverkan i sektorn idag är lägre än bidraget från byggprocessen.

Mot denna bakgrund är det relevant att ställa frågan:

*Sett till en byggnads livscykel, vilken miljöpåverkan kommer från den färdiga byggnaden, det vill säga med hänsyn till **uppströms miljöpåverkan** för byggprodukterna och byggprocessen i förhållande till driftens energianvändning, det vill säga **nedströms påverkan**?*

För att svara på frågan inför vi en indikator som definieras som:

*Nedströms miljöpåverkan delat med uppströms och nedströms påverkan.*

---

<sup>1</sup> Carlson P-O, Lilliehorn P, Erlandsson M, Kindembe B: Uppdatering av Byggsektorns Miljöutredning 2000. Kretsloppsrådet, 2008-05-07.

<sup>2</sup> Erlandsson M: Beräkning av bygg- och fastighetssektorns klimatpåverkan från byggmaterial och energianvändning. Underlagsrapport till Kretsloppsrådets uppdaterade miljöutredning, IVL Svenska Miljöinstitutet, rapport U2458 2007-08-16, uppdaterad 2008-05-06.

<sup>3</sup> Susanna Toller S, Wadeskog A, Finnveden G, Malmqvist T, Carlsson A: Bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan. Boverket juni 2009.

En hög andel innebär då att energianvändningen är en mer betydande miljöaspekt i förhållande till byggprodukternas och byggprocessens bidrag. En låg andel innebär att byggprodukternas och byggprocessens bidrag är den betydande miljöaspekten. Denna frågeställning är aktuell i en utredning åt regeringskansliet (socialdepartementet), där föreliggande rapport utgör en underlagsrapport. Uppdragsbeskrivningen lyder <sup>4</sup>:

***"Leverantören ska analysera nya byggnaders energianvändning samt dess miljö- och klimatmässiga konsekvenser ur ett livscykelperspektiv, inkluderat både bygg- och driftskedet. Syftet är dels att identifiera vilka åtgärder för nya byggnader som är effektivast att vidta ur ett energi-, klimat- och miljöperspektiv, dels att få ett bättre underlag inför samhällsplaneringen i stort. ..."***

Byggproduktförordningen 89/106/EEC (CPR) har introducerat ett grundläggande krav för byggnader som hanterar hållbar användning av naturresurser. EU-kommissionen understryker vikten av att en sådan indikator tas fram på produktnivå och har bett standardiseringen i Europa (CEN) att beskriva status och om nuvarande mandat behöver utvidgas <sup>5</sup>. En sådan prestanda-indikator på produktnivå baseras normalt sett på resultatet från en livscykelanalys. På byggnadsverksnivån – vilket regleras nationellt – pågår i många länder en diskussion om att bestämma en eller flera indikatorer för detta. Den indikator som föreslås här kan ses som ett förslag på en sådan indikator för hållbar resursanvändning av naturresurser <sup>6</sup>. Denna indikator kan utvidgas för att även ta hänsyn till drift- och underhåll av byggnaden och ett tänkt rivningsskede. En sådan fördjupning görs nu i ett pågående SBUF-projekt <sup>7</sup>, som kommer att ha sin första rapport klar i juni 2014 och slutrapporteras i december 2014.

Att minska klimatpåverkan kan ses som en av mänsklighetens största utmaningar och det är en fråga som inte bara är viktig för oss utan även för kommande generationer. På 1970-talet var mätetalet energi (kWh) och den tidens utmaning efter oljekrisen. Idag räcker inte detta utan vi bedömer miljöpåverkan såsom bidrag till växthuseffekten i koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>e) där olika klimatgasers relativa bidrag kan räknas samman. Kilowattimmar köpt energi eller bättre kilowattimmar primärenergi från olika energislag (olja, kol, biobränsle, avfall.) är inte jämförbara med varandra i ett resurseffektivitetsperspektiv, då dessa mått inte hanterar hur knapp/begränsad ett visst energislag är. I brist på en sådan resurseffektivitetsindikator så kan klimatpåverkan ses som en indikator även för resursanvändning, då utsläpp från resurser som sol, vind, vatten och förnybara resurser är lägre än fossila. Det enda undantaget för denna regel är kärnkraften som har en låg klimatpåverkan.

---

<sup>4</sup> Fridholm T, Stålfors S, Ärenman E, Jansson T. *Energianvändning i nya byggnader – en kunskapssammanställning*. Faugert & Co Utvärdering AB, mars 2014.

<sup>5</sup> European Commission, DG Enterprise: reference Ares(2014)265325 - 04/02/2014.

<sup>6</sup> Förslagsvis borde ett grundläggande prestandakrav på uppströms miljöpåverkan vara 50 procent d.v.s. byggnadsprocessen och byggprodukternas bidrag borde inte få vara högre än energianvändningens påverkan under 50 år.

<sup>7</sup> Projektet "Energianvändning och klimatpåverkan av nyproducerade flerbostadshus", [http://www.bygg.org/arkiv-for-nyhetsartiklar/nytt-sbuf-projekt-om-klimatpaverkan-fran\\_\\_3370](http://www.bygg.org/arkiv-for-nyhetsartiklar/nytt-sbuf-projekt-om-klimatpaverkan-fran__3370).

I denna rapport kommer klimatpåverkan att analyseras för nybyggnad av bostadshus (främst flerbostadshus) under en antagen livslängd på 50 år. Som underlag för analysen har publikt tillgängliga klimatdeklarationer som baseras på livscykelanalysmetodik använts. I Sverige har för närvarande NCC och Skanska kapacitet att ta fram sådana klimatdeklarationer baserat på Anavitor-konceptet<sup>8</sup> som togs fram i ett IVL-projekt och belönades med årets innovation 2007 av SBUF<sup>9</sup>. Anavitor-konceptet som sådant beskrivs ursprungligen i en IVL-rapport<sup>10</sup> och kan användas av vem som helst. Arbete pågår med att ta fram enklare och billigare varianter av detta koncept för att nå fler användare.

## Metodik

### Livscykelanalys

Livscykelanalys (LCA) används i dag inom många branscher som ett verktyg för att beräkna och jämföra varor och tjänsters miljöprestanda. En LCA resulterar i en miljöprofil som beskriver bidraget till olika miljöpåverkanskategorier. Många känner en osäkerhet om vilka resultat som är jämförbara och vilka metodval som är mest lämpliga att göra för att besvara den fråga man vill belysa, vilket riskerar att skada förtroendet för LCA som metod.

IVL Svenska Miljöinstitutet har genomfört ett forskningsprojekt som samfinansierats av SBUF, Cementa, Skogsindustrierna och SIVL för att belysa problematiken och försöka definiera vad som kan utgöra en robust LCA. Här ges en sammanfattande beskrivning av LCA-metodiken och den som vill kan läsa mer i rapporten ”Robust LCA – Introduktion för nyfikna”<sup>11</sup>.

### Olika slags LCA för att svara på olika frågor

Användningen av livscykelanalys kan delas in i utvärderingar av enskilda produkter och utvärderingar av bredare system som inkluderar flera produkter. I det första fallet talar vi i detta projekt om en **bokförings-LCA** och i det andra fallet om en **konsekvens-LCA**. I en LCA används begreppet *produkt* för alla nyttigheter som en process genererar oavsett om det är en tjänst, enskilt material, eller en komplex produkt såsom ett byggnadsverk.

En bokförings-LCA kännetecknas av ambitionen att den beräknade miljöbelastningen för alla världens produkter ska kunna summeras och stämmer då med de globala utsläppen, det vill säga den så kallade hundra procentregeln.

---

<sup>8</sup> Erlandsson. Nu kan alla göra miljö- och klimatberäkningar på egen hand. Bygg och Teknik, 2/14: Mässa nummer: Nordbygg 2014.

<sup>9</sup> Svenska byggbranschens utvecklingsfond. <http://www.sbuf.se/sa/node.asp?node=56>.

<sup>10</sup> Erlandsson M, Jönsson J-A & Enström D: Räkna med livscykelns miljöprestanda — Anavitor. IVL Svenska Miljöinstitutet, rapport nr B1709, februari 2007.

<sup>11</sup> Erlandsson M, Lindfors L-G, Jelse K: Robust LCA: Metodval för robust miljöjämförelse med livscykelanalys (LCA) – introduktion för nyfikna. IVL Svenska Miljöinstitutet, rapport B 2121, december 2013.

I en konsekvens-LCA analyseras vad som händer vid en förändring och vilka konsekvenser det har på ett bredare, mer sammansatt system och dess miljöpåverkan.

Hundraprocentregeln gäller inte för en konsekvens-LCA. I projektet Robust LCA<sup>12</sup> och i tidigare vetenskapliga studier konstateras att dessa två systemsyner svarar på olika frågor och därmed kan existera parallellt, givet att det är tydligt vilken systemsyn som har använts.

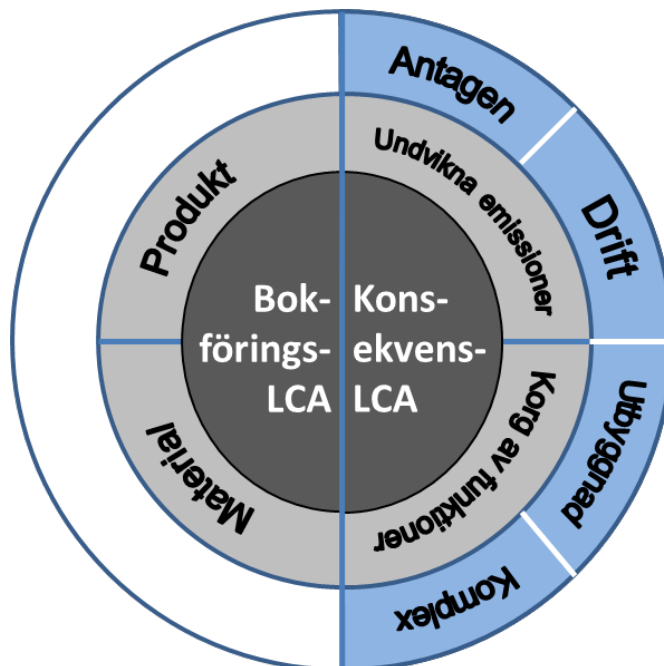


Bild 1. Två olika systemsyner tillämpliga inom ramen för ISO 14044. Notera att varianterna ”Antagen”, ”Drift”, ”Utbyggnad” och ”Komplex” är varianter som kan användas för alla slags konsekvenslivscykelanalyser<sup>12</sup>.

Vid valet av systemsyn kan det konstateras att det råder konsensus om att bokförings-LCA lämpar sig bäst för de frågor som hanterar produktperspektivet, det vill säga för att beskriva enskilda produkters miljöprestanda. I andra sammanhang ställs ibland frågan vilka konsekvenser en förändrad (ökad eller minskad) produktionsvolym kan ge i ett bredare systemperspektiv. I detta fall måste en konsekvens-LCA användas.

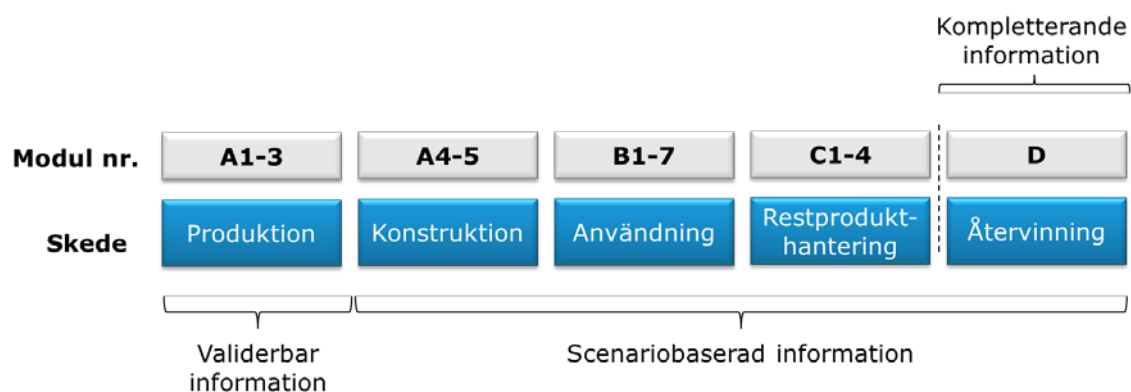
En bokförings-LCA har förutsättningar att bli robust i den mening att oavsett vilken person som gör den så ger analysen samma svar. Detta kräver att metodiken (systemgränser, allokeringmetoder med mera) specificeras i detalj på ett sätt som blir allmänt accepterat för alla produkter. Detta kan uppnås ofta genom en konsensusprocess. Resultatet från sådana konsensusprocesser kan dokumenteras exempelvis som internationella standarder, handböcker eller andra regelverk. Sedan kan det finnas behov av att specificera dessa generella regler för specifika produkttyper eller tillämpningar.

<sup>12</sup> Erlandsson M, Ekvall T, Lindfors L-G, Jelse K.: Robust LCA: Typologi över LCA-metodik – två kompletterande systemsyner. IVL Svenska Miljöinstitutet, rapport B 2122, januari 2014.

## Produktspecifika regler

Ett regelverk som styr metodvalen i detalj så att ett relativt entydigt LCA-resultat erhålls, oavsett vem som gör inventeringen, kallar vi en *entydig LCA*. Ett exempel på sådana regler är *produktspecifika regler* enligt ISO 14025<sup>13</sup>. Produktspecifika regler måste enligt ISO 14025 tas fram inom ramen för ett system för miljödeklarationer. Det förekommer också att sådana regler tas fram inom ramen för standardisering. Ett sådant exempel är EU-standarden EN 15804<sup>14</sup> som är kopplad till byggproduktförordningen och baseras på ett konsensusarbete.

Ett antal standarder inom hållbart byggande drivs av standardiseringsorganisationen CEN (CEN TC 350) på mandat av EU-kommissionen. LCA-metodregelverk för byggprodukter gäller för alla byggprodukter och andra resurser som används för byggnadsverk under dess livscykel. Detta betyder att även energianvändningens miljöpåverkan och hur avfall ska bedömmas beskrivs i dessa regelverk så att samma metodik kan tillämpas i analyserna. Grunden för att göra en LCA på ett harmoniserat sätt för alla slags byggnadsverk är därmed lagd i EN 15804. Detta arbete fortsätter nu på internationell nivå (ISO 21930<sup>15</sup>). Motsvarande LCA-regler som utvecklats inom CEN för byggprodukter finns också framtagen för byggnader i standarden EN 15978<sup>16</sup>. Miljödeklarationer enligt EN 15804 och EN15978 är modulärt uppbyggda, se Figur 1.



Figur 1. Uppdelning av en byggprodukts livscykel enligt EN 15804 och EN15978 i ett antal delsteg från A till C som utgör LCA-informationsmoduler. Steg A1-3 i figuren är den del som kallas vaggagrind och som går att validera. Modul B och C baseras på scenario. Modul D är tilläggsinformation som beskriver konsekvenser vid återvinning.

<sup>13</sup> Miljömärkning och miljödeklarationer - Typ III miljödeklarationer - Principer och procedurer (ISO 14025:2006) - SS-EN ISO 14025:2010.

<sup>14</sup> Hållbarhet hos byggnadsverk - Miljödeklarationer - Produktspecifika regler - SS-EN 15804:2012

<sup>15</sup> Sustainability in building construction - Environmental declaration of building products. Standard - ISO standard. ISO 21930:2007.

<sup>16</sup> Hållbarhet hos byggnadsverk - Värdering av byggnaders miljöprestanda - Beräkningsmetod - SS-EN 15978:2011.



## Miljöpåverkan för byggprodukter och byggprocesser

De analyser som används i denna rapport har beräknats av NCC och redovisas till kunderna i form av en klimatdeklaration (se bilaga). NCC använder dessa klimatdeklarationer som en del av vad de kallar ”gröna anbud” där den framräknade klimatpåverkan för byggnaden, det vill säga från utvinning till färdig byggnad inklusive markarbeten och byggprocessen ligger till grund för klimatkompensationer<sup>17</sup>. Dessa beräkningar omfattar hela byggnaden inklusive de underentreprenörer som ingår. Beräkningarna omfattar även mark som signifikant påverkar resultatet. Det är ganska vanligt att markentreprenad inte ingår för att förenkla jämförelse mellan olika byggnadskoncept, snarare än att beskriva hela byggprojektets miljöpåverkan.



Figur 2. Kapaciteten och erfarenheten av att göra LCA-beräkningar finns idag hos entreprenörerna. Exempel på omslagen till två klimatdeklarationer från Skanska respektive NCC<sup>18</sup> (Erlandsson 2013).

IVL Miljödata Bygg innehåller miljödata relevanta för den svenska markanden och anpassade för byggsektorn. Dokumentation av data enligt ISO finns i databasen och för vissa betydande material finns mer utförlig information<sup>19</sup>. IVL har utvecklat ett kvalitetssystem för Anavitor-konceptet som bland annat omfattar hur användarna hanterar korsreferering mellan kalkyldata och IVL:s resursdatabas med miljödata. IVL:s miljödata innehåller miljödata för nästan tusen olika varugrupper och är dokumenterade enligt LCA-standarden ISO 14044 och följer de standarder som gäller i Europa för LCA inom byggsektorns det vill säga EN15804.

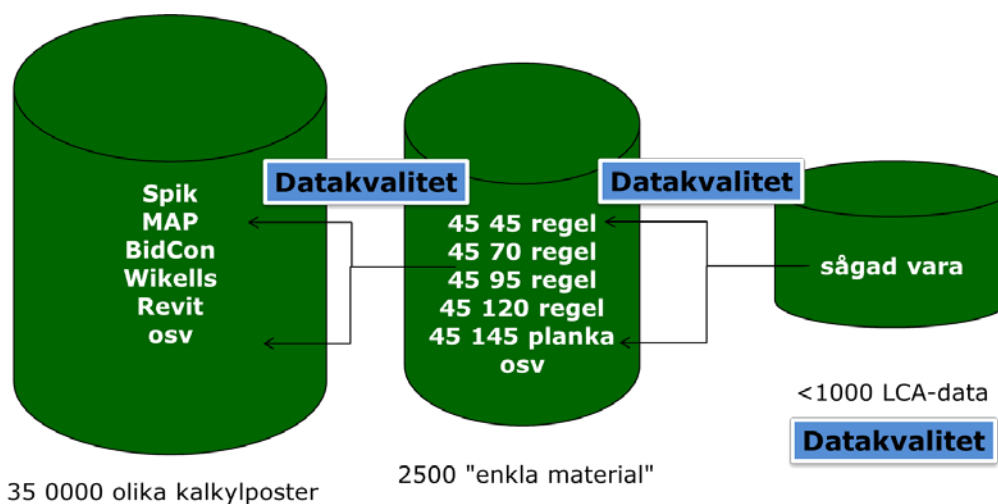
<sup>17</sup> <http://www.ncc.se/sv/OM-NCC/Miljo-och-energi/Grona-anbud/>

<sup>18</sup> Erlandsson M: Robust LCA – äntligen entydiga resultat för jämförelse. Dokumentation från seminariet: Finns det gröna byggmaterial? Är LCA ett seriöst verktyg för förbättring av byggnaders miljöprestanda eller en modefluga? IVL Svenska Miljöinstitutet, rapport A2038, 11 december 2013.

<sup>19</sup> Dessa faktablad finns på [www.ivl.se/Publikationer](http://www.ivl.se/Publikationer). Sök på ”Martin Erlandsson” eller ”Generell byggproduktinformation (BPI) för bygg- och fastighetssektorn”.

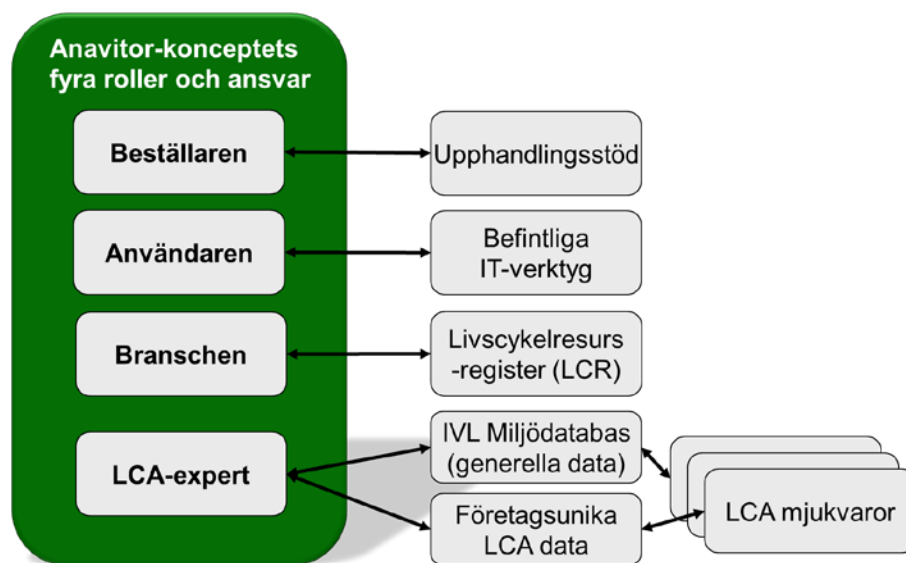
Lite förenklat går det att konstatera att det mest kostnadskrävande är att samla in data för byggskedet, i jämförelse med driftskedet och en tänkt demontering/rivning av byggnaden och den restprodukthantering som då måste göras. Om det är relativt enkelt att verifiera med det färdiga byggnadsverket vad som faktiskt användes i byggprocessen, så är det svårare med användnings- och restprodukthanteringsskedet. Osäkerheten ökar då alla händelser som sker i framtiden måste baseras på olika antagande, scenarion (se Figur 1).

Säg att det är möjligt att det hanteras omkring 35 000 unika byggvaror i en kalkyl. Dessa byggvaror kan delas in i cirka 2500 "enkla byggmaterial" som sedan i en LCA förenklat kan beskrivas med mellan 500 och 1000 varugrupper. I en LCA-databas ges miljöpåverkan typiskt per vikt för en produkt, per MJ för en energivara och per ton·km för olika transportalternativ osv. Genom olika enhetsomvandlingar räknas sedan miljöpåverkan för exempelvis "sågad" vara om till olika dimensioner (se Figur 3).



Figur 3. Anavitor-konceptets korsreferering mellan kalkylposten resurs till LCA-databasens varugrupper via enhetsomvandlingar till "enkla material" inom varje varugrupp. Datakvalitet och dokumentation görs av grundläggande LCA-data, men måste kompletteras med dokumentation av datakvaliteten för de korsrefereringar som görs.

I nästa steg kan dessa "enkla byggmaterial" länkas mot en resurs i en kalkylpost som används i kalkylsystem såsom MAP, Bidcon, Wikells eller från olika BIM-modeller såsom Revit. Detta utgör basen för det vi kallar korsreferering i Anavitor-konceptet.



Figur 4 Anavitor-konceptets rollfördelning där användaren får en ny funktion baserat på den information han redan har i olika system såsom kalkylprogram och CAD. Korsrefereringen underlättas om flera företag jobbar på samma sätt mot ett branschgemensamt resursregister. Slutligen har vi LCA-experten vars roll är att ta fram LCA-data baserad på en gemensam LCA-metodik (EN15804) och som antingen kan representera en leverantör eller en oberoende organisation som då tar fram generella data.

En viktig del av Anavitor-konceptet är att tydligt dela upp rollfördelningen mellan olika kompetenser. På så sätt erhålls ett system där slutanvändaren som inte är en LCA-expert ansvarar för korsrefereringen av exempelvis kalkylposten eller CAD-objektet mot Anavitors resursregister (enligt Figur 3). LCA-expertens roll i Anavitor-konceptet är att ta fram kvalitetsäkrade miljödata och länka dessa till det gemensamma resursregistret. Notera att det bara är LCA-experten som praktiskt använder de kommersiellt använda mjukvaror som idag finns för LCA (TEAM, GABI, SimaPro osv). På så sätt är ambitionen att upplägget med kompetens och ansvarsfördelningen blir tydlig och rationell.

## Energianvändningens miljöpåverkan

Energianvändningens miljöpåverkan är inte entydig och ger oss minst tre utmaningar:

1. Hur lång är driftstiden?
2. Hur ser energins miljöpåverkan ut i framtiden?
3. Vilken miljöpåverkan har den ursprungsmärka energin jag köper?

Utöver dessa kan vi lägga till ytterligare en utmaning som vi redan hanterat, nämligen att bedömningen görs utifrån ett bokföringsperspektiv. Det är den systemsynen som tillämpas enligt de LCA-standarder som kopplas till byggförordningen, det vill säga EN 15804 och EN 15978. En bokförings-LCA ger ett resultat som utöver att den baseras på en robust metodik ger ett svar som gör att resultatet kan jämföras och jämföras med andra uppgifter såsom nationell miljöstatistik med avseende på årliga utsläpp.

1) I en miljöbedömning som en livscykelanalys är det vanligt att anta en livslängd på 50 år, men andra livslängder förekommer. I en LCA antas att byggnaden uppförs, används och sedan rivs. Det betyder inte att man utgår från att detta alltid är fallet, utan används för att det anses vara ett bra scenario för att få med olika skeden i en byggnads livslängd. Vi använder därför 50 års livslängd även i denna analys.

2) Alla prediktioner har ett gemensamt nämligen att alla är fel. Ett alternativ till att förutspå framtiden är att istället anta att det ser ut som det gör i dag (business as usual). Om ett framtidsscenario ska tas fram så är därför rekommendationen enligt projektet Robust LCA att det, utöver den ”mest realistiska” utvecklingen, även ska omfatta ett scenario med ”gynnsam utveckling” och ett med ”sämre utveckling” för att på så sätt ge en bättre uppfattning av osäkerheternas betydelse. I dagsläget saknas sådana allmänt accepterade framtidsscenario varför vi i denna begränsade analys använder oss av en beskrivning av hur det ser ut idag. Vidare använder vi oss i beräkningarna av ett medelvärde av fjärrvärmens miljöpåverkan vilket är relevant när vi analyserar nationella konsekvenser.

Frågan är om vi med detta antagande över- eller underskattar energins andel i energimixen? När det gäller fjärrvärme kan man förvänta sig att den även i framtiden kommer använda hushållsavfall och likande avfall som innehåller fossila material<sup>20</sup>. När det gäller elenergin så gör både investeringar och politiska beslut att andelen fossila bränslen som används kommer att minska betydligt i framtiden. Oavsett energislag så kan vi anta att den kommer att minska per kilowattimme över tiden, varför ett antagande om dagens energimix ger ett konservativt svar, det vill säga kommer överskatta energianvändningens betydelse i förhållande till byggprodukternas påverkan. Å andra sidan kommer då även byggprodukternas miljöpåverkan minska. Det finns dock andra utsläpp från cement som kommer från tillverkningen, som inte är knutna till bränslet och som inte kommer att minska, då dessa utsläpp följer bundna naturlagar.

3) Om man som kund köper ursprungsmärkt energi, hur räknar man då få fram energianvändningens miljöpåverkan? I en bokförings-LCA finns hundraprocentregeln att miljöbelastningen som uppstår måste fördelas på ett sätt så att den stämmer med det som uppstår i verkligheten. Det finns således inget krav som gör att det måste bevisas att ett köp av ursprungsmärkt energi faktiskt måste påverka något. I många system vill man gynna att kunden köper ursprungsmärkt energi, särskilt om den har miljöfördelar. Används ett sådant tankesätt så ska det tillämpas i hela analysen för att hundraprocentregeln ska gälla. Detta betyder att om man köper energi från en mix såsom fjärrvärme eller el så finns det en restpost kvar som inte är ursprungsmärkt. Denna restpost eller residual, som den brukar benämnas, används för de som inte köper ursprungsmärkt energi. På så sätt kommer miljöpåverkan att stämma med vad som totalt sett släpps ut. På elsidan finns det uppgifter för residualmixen från Energimarknadsinspektionen. Denna residualmix baseras på den el som konsumeras i Norden med hänsyn till export och import. Norden har valts då energin handlas på denna marknad och näten är sammanlänkade. För 2012 bestod residualmixen av 28 procent förnybara bränslen, 33 procent fossila bränslen och 38 procent kärnkraft<sup>21</sup>. De

<sup>20</sup> Färdplan 2050: El- och fjärrvärmeproduktion. Statens energimyndighet ER 2012:30 (se sid 31).

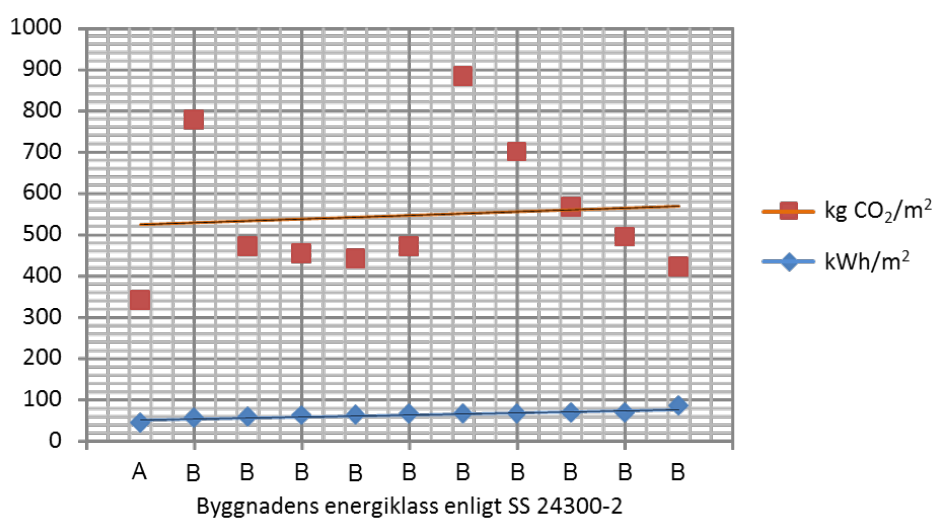
<sup>21</sup> <http://www.energimarknadsinspektionen.se/sv/el/elmarknader-och-elhandel/ursprungsmarkning-av-el/ursprungsmarkning-information-framst-for-elhandelsforetag/residualmixen/>

direkta utsläppen som uppstår anges av Energimarkandsinspektionen till 258 gram koldioxidekvivalenter per kilowattimme för 2012. Notera att dessa uppgifter inte innehåller uppströms miljöpåverkan vilket här antas innebära ett pålägg på 10 procent. Uppgifter om ursprungsmärkt fjärrvärme och residualfjärrvärme saknas varför inga sådana uppgifter används i analysen. Elmixens miljöpåverkan för åren 2005-2007 har beräknats till 152 gram koldioxidekvivalenter per kilowattimme och motsvarande för fjärrvärmemixen till 126 gram. Miljöpåverkan för den miljömärkta elen var 8 koldioxidekvivalenter per kilowattimme för samma period. Uppgifterna kommer från IVL Miljödata Bygg.

Utvecklingen kan sammanfattas med att det idag finns en samsyn kring hur LCA ska göras för produkter. I projektet Robust-LCA konstateras att det bland annat kvarstår ett arbete med hur en robust LCA ska tas fram för att hantera framtidsscenarion för alla slags byggnadsverk. IVL kommer vara aktivt i denna utveckling och deltar i de standardiseringsarbeten som pågår inom området.

## Resultat

Analysen som gjorts utgår ifrån tio klimatdeklarationer för flerbostadshus och där alla deklarerationer är beräknade på samma sätt, vilket inte är givet om endast slumpvis utvalda LCA:er används. Analysen inkluderar totalt tio bostadshus, varav ett är radhus i två våningar och inventeringen har samma omfattning för alla byggnader. I Figur 5 beskrivs respektive byggnads klimatpåverkan för produktionen av byggnaderna inklusive markentreprenaden samt byggprocessen. Dessa värden har redovisats med samma byggnads specifika energianvändning i kilowattimmar per kvadratmeter, det vill säga den delen som regleras av byggreglerna (BBR).



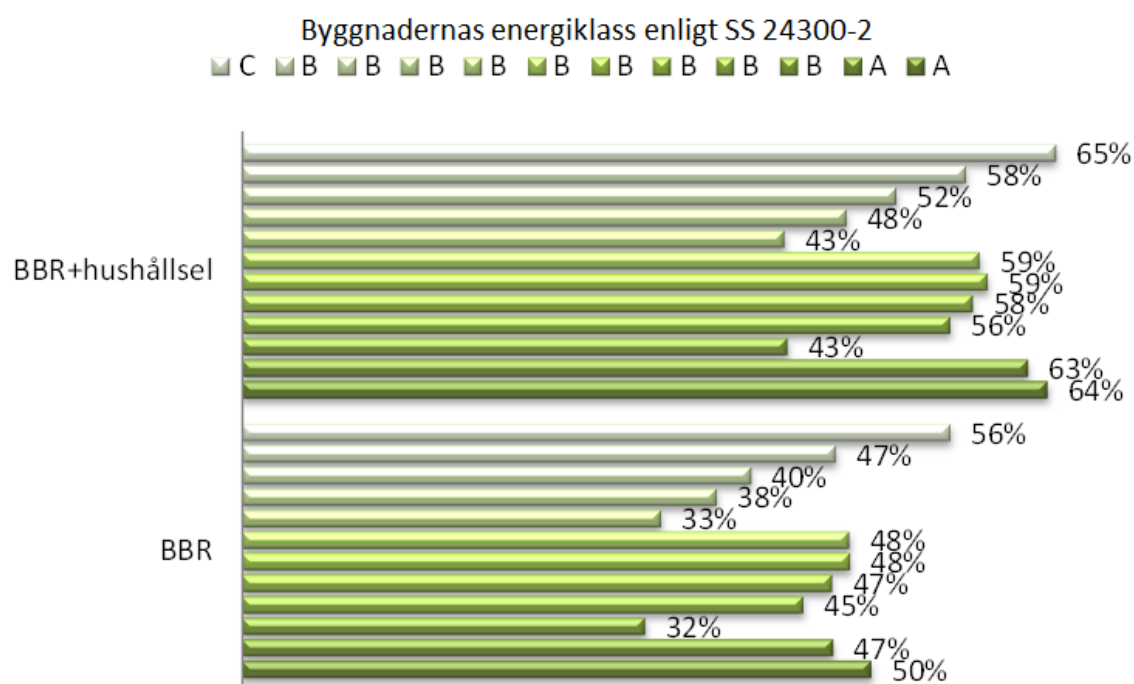
Figur 5 Specifik energianvändning enligt BBR (blå markering) och klimatpåverkan (röd markering) för motsvarande bostadshus uppströms miljöpåverkan (kWh). Ett rätlinjigt samband har ritats in i figuren för energianvändningen samt klimatpåverkan med hjälp av linjär regressionsanalys.

Ett rätlinjigt samband för energianvändningen samt klimatpåverkan har ritats ut i figuren med hjälp av linjär regressionsanalys. Det visar att val av olika systemlösningar (såsom platsgjuten betongstomme med utfackningsväggar av lättreglar och gips med utvändigt tunnputs) och därmed specifika materialval har större betydelse än den extra isolering och reglar etcetera som dessa konstruktionslösningar kräver för att uppnå den bättre energiprestandan. Det går att tolka detta samband som att låg energiprestanda inte innebär högre miljöpåverkan om materialvalen är de rätta. Tvärtom ser vi i Figur 5 att sämre specifik energianvändning enligt BBR (blå markering) också innebär att man använder mer klimatpåverkande material (röd markering) (även om sambandet är svagt och endast gäller för de 10 byggnader som har analyserats).

Betongens andel av den totala klimatpåverkan för att producera den färdiga byggnaden utgör oftast det enskilt största bidraget till klimatpåverkan från byggmaterialen. Eftersom bidraget från isolering i de analyserade flerbostadshusen inte är lika betydande, så påverkar inte heller denna mängd den totala klimatpåverkan på samma sätt som valet av systemlösningar (trästomme, betongstomme o.s.v.) och dess ingående materialval.

Vad gäller motsvarande uppgifter för driftfasen (nedströms miljöpåverkan) går detta inte att koppla byggmetod för att uppnå ett lågenergihus, utan miljöpåverkan styrs av total köpte energi samt vilka energivaror som används. Det finns ytterligare en frågeställning kopplat till driftfasen: ska inre underhåll inkluderas eller inte i ”nedströms” påverkan? Svaret beror delvis på ägandeformen och vad fastighetsägaren respektive hyresgästen råder över för beslut. Om man förenklar och ”bara” lägger på yttre underhåll och underhåll av gemensamhetslokaler blir detta en ganska liten post. Detta bör därför inte påverka slutsatserna med avseende på energi och klimat, däremot kan bidrag till andra aspekter som toxicitet eller marknära ozon ha betydelse. Frågan om vad som ska inkluderas i nedströms miljöpåverkan utreds för närvarande i ett forskningsprojekt<sup>7</sup>.

Figur 6 visar klimateffektiviteten för flerbostadshus definierat som energianvändningens klimatpåverkan i förhållande till energianvändningen och byggnadens uppströms klimatpåverkan.

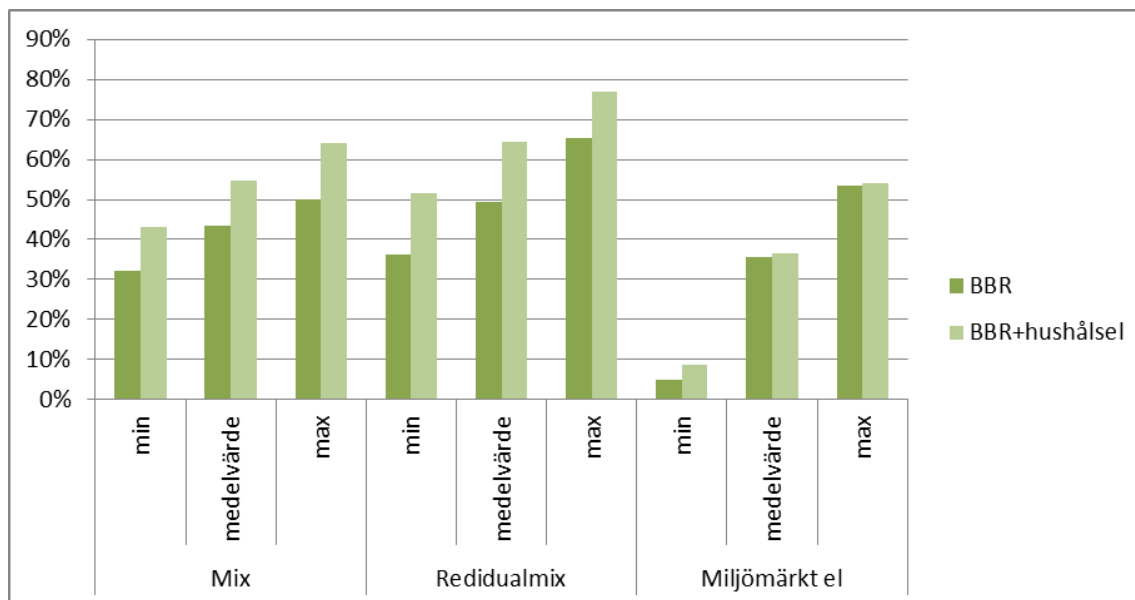


Figur 6 Klimateffektivitet för flerbostadshus definierat som energianvändningens klimatpåverkan i förhållande till energianvändningen och byggnadens uppströms klimatpåverkan. Överst ingår all driftenergi, inklusive hushållsel och nedre delen den specifika energianvändningen, d.v.s. den del som regleras av byggreglerna BBR (56 respektive 44 procent i medeltal).

I den övre delen av figuren ingår all driftenergi, d.v.s. inklusive hushållsel. Den nedre delen av figuren visar den specifika energianvändning, d.v.s. den del som regleras av byggreglerna BBR (56 respektive 44 procent i medeltal).

Figur 7 visar en alternativ beräkning av klimatpåverkans effektivitet. Energianvändningen redovisas dels enligt BBR, dels enligt BBR inklusive hushållselen. Miljöprestanda för alla energislag kommer från IVL Miljödatabas Bygg och är medelvärden från år 2005-2007,

frånsett residualmixen som är för 2012 och kommer från Energimarknadsinspektionen. Samtliga byggnaders värme antas komma från fjärrvärme frånsett ett hus i klimatklass A, där all köpt energi är baserad på köpt el.



Figur 7 En alternativ beräkning av klimatpåverkans effektivitet där min- och max-värde anges som komplement till medelvärdena. Energianvändningen redovisas dels enligt BBR samt BBR inklusive hushålselen. Miljöprestanda för alla energislag är från IVL Miljödata bas Bygg och är medelvärden för åren 2005-2007, frånsett residualmixen som är från 2012 och kommer från Energimarknadsinspektionen. Samtliga byggnaders värme antas komma från fjärrvärme frånsett ett hus i klimatklass A, där all köpt energi är baserad på köpt el.

Utifrån resultatet i Figur 6 och Figur 7 kan man konstatera att frågan om hur man ska bedöma driftenergens miljöpåverkan har större betydelse än systemgränsen om man i driftenergin tar med hushålselen eller inte. I ett samhällsperspektiv är det mest logiskt att hushålselen ingår i det föreslagna nyckeltalet.

När det gäller hur miljöpåverkan för köpt energi ska beräknas är det svårare att ge en bra rekommendation. Om resultatet ska användas för en miljövarudeklaration så förefaller ”Mix-alternativet”, dvs. medeldata, vara det mest pålitliga valet för framtida energianvändning. Användningen av data för specifik och ursprungsmärkt energi är i teorin bra för att ge en ögonblicksbild. Inga av dessa val ger dock en bra bild av hur beslutet att bygga ett lågenergihus påverkar miljön eftersom de inte tar hänsyn till hur byggnadens energianvändning ser ut över tid och vilka effekter olika teknikval har. En sådan metodik finns utvecklad för fjärrvärme, där olika byggnaders effektsignatur påverkar den enskilda bygganden miljöprestanda<sup>22</sup>. Om man vill studera de olika alternativens samhällseffekter på miljön bör istället en konsekvens-LCA tas fram, som tar hänsyn både till

<sup>22</sup> Erlandsson M, Sandberg E. Resursindex för energi -konsekvensanalys för byggnader med fjärrvärme. Fjärrsyn, rapport 2011:7, Svensk Fjärrvärme AB, oktober 2011.



marginal effekterna i energisystemet och till indirekta effekter på andra system som är relevanta för miljön.

## Slutsatser och diskussion

Det finns idag regler som gör att LCA ger entydiga svar, det vill säga samma svar erhålls oavsett vem som utför bedömningen. Dessa regler minskar flexibiliteten hur en LCA kan utföras och beskrivs i den Europeiska standarden EN15804. Standarden är utvecklad för byggprodukter och omfattar även energivaror och beskriver hur miljöprestanda ska bedömmas enligt byggproduktförordningen. Baserat på denna metodik finns även en gemensam europeisk metodik utvecklad för byggnader som används av NCC och Skanska för att göra klimatdeklarationer. Analysen som har gjorts i den här rapporten utgår från tio av NCC:s klimatdeklarationer för flerbostadshus och där alla deklarerationer är beräknade på samma sätt.

Klimatpåverkan beräknas i en LCA enligt internationell praxis i form av koldioxidekvivalenter (enligt IPPC), vilket gör att olika gasers bidrag till klimatpåverkan kan räknas samman. I brist på en resursindikator som tar hänsyn till knapphet (exempelvis skillnaden mellan förnybara och fossila resurser, det vill säga hur begränsade resurserna är) kan klimatpåverkan också ses som en indirekt resursindikator. En klimateffektivitetsindikator har definierats för att beskriva betydelsen av energianvändningens miljöpåverkan (nedströms) i förhållande till byggnadens totala miljöpåverkan (nedströms och uppströms). Ett högt värde innebär då att energianvändningen är en mer betydande miljöaspekt i förhållande till byggprodukternas och byggprocessens bidrag. Ett lågt värde på indexet innebär att byggprodukternas och byggprocessens bidrag är den betydande miljöaspekten. Denna typ av indikator kan ses som ett förslag på en byggnadsrelaterad prestandaindikator ”Hållbar användning av naturresurser” (BWR7) som introducerades i byggprodukt direktivet.

Analysen av klimateffektivitetsindexet visar att:

- Energianvändningens bidrag till klimatpåverkan i förhållande till byggnaden och byggprocessen är likvärdiga för de analyserade byggnaderna (d.v.s. omkring 50 procent).
- Energianvändningens andel av klimatpåverkan hos de analyserade bostäderna i medeltal är 56 procent om man räknar in hushållselen och 44 procent om man håller sig till den mer begränsade definitionen av energianvändning som ingår i Byggreglerna (där hushållsel inte ingår).
- Det specifika materialvalet har större betydelse för den totala miljöpåverkan än vad extra isolering, regler och liknande, som krävs för att uppnå den bättre energiprestandan, har. Det kan tolkas som att låg energiprestanda inte innebär högre miljöpåverkan om materialvalen är de rätta. Tvärtom indikerar analysen att

sämre energiprestanda också innebär att man använder mer miljöpåverkande material – även om sambandet är svagt.

- Ett av de mest betydande bidragen till byggnadernas energiprestanda står betong för och mängden betong i de olika byggnaderna beror på olika valda tekniska lösningar. Det skulle kunna förklara varför en högre andel av isolering, som krävs för att uppnå en lägre energianvändning och klimatpåverkan, därför inte har en avgörande betydelse.
- En fördjupad analys borde utföras, där olika tekniska lösningar som baseras på olika materialval kan utvärderas baserat på en robust LCA-metodik. Analysen borde då även utvidga det climateffektivitetsindex så som det definierats här så att underhåll och ett tänkt rivningsskede beaktas.
- Det finns metodmässigt ett problem att beskriva energianvändningens miljöpåverkan som antingen kan hanteras genom att man beaktar specifika val eller använder medelvärde. Analysen som genomförts här visar att om man accepterar att det går att använda specifika val i förhållande till ett medelvärde av elmixen, så resulterar detta i att för det energieffektivaste huset så sjunker då indexet från cirka 30 till 5 procent (se Figur 7).
- En vidare analys borde göras för att bedöma på vilket sätt energianvändningens miljöpåverkan bör beräknas i olika syften. Baserat på en redan genomförd studie i projektet Robust LCA<sup>12</sup> är det troligt att en sådan analys skulle visa att det inte finns ett sätt som är användbart i alla syften, utan att det beror på vilken fråga som ska besvaras.

Det kan ifrågasättas om bara byggnaders minimikrav på energiprestanda ska regleras. Med den utveckling som pågår och drivs på av politiska mål så borde även ett minimikrav på climateffektivitet utvärderas. Utifrån resultatet av den här analysen skulle ett förslag på en sådan reglering kunna vara att ställa ett krav på climateffektivitet på minst 50 procent. Ett sådant miljökrav måste baseras på en robust LCA-metodik och utgå ifrån de standarder som utvecklats för detta kopplat till byggproduktdirektivet. Detta miljökrav skulle då både beakta miljöpåverkan och en indikator för hållbar resursanvändning (motsvarande byggproduktförordningens funktionskrav BWR7 för byggnader). Dessa LCA-metoder är materialneutrala och därmed konkurrensbefrämjande.

För att det föreslagna miljökravet ska ha någon verklig effekt krävs att fördefinierade miljöprestanda med medelvärde/mix för el och fjärrvärme används. Om prestanda för specifika energileveranser skulle accepteras i detta syfte skulle det lätt gå att ”köpa sig fri”, utan att det skulle påverka energimarknadens faktiska utveckling, varför detta alternativ bör undvikas.

## Bilaga: Inkluderade byggnader i analysen

Följande byggnader ingår i inventeringen för vilka NCC har tagit fram klimatanalyser enligt Anavitor-konceptet. Inga garantier lämnas för att de är ett representativt urval av det som byggs, men urvalet ger en god bild av variationen av olika byggnaders miljöprestanda.

### **Bostadshus:**

Beckomberga

Annedal

Brf Malla

Tölöbergs Terrass

Ursviks Allé

Kvillebäcken

Brf Chateau Mattis

Västra orgeln

Brf Tullingen

Brf Fullriggaren

Södra Parkvillorna

Brf Kvarntornet