

# **LIVSCYKELANALYSER – VÄGLEDNING VID VAL AV VERKTYG**

**Catrin Heincke, NCC**

**Lena Dahlgren, NCC**

**Kristine Ek, NCC**

**Sjouke Beemsterboer, Chalmers**

**2018-10-08**

# FÖRORD

Denna utredning har utförts av NCC Sverige AB genom Lena Dahlgren och Kristine Ek, som båda är LCA-experter. Ett av verktygen är utvärderat av Sjouke Beemsterboer, doktorand inom hållbarhet på Chalmers Tekniska högskola. Rapporten är framtagen av Lena Dahlgren, Kristine Ek och Catrin Heincke, som även varit projektledare för uppdraget.

Till utvärderingen har en referensgrupp kopplats där följande personer medverkat:

- Sjouke Beemsterboer, Chalmers
- Maria Franzén, PEAB
- Pernilla Löfås, NCC
- Urban Olsson, Zengun
- Per Åhman, Sveriges Byggindustrier

Referensgruppen har bistått med bra diskussioner om upplägg och olika aspekter som varit viktiga att utvärdera när vi tittat på de olika verktygens möjligheter. De har även varit med och lämnat synpunkter på rapporten och dess uppbyggnad.

Göteborg oktober 2018

## SAMMANFATTNING

Livscykelanalyser (LCA) blir allt mer efterfrågat i byggbranschen. Inom ett par år blir det troligtvis lagstadgat att utföra klimatdeklarationer i Sverige, alltså att redovisa koldioxidutsläpp på nyproducerade byggnader, vilket också bidrar till att fler och fler redan nu börjar intressera sig för området.

I utvärderingen som följer har vanligt förekommande LCA-verktyg på marknaden utvärderats i hopp om att kunna ge en vägledning vid val av verktyg.

Vid utvärderingen av verktygen tittade man på en specifik väggkonstruktion, så att den data som lades in skulle vara så lika varandra som möjligt och möjliggöra jämförelser av verktygen. Utvärderingen har följt en viss metodik oberoende av verktyg och utvärderingen är utförd med objektivitet som grundförutsättning. Det är tester från projektgruppen som rapporten baseras på och inte på uppgifter från mjukvaruleverantörerna.

I detta projekt har en utvärdering begränsats till sex olika LCA-verktyg; *Anavitor*, *Byggsektorns Miljöberäkningsverktyg 1.0*, *GaBi*, *One Click LCA*, *Open LCA* och *SimaPro*.

Varje verktyg har fått en inledande beskrivning i löpande text i rapporten. Där har det beskrivits hur verktyget fungerar, vilka möjligheter och funktioner som finns samt lite kort om support och kostnader för respektive verktyg. I slutet har en matris tagits fram som på ett enkelt sätt kan användas för att få svar på enkla frågor kopplat till de olika verktygen. Utöver detta finns resultat från beräkningen redovisad för att ytterligare möjliggöra jämförelser verktygen emellan.

Utvärdering visar att verktygen GaBi, SimaPro och openLCA har en längre startsträcka och kräver mer LCA-kompetens hos användaren än vad Anavitor, BM1.0 och One Click LCA gör. Anavitor, BM1.0 och One Click LCA är dessutom utvecklade specifikt för byggnadsprojekt.

BM1.0 räcker för att leverera enligt det eventuellt kommande lagkravet på klimatdeklaration av byggnader (Boverket), samt för att uppfylla Indikator 15 i Miljöbyggnad 3.0. Men för att nå kraven för BREEAM och LEED-certifiering är BM1.0 inte tillräckligt.

Resultatanalysen som finns publicerad i rapporten vittnar om en problematik gällande skillnader i resultat. Dessa är beroende av verktyg som används samt troligtvis vem som utfört beräkningen. En förklaring är att verktygen använder olika databaser och därmed olika miljödata. Att klimatpåverkan för ett och samma byggmaterial i vissa fall har en stor spridning verktygen emellan beror delvis på vilken geografi datasetet representerar samt ifall det är generiska eller specifika dataset (EPD), vilket bekräftar det som ofta sägs gällande LCA-beräkningar; det är svårt att jämföra beräkningar med varandra.

Beroende på vad en LCA ska användas till, lämpar sig olika verktyg olika bra. Faktum är dock att det i slutändan är svårt att se direkta fördelar och nackdelar med ett visst verktyg med utgångspunkt från de olika önskemål som verktyget ska kunna fylla.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>BAKGRUND TILL LCA</b>	<b>6</b>
2.1	LIVSCYKELFASER	6
2.2	SYSTEMGRÄNSER OCH CUT-OFFS	7
2.3	FUNKTIONELL ENHET OCH DEKLARERAD ENHET	7
2.4	MILJÖPÅVERKANSKATEGORIER	7
2.5	DATASET	8
2.6	MILJÖVARUDEKLARATION - EPD	8
2.7	SCENARIOANALYS	8
<b>3</b>	<b>METOD</b>	<b>8</b>
3.1	VÄGGKONSTRUKTIONEN	8
3.2	UTVÄRDERINGENS TILLVÄGAGÅNGSSÄTT	9
3.3	VAL AV VERKTYG	10
<b>4</b>	<b>UTVÄRDERADE LCA-VERKTYG</b>	<b>10</b>
4.1	ANAVITOR	10
4.1.1	<i>Allmän beskrivning</i>	10
4.1.2	<i>Användningsområden</i>	10
4.1.3	<i>Miljödata</i>	11
4.1.4	<i>Modellering</i>	11
4.1.5	<i>Hjälpmedel och support</i>	11
4.1.6	<i>Resultatredovisning</i>	11
4.1.7	<i>Licenser och kostnader</i>	11
4.2	BYGGSEKTORNS MILJÖBERÄKNINGSVERKTYG BM 1.0	12
4.2.1	<i>Allmän beskrivning</i>	12
4.2.2	<i>Användningsområden</i>	12
4.2.3	<i>Miljödata</i>	12
4.2.4	<i>Modellering</i>	12
4.2.5	<i>Hjälpmedel och support</i>	13
4.2.6	<i>Resultatredovisning</i>	13
4.2.7	<i>Licenser och kostnader</i>	13
4.3	GABI	14
4.3.1	<i>Allmän beskrivning</i>	14
4.3.2	<i>Användningsområden</i>	14
4.3.3	<i>Miljödata</i>	14
4.3.4	<i>Modellering</i>	15
4.3.5	<i>Hjälpmedel och support</i>	15
4.3.6	<i>Resultatredovisning</i>	15
4.3.7	<i>Licenser och kostnader</i>	15
4.4	ONE CLICK LCA	15
4.4.1	<i>Allmän beskrivning</i>	15
4.4.2	<i>Användningsområden</i>	16
4.4.3	<i>Miljödata</i>	16

4.4.4	<i>Modellering</i>	16
4.4.5	<i>Hjälpmedel och support</i>	17
4.4.6	<i>Resultatredovisning</i>	17
4.4.7	<i>Licenser och kostnader</i>	17
4.5	OPENLCA	17
4.5.1	<i>Allmän beskrivning</i>	17
4.5.2	<i>Användningsområden</i>	17
4.5.3	<i>Miljödata</i>	18
4.5.4	<i>Modellering</i>	18
4.5.5	<i>Hjälpmedel och support</i>	18
4.5.6	<i>Resultatredovisning</i>	18
4.5.7	<i>Licenser och kostnader</i>	19
4.6	SIMAPRO	19
4.6.1	<i>Allmän beskrivning</i>	19
4.6.2	<i>Användningsområden</i>	19
4.6.3	<i>Miljödata</i>	19
4.6.4	<i>Modellering</i>	20
4.6.5	<i>Hjälpmedel och support</i>	20
4.6.6	<i>Resultatredovisning</i>	20
4.6.7	<i>Kostnader</i>	20
<b>5</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>JÄMFÖRELSEMATRIS</b>	<b>22</b>
6.1	ANVÄNDNINGSSOMRÅDE	22
6.2	MILJÖCERTIFIERINGSSYSTEM	22
6.3	LIVSCYKELFASER	22
6.4	SCENARIOANALYS	22
6.5	INMATNING AV DATA I VERKTYG	22
6.6	DATABAS	22
6.7	MILJÖPÅVERKANSKATEGORIER	23
6.8	ANVÄNDARVÄNLIGHET	23
<b>7</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>25</b>
	<b>BILAGA 1 – RESULTAT AV BERÄKNING</b>	<b>26</b>

# 1 INLEDNING

Livscykelanalyser (LCA) blir allt mer efterfrågat i byggbranschen. En livscykelanalys kan göras på delar av eller hela byggnader beroende på vad resultaten ska användas till. I några av miljöcertifieringssystemen finns det idag krav på att LCA ska göras för olika byggnadsdelar och olika livscykel-faser, vilken är en av anledningarna till den ökade efterfrågan av LCA.

Inom ett par år blir det troligtvis lagstadgat att utföra klimatdeklarationer i Sverige<sup>1</sup>, alltså att redovisa koldioxidutsläpp på nyproducerade byggnader, vilket också bidrar till att fler och fler redan nu börjar intressera sig för området. Detta tillsammans med krav i certifieringssystem har dessutom bidragit till att fler verktyg lanserats.

Genom att utvärdera några vanligt förekommande LCA-verktyg på marknaden hoppas vi kunna ge en vägledning vid val av verktyg. Det finns flera anledningar till varför en LCA görs och beroende på dess syfte kan det mycket väl vara så att olika verktyg lämpar sig olika bra. I vissa fall görs en LCA-beräkning för att ta poäng i ett miljöcertifieringssystem och i andra fall för att hitta optimeringspotential för olika delar i en konstruktion.

Beroende på vad livscykelanalysen ska användas till ställs olika krav på detaljeringsgrad. I ena fallet behövs specifika data tillhörande just den produkten man använder och i andra fall generella värden för en viss produkttyp. Det finns även fall när man gör livscykelanalyser i tidiga skeden, till exempel för att lämna anbud, vilket innebär att specifika data inte finns tillgängligt eftersom exakt produkt inte är bestämd.

## 2 BAKGRUND TILL LCA

En livscykelanalys beskriver hur en viss produkt eller byggnad påverkar miljön under olika livscykel-faser; från det att råvaran utvinns tills dess att produkten/byggnaden rivs, deponeras och/eller återvinns. En sådan analys, som inkluderar alla livscykel-faser kallas för *vagga till grav-LCA*. LCA-analyser görs dock ibland för enbart vissa faser av en byggnads livscykel. Ofta inkluderas enbart miljöpåverkan från det att råvaran utvinns till leverans av den färdiga produkten vid fabriksgrind. Detta kallas för en *vagga till grind-LCA*. Det är alltså möjligt att välja olika delar av en livscykel, från utvinning och framställning, till produktion, användning och slutligen återvinning och deponi beroende på vad man vill få ut av analysen.

### 2.1 Livscykel-faser

I Figur 1 återges den generella indelning som görs av olika livscykel-faser för en byggnad eller byggprodukt. Varje fas är i sin tur indelad i ett antal moduler. Denna indelning följer de standarder som reglerar hur en livscykelanalys på en byggnad eller byggprodukt ska tas fram. *Vagga till grind* motsvaras av modulerna A1-A3 och *Vagga till grav* motsvaras av modulerna A1-C4. *Övrig miljöinfo D* är alltid frivilligt att välja om den ska inkluderas eller ej.

Tillverkningsfas (A1-A3)			Byggfas (A4-A5)		Driftsfas (B1-B7)							Slutfas (C1-C4)				Övrig miljöinfo (D)
A1 - Råmaterial	A2 - Transport	A3 - Tillverkning	A4 - Transport	A5 - Byggproduktion	B1 - Användning	B2 - Underhåll	B3 - Reparation	B4 - Utbyte	B5 - Renovering	B6 - Energianvändning	B7 - Vattenanvändning	C1 - Rivning	C2 - Transport	C3 - Avfallshantering	C4 - Sluthantering	D - Potential för återanvändning och material- och energiåtervinning

Figur 1. Systemgränser för en LCA enligt EN 15804:2012 (Värdering av byggnaders miljöprestanda)

Det finns inga tydliga krav på vad som ska ingå och vad som inte ska ingå när man gör en LCA. Detta trots att det finns ett flertal standarder som reglerar hur man ska räkna och vad man ska räkna på. Ett undantag är när en miljövarudeklaration (Environmental Product Declaration, EPD) ska tas fram, eftersom det då finns så kallade Produktspecifika regler (Product Category Rules, PCR) framtagna för hur livscykelanalysen ska gå till. Då är kraven på vad som ska ingå mer specificerade, även om det fortfarande finns vissa frihetsgrader.

## 2.2 Systemgränser och cut-offs

Något annat som är viktigt att nämna är systemgränser och så kallade cut-offs. Dessa sätter grunden för det slutgiltiga resultatet för en LCA-beräkning. Bara för att det finns en standard eller en PCR att följa innebär inte detta att det finns en exakt metodik att följa. Med systemgräns avses hur beräkningen avgränsas, tex. vilka delar av byggnaden som ska ingå i beräkningen eller vilka moduler (i figur 1) som ska inkluderas.

Cut-offs innebär att det är tillåtet att utesluta en viss mängd data/material om datatillgången är otillräcklig.

## 2.3 Funktionell enhet och deklarerad enhet

Den miljöpåverkan som beräknas inom en LCA relateras alltid till en räknebas/enhet, detta kallas antingen för funktionell enhet (FU) eller deklarerad enhet (DU). En funktionell enhet tar alltid hänsyn till byggnadens eller produktens funktion, så som livslängd, och är därför alltid relevant när man till exempel gör en vagg till grav LCA, exempelvis kg CO<sub>2e</sub> per kg betong som ska hålla i 60 år. I en vagg till grind tas ingen hänsyn till livslängden, utan beräkningen görs tex. för 1 kg betong enbart, och detta kallas istället för deklarerad enhet.

## 2.4 Miljöpåverkanskategorier

En LCA-beräkning kan redovisas på flera sätt. Idag är det vanligt att man enbart räknar på klimatpåverkan, som redovisas som GWP (Global Warming Potential) med enhet i koldioxidekvivalenter (CO<sub>2e</sub>). Det finns även ett antal andra miljöpåverkanskategorier som kan beaktas vid en livscykelanalys. Exempel på sådana är försurning, övergödning, ozonuttuning, marknära ozon och resursanvändning.

## 2.5 Dataset

Miljödata för en produkt finns sammanställd i ett s.k. dataset för produkten. Ett dataset för en produkt är en sammanställning av alla inflöden och utflöden för en viss mängd av produkten. Dvs. alla mängder av råmaterial, energi osv. samt alla utsläpp till miljön som är förknippade med tex. tillverkningen av en viss enhet av produkten. Information om hur dessa in- och utflöden är framtagna kallas metadata och beskriver således datasetets datakvalitet. Detta ger LCA utföraren en överskådlig bild över hur representativ miljödatan faktisk är för den aktuella produkten.

## 2.6 Miljövarudeklaration - EPD

Som nämndes ovan behövs beroende på situation mer eller mindre exakt miljödata för den produkt man räknar på. Inom LCA-området pratas det ofta om EPD<sup>2</sup>. En EPD redovisar miljöpåverkan från en produkt över hela eller delar av dess livscykel. Den tas fram genom att göra en livscykelanalys som granskas och verifieras av en oberoende part innan den godkänns. Det är alltid obligatoriskt att redovisa tillverkningsfasen (modul A1-A3) i en EPD, övriga livscykel faser är frivilliga att redovisa. En EPD måste förutom att följa standarderna även följa räknereglerna i produktens PCR.

En EPD kan redovisa en specifik produkt eller en genomsnittlig produkt. Det beror helt på vad man väljer att EPD:n ska deklarerar. Det ska tydligt framgå vilken produkt som deklarerar i EPD:n, tex om det är en produkt från en specifik fabrik eller om det är en genomsnittlig produkt från tillverkarens alla fabriker i Sverige.

## 2.7 Scenarioanalys

Med scenarioanalys menas att man enkelt kan testa hur olika scenarion, i.e. byggdelar eller byggprodukter påverkar de miljömässiga resultaten. Som exempel vill man kanske jämföra en stomme av trä med en stomme av betong.

# 3 METOD

Vid utvärdering av de olika verktygen har vi valt att titta på en specifik väggkonstruktion, så att samma data läggs in i alla verktyg. Detta har gjorts för att underlätta jämförelsen mellan de olika verktygen vid inmatning av data och vilka olika möjligheter verktygen har för detta, samt att underlätta för att kunna jämföra resultaten för varje verktyg.

## 3.1 Väggkonstruktionen

Den väggkonstruktion som utvärderingen baserats på är 1 m<sup>2</sup> yttervägg med fönster. Genomsnittliga materialmängder för ytterväggen har beräknats utifrån en vägg à 25 x 3 m med 6 fönster à 0,98 x 1,58 m och presenteras i Tabell 1.



**Tabell 1. De materialmängder per m2 vägg som använts som underlag i utvärderingen.**

Vägg:

<i>Tjocklek</i>	<i>Material</i>	<i>kg/m<sup>2</sup> yttervägg</i>
3 lager	Färg	0,83
22x120 mm	Liggande träpanel	9,24
28x70 mm	Stående glesträ c600	1,32
50 mm	Skalmursskiva 33	1,67
9 mm	Vindskyddsskiva	6,99
170 mm	Stålregel c600	9,37
170 mm	Uniskiva 36	3,09
0,2 mm	Plastfolie	0,20
45x45 mm	Liggande stålregel c600	0,79
45 mm	Uniskiva 36	0,82
13 mm	Gips	9,51

För att ytterväggen ska vara bärande krävs även:

	Stålpelare	2,02
	Armering i bjälklag	1,26

Fönster:

	Glas	2,45
	Trä	1,63
	Aluminium	0,49
	Plast	0,03
	EPDM-gummi, silikon	0,10
	Stål, beslag	0,11
	Ytbehandling (färg)	0,04

I bilaga 1 finns en sammanfattning av de olika verktygens resultat i form av klimatpåverkan och vilka dataset som valts.

### 3.2 Utvärderingens tillvägagångssätt

Vid utvärderingen av verktygen har vi fått tillgång till licenser för vart och ett av verktygen. För att få detta har vi behövt kontakta mjukvaruleverantörer som varit behjälpliga att ge oss provlicenser om detta varit nödvändigt. Utvärderingen har följt en viss metodik oberoende av verktyg och vi har därmed försökt att vara objektiva i vår utvärdering och hålla oss till fakta snarare än personliga upplevelser. Det behöver dock nämnas att vi har mer eller mindre erfarenhet av de olika verktygen, vilket påverkat utvärderingens komplexitet för varje verktyg. Det är våra tester som rapporten baseras på och inte uppgifter från mjukvaruleverantörer, annat än för enklare frågor om kostnader etc. De verktyg som vi har erfarenhet av sedan tidigare är i första hand GaBi, SimaPro och One Click LCA.

Arbetet inleddes med att projektgruppen identifierade de aspekter som skulle utvärderas i varje verktyg. Dessa aspekter listas i jämförelsematrisen, se kap 6.

### 3.3 Val av verktyg

På senare år har ett antal nya verktyg nått marknaden och konkurrensen verktygen emellan blir allt större. I detta projekt har en utvärdering begränsats till sex olika LCA-verktyg; *Anavitor*, *Byggsektorns Miljöberäkningsverktyg 1.0*, *GaBi*, *One Click LCA*, *Open LCA* och *SimaPro*. Det finns därmed ett antal fler verktyg som har utelämnats.

I det förslag som Boverket lämnat till regeringen gällande klimatdeklaration av byggnader<sup>1</sup> tas exempelvis verktygen BECEREN, BidCon Klimatmodul och LCAByg upp. Det finns inga rätt eller fel gällande verktyg som kan och bör användas, men anledningen till att ovanstående verktyg inte togs med i utvärderingen är att BECEREN inte ansågs tillräckligt etablerad, BidCon Klimatmodul kräver BidCon kalkylsystem, vilket ger andra förutsättningar vid val av verktyg samt att LCAByg är en dansk programvara och ovanlig på den svenska marknaden.

Vid utvärderingen matades data in manuellt i alla verktyg förutom i *Anavitor*, där data importerades via deras inläsbara filformat. Konverteringen av data från Excel till inläsbart format utfördes av programutvecklarna på *Anavitor*.

## 4 UTVÄRDERADE LCA-VERKTYG

Alla verktyg är indelade i samma underrubriker för att underlätta för läsaren att jämföra verktygen med varandra. I kapitel 5 finns dessutom en matris med de utvärderade aspekterna redovisade för att på ett enkelt sätt ge en överblick av varje verktygs möjligheter och funktioner.

### 4.1 *Anavitor*

#### 4.1.1 Allmän beskrivning

*Anavitor* är ett verktyg som utvecklats av IVL Svenska Miljöinstitutet och Åkej AB<sup>3</sup>. Verktyget är licensbaserat men en gratis provlicens går att få, vilket har använts i denna utvärdering. Syftet med *Anavitor* är att på ett enkelt sätt kunna utföra både LCA- och LCC-beräkningar på ett byggnadsverk, utan att vara LCA-expert. Tanken med verktyget är att använda information som redan finns tillgänglig inom organisationen, så som tex. kalkyl och CAD-system. Som nybörjare i verktyget upplevs *Anavitor* något svårt att orientera sig i. Det innebär att någon form av genomgång från leverantören anses nödvändig innan man kan sätta igång med sin LCA-beräkning.

#### 4.1.2 Användningsområden

*Anavitor* beräknar LCA för hela byggnadens livscykel dvs. vaggatillgrav för ett antal olika miljöpåverkanskategorier, så som tex. klimatpåverkan, försurning, övergödning m.fl. Detta gör att verktyget kan användas för att identifiera miljöoptimeringar.

*Anavitor* kan läsa in mängder direkt från ekonomiska kalkyler, detta möjliggör LCA-beräkningar i tidiga skeden, som tex. anbudsskede så fort en kostnadskalkyl eller CAD-modell finns framtagen. Som input till *Anavitor* kan filer från ekonomiska kalkylverktyg så som tex. MAP, Spik, Sektionsdata läsas samt från BIM-modeller.

Anavitor kan hantera beräkningar för Miljöbyggnad 3.0 och LEED och arbete pågår för att även hantera BREEAM (2017).

#### 4.1.3 Miljödata

Anavitor använder sig i första hand av generiska miljödata och består av en databas om ca 550 dataset. Databasen är framtagen av IVL och innehåller betydande miljödata för svenska förhållanden vilka kompletteras med data från verifierade LCA-databaser. Även viss specifik data i form av EPD finns i databasen, vilken i verktyget direkt kan ersätta generisk data för en produkt. Att byta ut generisk data mot specifik data (EPD) har dock ej testats i utvärderingen.

#### 4.1.4 Modellering

Data för väggen som skulle utvärderas skickades till Åkej i Excelformat, som omvandlade data till inläsbart format för Anavitor. Efter detta importerades filen i verktyget och LCA-beräkningen utfördes. Jobbar man med en kalkyl från tex. MAP kopplas indatan till ett överensstämmande dataset i databasen. Anavitor kommer ihåg matchningen nästa gång samma material eller produkt dyker upp. Det finns dock alltid möjlighet att ändra till ett annat dataset. Anavitor vill alltid, i första hand koppla mot *mängden* material, men eftersom det ibland endast finns en kostnad i kalkylsystemet, kan Anavitor ändå få fram en mängd utifrån denna kostnad, detta sänker dock kvaliteten på beräkningen. Översättningen från kostnad till miljöpåverkan är inte självklar för användaren av verktyget, eftersom denna konvertering görs automatiskt i verktyget. Detta gör att man som användare inte har full kontroll över vilket dataset indata kopplas mot. Viss information om miljödata finns men det upplevs inte vara så intuitivt hur man ska hitta denna eller hur man kan hitta information om hur beräkningarna är gjorda.

#### 4.1.5 Hjälpmedel och support

Support finns att få, en betalande användare får en introduktionsutbildning i hur Anavitor ska användas och hur man ska tänka när man arbetar med verktyget. Det finns även en användarhandledning, där det tex. står hur man aktiverar en licens, men denna hittar man först när man aktiverat licensen och fått tillgång till verktyget. Användarhandledningen går inte att spara ner utan kan enbart läsas från verktyget.

#### 4.1.6 Resultatredovisning

Anavitor redovisar resultatet i LCA-modulerna A-C i enlighet med standard EN 15804 (gäller för byggprodukter). Resultaten redovisas både i tabell och diagram och kan exporteras till en pdf rapport, där även bidragen från respektive byggmaterial går att utläsa samt olika nyckeltal så som till exempel CO<sub>2</sub>e per BTA.

#### 4.1.7 Licenser och kostnader

Anavitor finns tillgänglig på två sätt. Antingen som företagslicens, där det ingår utbildning/uppstartskonsultation för användning av verktyget, alternativt en licens där man istället betalar per unikt projekt som importerats till Anavitor. I en företagslicens kan man importera och beräkna ett projekt hur många gånger man vill utan extra kostnad. För unika projekt hanteras importen i samråd med en konsult från Anavitor, med fortsatt tillgång till konsultation. Möjlighet att köpa ”klippkort” med ett specificerat antal projekt till rabatterat pris finns också tillgängligt. Beroende på upplägget kostar en licens ungefär

mellan 30 000 – 100 000 kr per månad (2018 års priser). Att göra en beräkning med ett unikt projekt med hjälp av Anavitor kostar runt 30 000 kr.

## 4.2 Byggsektorns miljöberäkningsverktyg BM 1.0

### 4.2.1 Allmän beskrivning

Byggsektorns miljöberäkningsverktyg är framtaget av IVL Svenska Miljöinstitutet<sup>4,5</sup>. Verktöget omfattar beräkning av byggdelar så som till exempel; grundkonstruktion, garage, klimatskal, stomme, m.m. och beräknar enbart klimatpåverkan, dvs, andra miljöpåverkanskategorier så som tex. försurning eller övergödning går inte att beräkna idag.

Verktöget upplevs till stor del vara användarvänligt och självinstruerande, samt att ingen LCA-expertis krävs för att komma igång och utföra beräkningar.

### 4.2.2 Användningsområden

Verktöget kan i dagsläget inte räkna på en byggnads hela livscykel utan hanterar endast tillverkningsfas (A1-A3) samt byggfas (A4-A5), vilket räcker om man tex. vill jämföra olika konstruktioner eller material. På så sätt kan verktöget användas i anbudsleden samt för att hitta klimatoptimeringar.

Verktöget är utvecklat och anpassat för att möta kraven i indikator 15 i Miljöbyggnad 3.0. Det är dock inte anpassat för att ta poäng i tex. BREEAM eller LEED, eftersom hela livscykeln samt fler miljöpåverkanskategorier än klimat ska inkluderas enligt kraven för dessa certifieringssystem.

### 4.2.3 Miljödata

Miljödatabasen består av generiska klimatdata och ska enligt IVL representera de byggresurser som används mest på den svenska marknaden och består av ca 100 olika dataset. Utöver detta finns ingen mer information som beskriver miljödata (metadata) vilket gör det svårt att som användare veta hur bra miljödatan faktiskt matchar mot den verkliga produkten eller materialet som används.

Användaren kan själv välja att byta ut generiska data mot leverantörsspecifik (från en EPD), vilket då speglar verkligheten på ett mer korrekt sätt. EPD data läggs in manuellt av användaren själv.

### 4.2.4 Modellering

Datainmatningen sker i dagsläget manuellt. Mängden anges i kg (default). Om man vill lägga in i en annan enhet, tex. kubikmeter ( $m^3$ ), måste en omräkningsfaktor som relaterar till kg samtidigt anges, så som tex. densitet ( $kg/m^3$ ).

När indata har kopplats mot miljödatan/datasetet måste användaren klicka i hur pass bra man tycker att matchningen är (*undermålig*, *ok* eller *perfekt*). Detta upplevs något svårt när man använder generiska dataset, eftersom man inte vet någonting om dessa.

För transport av byggprodukter till byggarbetsplats samt själva byggnationen finns möjlighet att använda schabloner i verktöget, vilka kan ändras till projektspecifika om så

önskas (med undantag för båttransport som ej finns). Att det finns schabloner underlättar vid beräkningar i tidiga skeden, eftersom det sällan finns så detaljerad information om tex. byggarbetsplatsens aktiviteter i tidiga skeden.

Användaren har möjlighet att lägga in klimatpåverkan för ett referensscenario, tex. om man vill jämföra resultatet med en redan beräknad byggnad. Om man vill jämföra olika konstruktionslösningar i BM 1.0 gör man det genom att göra separata beräkningar och sätta dessa i relation till varandra. Det går alltså inte att i samma beräkning sätta upp olika konstruktioner mot varandra.

#### 4.2.5 Hjälpmedel och support

Till sin hjälp för att kunna använda verktyget finns en manual, denna ger dock inte så mycket handfast information som man skulle önska. Det lämnas åt användaren själv att förstå hur verktyget ska användas, så som hur man matar in sin data etc. IVL har en supportmejl, dit man kan vända sig för praktiska frågor kring hanteringen av verktyget. Eftersom verktyget är relativt nytt på marknaden kan det efter hand ske en del uppdateringar. Supporten har fungerat bra med snabb återkoppling, oftast under samma dag.

#### 4.2.6 Resultatredovisning

Resultat ges i klimatpåverkan per  $m^2 A_{temp}$  ( $kg CO_2e/m^2 A_{temp}$ ).  $A_{temp}$  måste därför alltid anges vid varje nytt projekt.

Resultat redovisas i en förformaterad Excelrapport där i dagsläget 2 scenarier alltid redovisas i förhållande till varandra; *branschscenario*, som är beräknat med generiska miljödata, samt  *eget val*, vilket baseras på eventuella projektspecifika ändringar som gjorts, tex. EPD eller data för transport och byggnation. Har man angivit ett *referensscenario* kommer även detta med i jämförelseanalysen. Tanken är att IVL ska bygga ett eget referensscenario på sikt, med hjälp av den data som användarna av verktyget har lagt in.

I Excelrapporten sammanställs den info man angivit för byggnaden, systemgränserna, samt den beräknade klimatpåverkan. Denna presenteras dels per modul (A1-A5), per byggresurs (armering, gipsskivor, isolering etc.) och per byggprojektdel (grundkonstruktion, stomme m.m.), både i diagram och tabellform. Resultatet visar även andelen klimatpåverkan (%) som utgörs av material för vilka man har använt EPD:er (i förhållande till generiska data), samt den klimatreduktion (%) som användningen av material med EPD ger i förhållande till det generiska scenariot (*branschscenariot*). Detta är fördelaktigt då man vill använda verktyget för Indikator 15 i Miljöbyggnad 3.0, eftersom man för SILVER och GULD, måste visa att en viss andel (%) av klimatpåverkan för produktion av byggvaror har baserats på produktspecifika EPDer.

#### 4.2.7 Licenser och kostnader

Verktyget är gratis och laddas enkelt ner på datorn, ingen licens krävs men dock en inloggning i form av användarnamn och lösenord.

## 4.3 GaBi

### 4.3.1 Allmän beskrivning

Verktyget är utvecklat och drivs av tyska thinkstep AG<sup>6</sup>. Verktyget är på engelska och möjliggör LCA beräkningar över hela byggnadens livscykel (vagga till grav) och för ett stort antal olika miljöpåverkanskategorier, så som tex. klimatpåverkan, försurning, övergödning, toxicitet för människa och natur m.fl. Verktyget möjliggör beräkningar enligt EN 15978 (gäller för byggnader) och EN 15804 (gäller för byggprodukter). GaBi är dock inte utvecklat för bygg- och anläggningsprojekt specifikt, utan är ett verktyg som kan användas för att räkna LCA på allt från en kaffekopp till mer komplexa produkter och industriprocesser.

### 4.3.2 Användningsområden

Verktyget är inte automatiskt godkänt för miljöcertifieringssystem som Miljöbyggnad 3.0, BREEAM och LEED. För att använda GaBi i detta syfte behövs en godkänd ”LCA-mallmodell” av certifieringsorganet som sedan används varje gång man gör en LCA för det specifika miljöcertifieringssystemet.

I GaBi måste användaren själv definiera livscykeln för den byggnad eller de produkter som ska beräknas. Detta innebär tex att användaren definierar vilka livscykelfaser, byggdelar, olika antaganden och valmöjligheter som ska ingå i den byggnadsmodell som tas fram. Detta bidrar till att mjukvaran kan verka komplicerad för en nybörjare och det krävs därför att man har kunskap och erfarenhet för att kunna utnyttja verktyget fullt ut.

Med tanke på att man tar fram sin egen modell är det möjligt att göra denna mer eller mindre detaljerad. Detta innebär tex att GaBi kan användas även i tidiga skeden. Tanken med GaBi är dock att användas för mer fullständiga LCAer, det är en av styrkorna med GaBi.

### 4.3.3 Miljödata

Till verktyget medföljer en grunddatabas, med miljödata för en mängd olika material, produkter, energi m.m. I denna finns ca 4 000 dataset. Utöver detta finns olika tilläggsdatabaser att köpa till, bland annat en med ca 3 200 dataset som är relevanta för just bygg- och anläggningsprojekt.

I databaserna finns både generiska och produktspecifika dataset. De generiska dataseten är i sin tur indelade i globala, regionala (tex. medeleuropeisk) samt lokala (tex. medelsvensk). Om man har behov av att lägga in data för en specifik EPD så går det bra att göra själv. Det görs i dagsläget i de flesta fall manuellt, men det kommer fler och fler EPD:er i digitalt format som kan importeras automatiskt.

Dataseten är transparenta, där tex. alla emissioner och dess mängder är redovisade. I de flesta dataset anges dessutom tydligt hur miljödata är framräknad, så som systemgränser, årtal mm, Man kan därmed relativt enkelt avgöra hur väl datasetet matchar mot den verkliga produkten.

När man lägger in data behöver man matcha så att man matar in data i samma enhet som datasetet man använder. Det går även att lägga in data i annan enhet än datasetet, t.ex. m<sup>3</sup> istället för kg, men då får man ange en omräkningsfaktor i modellen.

#### 4.3.4 Modellering

GaBi är ett modelleringsverktyg som riktar sig till LCA experter dvs. här måste användaren själv, inte bara matcha indata mot miljödata, utan dessutom definiera alla ekvationer som krävs för att räkna LCA.

Att ta fram modellen kan vara tidskrävande, och ju mer komplexa produkter och system, ju mer tid tar det. Modellen kan dock sparas ner och användas för andra LCA-beräkningar. Modellen kan när som uppdateras eller byggas ut.

Verktyget är transparent, eftersom alla ekvationer och antaganden finns tillgängliga i modellen. Det finns dessutom många möjligheter att lägga in förklarande kommentarsfält var man vill i sina modeller, vilket underlättar förståelsen om någon annan ska använda modellen.

I grundversionen av GaBi kan man bara lägga in indata manuellt. Om man vill importera data direkt från t.ex. en mängdkalkyl behöver man använda ett tilläggsprogram som GaBi erbjuder.

#### 4.3.5 Hjälpmedel och support

Om man har en licens för GaBi har man också tillgång till support via mail och telefon. Det finns en FAQ på GaBi's hemsida med en sökfunktion samt utbildningsvideor att ta del av gratis. Det går också att köpa en supporttjänst om det finns önskemål om ytterligare stöd.

#### 4.3.6 Resultatredovisning

Hur resultaten fås fram beror på hur man har byggt modellen. Till exempel kan resultaten redovisas per miljöpåverkanskategori (kg) och per byggnadselement (tex. stomme, fönster och fasad), eller per modul (A1, A2) Utöver detta finns mer information att få ut, vilket möjliggör avancerade analyser.

Resultaten visualiseras även i olika grafer, vilka går att ladda ner. Vill man ta ut tabellerna och göra egna diagram finns möjligheten att kopiera över data till en Excel-fil.

Man kan studera flera olika scenarier, där dessa kan jämföras med varandra i resultatpresentationen och för varje miljöpåverkanskategori.

#### 4.3.7 Licenser och kostnader

Det går att prova GaBi med tillhörande grunddatabas kostnadsfritt i 30 dagar. Licenserna är personbundna och vill man köpa en årslicens inkl. grunddatabasen kostar det 5 000 Euro i engångskostnad och 1 250 Euro per år i underhåll (2018 års priser). Varje ytterligare licens kostar 2 500 Euro i engångskostnad och 625 Euro per år i underhåll.

### 4.4 One Click LCA

#### 4.4.1 Allmän beskrivning

One Click LCA (OCLCA) är utvecklat och drivs av det finska företaget Bionova<sup>7</sup>. Verktyget är framtaget för att utföra livscykelanalyser på byggnads- och anläggningsprojekt. OCLCA är på engelska och upplevs vara användarvänligt och självinstruerande, samt att ingen LCA-expertis krävs för att komma igång och utföra beräkningar. I OCLCA kan man vara

flera användare i samma projekt, detta gör det möjligt att på ett smidigt sätt låta flera personer i organisationen granska och modifiera.

#### 4.4.2 Användningsområden

Med OCLCA kan man räkna på hela byggnadens livscykel, och för ett antal olika miljöpåverkanskategorier, så som tex. klimatpåverkan, försurning, övergödning m.fl. Detta gör att verktyget kan användas för att identifiera miljöoptimeringar. Verktyget möjliggör beräkningar enligt EN 15978 (gäller för byggnader) och EN 15804 (gäller för byggprodukter)

OCLCA är ett godkänt verktyg för att utföra LCA-beräkningar för Miljöbyggnad 3.0, BREEAM-SE och LEED v.4 eftersom hela livscykeln samt fler miljöpåverkanskategorier än klimat ska inkluderas enligt kraven i dessa certifieringssystem. Det finns också möjlighet att i verktyget ta fram en EPD för en specifik produkt.

#### 4.4.3 Miljödata

OCLCA har en databas med miljödata som består av mer än 10 000 dataset varav ca. 8 500 av dessa är EPD:er, och 1 500 är generiska. Generisk data är uppdelad på regional (tex. medeleuropeisk) samt lokal (tex. medelsvensk) nivå. Detta gör att man kan göra en beräkning även i tidiga skeden då leverantörer inte är bestämda, för att tex. testa miljöprestandan av sin konstruktion i tidigt skede.

Om man har behov av att lägga in en EPD i verktyget som inte finns i databasen är detta möjligt.

#### 4.4.4 Modellering

Först måste man definiera till vilket ändamål man vill göra sin LCA-beräkning, exempelvis BREEAM, Miljöbyggnad etc. Detta styr i sin tur vilken indata som behövs för det aktuella ändamålet, samt hur resultaten redovisas.

I OCLCA kan man lägga in indata manuellt genom att matcha mot miljödata i databasen för det aktuella materialet/komponenten samt ange aktuell mängd för detta (kg, m<sup>3</sup>, m<sup>2</sup>). Det finns även möjlighet att importera data direkt från en rad olika konstruktionsprogram så som tex. Tekla, Revit m.fl. samt Excel, detta har dock inte testats i detta projekt.

Själva indatan läggs in under fördefinierade områden som tex. ”*fundament och grundkonstruktion*”, ”*vertikala strukturer och fasad*” m.fl.

Om man saknar indata för byggarbetsplatsen (A5), finns möjlighet att använda schablonvärden istället. Det finns dock inte så mycket information hur dessa schabloner har räknats fram. Det finns även möjlighet att applicera schablonvärden för transport av byggmaterial (A4).

Det finns möjlighet att studera olika scenarier för en och samma byggnad, tex. vilken betydelse olika materialval har på byggnadens totala miljöpåverkan.



#### 4.4.5 Hjälpmedel och support

Bionovas hemsida tillhandahåller mycket information kring LCA generellt samt kring verktyget. Som licens-användare av OCLCA har man dessutom tillgång till support via mail och telefon.

#### 4.4.6 Resultatredovisning

Resultaten redovisas grafisk i totalt utsläpp i kg och indelat i modulerna A1-A3, A4, A5, B1-B5, B6, B7, C1-C4, och D (i enlighet med EN 15804), för varje miljöpåverkanskategori. Dessa kan sparas ner som bilder (jpeg). De absoluta talen presenteras också, i tabellform, vilka kan kopieras över till en Excel.

I resultatpresentationen åskådliggörs även vilka byggnadselement enligt OCLCA's indelning (tex. *vertikala strukturer och fasad*), samt vilka materialtyper inom varje byggnadselement (tex. *konstruktionsstål*) som har störst miljöpåverkan.

#### 4.4.7 Licenser och kostnader

I grunden abonnerar man på en årslicens, och här finns det olika nivåer (*starter, business, expert*) att välja mellan. Licenserna går att få antingen för namngivna användare eller för ett obegränsat antal användare, vilket innebär att man kan ha flera inloggningar men att man inte kan vara inloggade samtidigt. Priserna varierar från 790 Euro per användare och år till 8 070 Euro per användare och år beroende på nivå (*starter, business, expert*) samt om det är en namngiven användare eller ett obegränsat antal användare. Oavsett vilken licens man väljer tillkommer en extra kostnad om man vill göra beräkningar för till exempel BREEAM eller LEED mm. via så kallade "Add-Ons" som man köper till extra. Miljöbyggnad ingår dock i grundlicensen och är inget man betalar extra för. För *business* och *expert* ingår också utbildningstillfällen online.

### 4.5 OpenLCA

#### 4.5.1 Allmän beskrivning

OpenLCA är utvecklat av tyska GreenDelta<sup>8</sup>. Verktöget är inte utvecklat för bygg- och anläggningsbranschen specifikt, utan kan användas för att göra LCA-beräkningar på en rad olika produkter eller processer. Ingen LCA expertis krävs men för att använda openLCA rekommenderas att man går en utbildning eftersom programmet är lite krävande att lära sig på egen hand om man inte har tidigare erfarenhet av att modellera LCA. Verktöget är på engelska och möjliggör beräkningar enligt EN 15978 och EN 15804.

Verktöget går enkelt och relativt fort att ladda ner från openLCA's hemsida. Databaserna laddas ner från en separat sida och är mer tidskrävande att ladda ner. För denna utvärdering har endast de databaser som är gratis laddats ner.

#### 4.5.2 Användningsområden

Verktöget är inte automatiskt godkänt för miljöcertifieringssystem som Miljöbyggnad 3.0, BREEAM och LEED. För att använda openLCA i detta syfte behövs en godkänd "LCA-mallmodell" av certifieringsorganet som sedan används varje gång man gör en LCA för det specifika miljöcertifieringssystemet.

I openLCA måste användaren själv definiera livscykel för den byggnad eller de produkter som ska beräknas. Detta innebär tex att användaren definierar vilka livscykelfaser, byggdelar, olika antaganden och valmöjligheter som ska ingå i den byggnadsmodell som tas fram. Detta bidrar till att mjukvaran kan verka komplicerad för en nybörjare och det krävs därför att man har kunskap och erfarenhet för att kunna utnyttja verktyget fullt ut.

Med tanke på att man tar fram sin egen modell är det möjligt att göra denna mer eller mindre detaljerad. Detta innebär tex att openLCA kan användas även i tidiga skeden. OpenLCA kan användas för att göra en fullständig LCA, men det kräver i de flesta fall att man köper till databaser.

#### 4.5.3 Miljödata

OpenLCA innehåller många dataset i gratis-databaserna; ca 59 000, men endast ca 4 000 av dessa är relevanta för byggbranschen. Vill man ha tillgång till fler dataset måste dessa i så fall köpas till.

Det finns generiska data att tillgå (tex. europamedel, svenskt medel, globalt medel) för att använda som default innan man vet exakt vilken leverantör man kommer att köpa byggmaterialet från t.ex.

#### 4.5.4 Modellering

OpenLCA är ett modelleringsverktyg som riktar sig till LCA experter dvs. här måste användaren själv, inte bara matcha indata mot miljödata, utan dessutom definiera alla ekvationer som krävs för att räkna LCA.

Att ta fram modellen kan vara tidskrävande, och ju mer komplexa produkter och system, ju mer tid tar det. Modellen kan dock sparas ner och användas för andra LCA-beräkningar. Modellen kan när som uppdateras eller byggas ut.

Verktyget är transparent, eftersom alla ekvationer och antaganden finns tillgängliga i modellen. Möjligheten att importera filer i olika format direkt till openLCA finns också, något som dock inte testats i utvärderingen.

#### 4.5.5 Hjälpmedel och support

Det finns en hemsida med frågor och svar om openLCA, vilket är deras officiella supportplattform. Man måste registrera sig (gratis) för att kunna logga in på denna sida. Därefter finns möjligheter att ställa frågor och få hjälp gratis. Denna funktion har dock inte testats i denna utvärdering.

#### 4.5.6 Resultatredovisning

Resultat presenteras i diagram per miljöpåverkanskategori med olika staplar för de fem mest påverkande materialen i produkten. Det är inte möjligt att se separata staplar för fler än de fem mest bidragande materialen, övriga material slås samman i en ”reststapel”. Man kan också välja att visa resultaten per modul enligt EN 15804.

Det går att göra många olika scenarion men det går inte att jämföra dessa sida vid sida i resultatpresentationen. Man får ta ut resultat för ett scenario åt gången och spara i en Excelfil t.ex.

#### 4.5.7 Licenser och kostnader

Själva verktyget kräver ingen licens och är gratis att använda och inkluderar en grunddatabas<sup>9</sup>. Om man däremot vill köpa till extra databaser, behöver man ha en licens hos de som tillhandahåller databaserna. En sådan licens kan kosta mellan 20 000 – 50 000. Kostnaden för en licens varierar beroende på vilka databaser man vill köpa. Om man köper en licens tillsammans med EcoInvent ligger kostanden för både licens och databas på 3 800 Euro i engångskostnad och 650 Euro i årlig kostnad (2018 års priser).

### 4.6 SimaPro

#### 4.6.1 Allmän beskrivning

SimaPro är verktyg framtaget av PRé Sustainability i Nederländerna<sup>10</sup>. SimaPro är inte specifikt utvecklat för byggbranschen och kan användas till vilken produkt som helst. Verktyget är flexibelt i den bemärkelse att LCA-modellen går att anpassa och utveckla helt fritt när man gör sin LCA-beräkning. Detta bidrar dock till att mjukvaran kan verka komplicerad för en nybörjare och det krävs därför att man har kunskap och erfarenhet för att kunna utnyttja verktyget fullt ut. Verktyget är på engelska och möjliggör beräkningar enligt EN 15978 och EN 15804.

#### 4.6.2 Användningsområden

SimaPro går det att använda på alla slags byggnader. När det handlar om detaljeringsgraden är SimaPro förmodligen bäst lämpad för att genomföra en full LCA-studie. Det kräver en del tid att bygga upp en modell av byggnaden och det finns stora möjligheter att göra olika analyser. Med tanke på att man tar fram sin egen modell är det möjligt att göra denna mer eller mindre detaljerad. Detta innebär tex att SimaPro kan användas även i tidiga skeden. Tanken med SimaPro är dock att användas för mer fullständiga LCAer, vilket är en av styrkorna med verktyget.

SimaPro är inte automatiskt godkänt att användas för BREEAM och LEED. För att kunna göra detta måste en modell tas fram som godkänns av respektive organisation. Detsamma gäller för Miljöbyggnad 3.0 där kravet är att verktyget ska följa EN 15804 för att vara godkänt.

#### 4.6.3 Miljödata

SimaPro ger tillgång till stora datamängder i olika databaser. Mest känd är den Schweiziska databas EcoInvent v3.4 som innehåller 15 000 dataset. Detta är dock inte data som enbart är kopplad till byggprodukter och byggnader. Den generiska datan är vanligtvis indelad i olika geografiska områden, tex världen, Europa och nationellt. SimaPro är noga med att erbjuda en hög transparens, vilket bland annat visas i samarbeten med databasen EcoInvent som ger en nästan fullständig öppenhet angående de processer som ligger till grund för den miljödata som väljs.

De stora valmöjligheterna och transparensen kan innebära att det tar tid att hitta och välja passande material för någon som är ny på SimaPro. Däremot finns möjlighet att bygga upp ett register med materialval som är tillämplig för byggbranschen.

#### 4.6.4 Modellering

I SimaPro kan man modellera i princip vad som helst. Det finns inte fördefinierade strukturerar för de val man ska göra när man bygger upp sin modell av en byggnad eller annan produkt. Till följd av detta har användaren en stor flexibilitet i hur modellen byggs upp. Har man bestämt vilka material som ska ingå i byggnaden är det relativt enkelt att välja dessa i SimaPro. När modellen väl är uppbyggd kan den sparas och finns kvar för att använda i andra LCA-beräkningar eller för att göra uppdaterade beräkningar. I SimaPro kan man antingen lägga in data manuellt, alternativt kan man importera data i Excelformat och digitala format.

#### 4.6.5 Hjälpmedel och support

SimaPro erbjuder en introduktion till verktyget, där nybörjare får modellera och analysera några mindre projekt. Projekten fokusera på olika modellerings- och analysmöjligheter. Därutöver erbjuder SimaPro träningar, online support och en helpdesk. Eftersom det stora utbudet av miljödata är en viktig komponent för SimaPro ingår också datasupport. Ytterligare personlig support är tillgänglig och ingår i licensen för ett år.

#### 4.6.6 Resultatredovisning

Resultat för hela produktkedjan samt alla processer är synlig i redovisningen av LCA-beräkningen. Man kan själv välja hur detaljerat man vill att redovisningen ska vara. Resultatet från LCA-beräkningen visualiseras genom flödesschema, stapeldiagram och tabeller. Vidare visualisering är lätt att utföra genom att kopiera resultat till Excel.

#### 4.6.7 Kostnader

SimaPro erbjuder två typer av licenser, antingen som en årsprenumeration eller som en kontinuerlig licens. Licenserna går att köpa antingen i form av en Businesslicens, Expertlicens eller som en Powerlicens. Businesslicensen ger inte möjlighet till modellering, utan handlar om att kunna ta del av resultat.

Priserna varierar mellan 5 500 Euro för en Expertlicens av årsprenumerationstyp till 11 300 Euro för en kontinuerlig Expertlicens (2018 års priser). Motsvarande kostnad för Powerlicens är 7 000 Euro respektive 14 300 Euro. I de angivna priserna ingår databasenecoinvent, dock tillkommer extra kostnad för uppdateringar. Kostnaden för en Businesslicens börjar från 200 Euro per användare.

## 5 DISKUSSION

Utvärdering visar att verktygen GaBi, SimaPro och openLCA har en längre startsträcka och kräver mer LCA-kompetens hos användaren än vad Anavitor, BM1.0 och One Click LCA gör. Dessa verktyg är mer komplexa och tidskrävande att använda och är inte heller utvecklade för att göra LCA specifikt för bygg- och anläggningsprojekt. De har å andra sidan en stor flexibilitet och transparens.

Anavitor, BM1.0 och One Click LCA är utvecklade specifikt för byggnadsprojekt, One Click LCA även för anläggningsprojekt. Dessa verktyg är alltså ”förprogrammerade” att få ut resultat enligt modulsystemet i EN 15804. Anavitor och One Click LCA möjliggör vaggatill-grav LCA, dvs. för hela livscykel (modul A-C) samt för alla de miljöpåverkanskategorier som krävs enligt EN 15804 (Anavitor kan dock inte beräkna modul D). BM1.0 beräknar enbart modul A samt påverkanskategorin klimat och därmed tar detta verktyg i dagsläget inte hänsyn till den totala miljöpåverkan. One Click LCA är transparent i flera avseenden, men inte i alla som tex för schabloner för A5 (byggproduktionen). Verktyget upplevs dock som väldigt användarvänligt och intuitivt.

BM1.0 räcker för att leverera enligt det eventuellt kommande lagkravet på klimatdeklaration av byggnader (Boverket), samt för att uppfylla Indikator 15 i Miljöbyggnad 3.0. Men för att nå kraven för BREEAM och LEED-certifiering är BM1.0 inte tillräckligt.

Resultatanalysen som finns publicerad i rapporten vittnar om en problematik gällande skillnader i resultat beroende av verktyg som används samt troligtvis vem som utfört beräkningen. En förklaring är att verktygen använder olika databaser och därmed olika miljödata. Att klimatpåverkan för ett och samma byggmaterial i vissa fall har en stor spridning verktygen emellan beror delvis på vilken geografi datasetet representerar samt ifall det är generiska eller specifika dataset (EPD), vilket bekräftar det som ofta sägs gällande LCA-beräkningar; det är svårt att jämföra beräkningar med varandra. Skillnader beror på vad som finns tillgängligt i databasen samt på den bedömning som utföraren gör avseende mest lämpligt dataset i det specifika fallet, dvs. subjektiva val och approximationer.

Förutom miljöcertifieringar, kan LCA användas för olika miljöberäkningar och miljöutvärderingar, så som tex. anbudsberäkningar, för att optimera konstruktionslösningar och materialval, eller för att ta fram EPD:er. Beroende på vad en LCA ska användas till, lämpar sig olika verktyg olika bra. Faktum är dock att det i slutändan är svårt att se direkta fördelar och nackdelar med ett visst verktyg med utgångspunkt från de olika önskemål som verktyget ska kunna fylla.

## 6 JÄMFÖRELSEMATRIS

I detta kapitel redovisas en matris med olika frågeställningar och påstående som legat till grund för den utvärdering som gjorts. Syftet med matriser har varit att på ett övergripligt plan ge enkel och snabb information till en person som sitter inför valet av att välja ett verktyg för sina syften. Nedan finns en kort beskrivning till varje huvudrubrik i matrisen.

### 6.1 Användningsområde

Under användningsområde har vi försökt att definiera om verktygen går att använda vid anbudsskede för att göra fulla LCA:er, det som kallas från vagg till grav och/eller om verktygen endast kan användas för vissa delar i en LCA. Under rubriken kan man även se om verktygen är godkända att användas om det är så att man önskar ta fram en EPD.

En gradering från 1 till 5 är gjord för att kunna urskilja ett verktyg från ett annat. Med ”ja” eller ”nej” hade verktygen blivit svåra att skilja från varandra. En 1 innebär att verktyget lämpar sig väldigt bra, medan en 5 innebär att verktyget är svårt att använda i det aktuella syftet.

### 6.2 Miljöcertifieringssystem

Under miljöcertifieringssystem framgår det vilka av verktygen som är godkända att användas vid olika miljöcertifieringar. Vissa verktyg kräver mer handpåläggning än andra och detta framgår i beskrivningen av respektive verktyg.

### 6.3 Livscyklfaser

Här redovisas vilka av livscyklfaserna, enligt standarden EN 15804, som går att inkludera i en beräkning med respektive verktyg.

### 6.4 Scenarioanalys

Med scenarioanalys menas hur enkelt det är att jämföra olika produkt- och konstruktionsval vid en beräkning. Detta är något som blir viktigt vid en klimat- och/eller miljöoptimering av en byggnad eller byggnadsdel.

### 6.5 Inmatning av data i verktyg

Under denna rubrik anges i vilka former användaren kan mata in sin data. Vissa verktyg erbjuder endast manuell inmatning, medan andra utvecklat möjligheter för olika typer av filformats-importer eller inläsning via Excel.

### 6.6 Databas

Här anges hur många olika dataset som finns tillgängliga i respektive verktyg. Den siffra som finns angiven är framtagen med utgångspunkt att den ska ha relevans för byggbranschen. Skulle man titta på alla möjliga dataset skulle vissa verktyg kunna ha flera tiotusentals om man väljer att köpa till olika databaser. Men dessa är då inte anpassade till byggprodukter. Under rubriken anges även hur transparent dataseten är och hur enkelt det är för användaren att se vad man faktiskt väljer för miljödata. *Om ett verktyg har en asterix (\*) anger detta att siffran på databasen inte relaterar enbart till byggrelaterade produkter och att denna siffra tyvärr inte lyckats utredas.*

## 6.7 Miljöpåverkanskategorier

Det finns ett antal olika miljöpåverkanskategorier upptagna i standarderna. Alla verktyg kan inte redovisa sina resultat efter dessa. Vilka som tas upp i respektive verktyg framgår av matrisen.

## 6.8 Användarvänlighet

Under rubriken användarvänlighet har vi försökt att uppskatta vilken kompetens en användare av verktyget behöver ha för att kunna genomföra en LCA-beräkning. Skalan är satt från 1 till 5, där 5 innebär att man måste vara LCA-expert och innebär att man inte behöver några direkta förkunskaper.

För att göra LCA-beräkningar oavsett vilket verktyg som används är det dock alltid att föredra en beräknare med kunskap både i LCA-området generellt, men även kunskap om material och miljödata är viktigt.

Tabell 2. Översikt över de olika verktygens möjligheter och funktioner.

	Anavitor	BM 1.0	GaBi	openLCA	One Click LCA	SimaPro
<b>Användningsområde</b>						
Anbudsskede (Vagga-grav LCA)	1	N/A	5	5	3	5
Anbudsskede (Vagga-grind LCA)	1	1	3	3	2	3
Ta fram en EPD	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Miljöcertifieringssystem</b>						
BREAAM (2017)	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Miljöbyggnad 3.0	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
LEED	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Livscyklfaser</b>						
A1-A3	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
A4-A5	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
B1-B7	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
C1-C4	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
D	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Scenarioanalys</b>						
Jämförelse av konstruktionslösningar	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Jämförelse av dataset	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Inmatning av data i verktyg</b>						
Manuell	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Importera Excel	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Digital inläsning	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Databas</b>						
Antal dataset	ca. 550	ca. 100	> 7 000	ca. 4 000	ca. 10 000	15 000 *
Transparens	Liten	Ingen	Hög	Hög	Hög	Hög
<b>Miljöpåverkanskategorier</b>						
GWP (Global uppvärmning)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
AP (Försurning)	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
EP (Övergödning)	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
ODP (Ozonuttuning)	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
POCP (Troposfärisk ozonnedbrytning)	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
ADPM (Resursanvändning icke fossil)	Ja	Nej	Ja	Ja	Nej	Ja
ADPE (Fossila resurser)	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Användarvänlighet</b>						
Kompetensbehov	2	1	5	5	3	5



## 7 REFERENSER

1. Boverket (juni 2018)  
*Klimatdeklaration av byggnader – Förslag på metod och regler*  
ISBN pdf: 978-91-7563-571-2
2. <https://www.environdec.com/>
3. <http://www.anavitor.se/>
4. <https://www.ivl.se/sidor/omraden/miljodata/byggsektorns-miljoberakningsverktyg.html>
5. Erlandsson, M.  
*Byggsektorns miljöberäkningsverktyg BM1.0 – Ett branschgemensamt verktyg.*  
Resultatrapport (E2B2), IVL Svenska Miljöinstitutet, rapport C 300, april 2018
6. <http://www.gabi-software.com/sweden/index/>
7. <https://www.oneclicklca.com/>
8. [www.openlca.org](http://www.openlca.org)
9. <https://nexus.openlca.org>
10. <https://simapro.com/>

## BILAGA 1 – RESULTAT AV BERÄKNING

För att sammanfatta de resultat som erhållits vid beräkningar i de olika verktygen, har detta sammanställts i en tabell. Tabellen syftar till att kunna jämföra de olika verktygen, men den syftar också till att visa vilka skillnaderna är i de val som gjorts. Beroende av verktyg och de tillgängliga databaser som finns för respektive verktyg har olika beslut gällande dataset behövts tas. Vi har hela tiden strävat efter att göra de val som är mest lämpliga i förhållande till den komponent eller det material vi haft i vår vägg. Det bör dock nämnas att eftersom det är upp till användaren själv att välja vilket dataset man bäst tycker passar in på det aktuella materialet/komponenten så är dataseten i tabellen valda utifrån en subjektiv bedömning av LCA-utföraren i fråga. I både GaBi och SimaPro kan LCA-utföraren skapa egna dataset, och på så sätt bygga en egen databas. Detta kan tex. göras genom att lägga in data från en EPD (tex. om den inte redan finns i verktygen). I denna utvärdering gjordes detta till exempel för skalmursskivan i GaBi.

I tabellen redovisas namnet på datasetet (översatt till svenska i de fall dessa varit på engelska), vilken geografi miljödatan representerar samt klimatpåverkan ( $\text{kg CO}_2\text{e/m}^2$  vägg) för respektive material/produkt i väggen. Klimatpåverkan gäller för de mängder som anges i indata tabellen på sidan 9, (tabell 1). Svart text innebär att datasetet är en EPD och *Blå och kursiv* text betyder att datasetet är generiskt. I vissa fall har det varit mer fördelaktigt att matcha hela komponenter istället för respektive material, så som tex. för fönstret. Detta beroende på vilken miljödata som funnits tillgänglig i det aktuella verktyget. Vissa material har dessutom ibland slagits ihop till en post när det har lagts in i verktyget, vilket framgår av tabellen.

Den angivna siffran för klimatpåverkan representerar endast modulerna A1-A3. Denna avgränsning valdes då de andra livscykel faserna som skulle kunna ingå, skulle bidra till fler antaganden och därmed fler osäkerheter i indata. Att enbart hålla sig till A1-A3 anses ge det mest jämförbara resultatet verktygen emellan.

Tabell 3. Resultat från beräkningar av 1 m<sup>2</sup> vägg.

	Anavitor		BM1.0		GaBi		Open LCA		One Click LCA		SimaPro	
<b>Totalt A1-A3 (kg CO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup>):</b>	<b>56</b>		<b>44</b>		<b>42</b>		<b>40</b>		<b>57</b>		<b>64</b>	
<b>Vägg:</b>	<b>Dataset</b>	<b>kg CO<sub>2e</sub></b>	<b>Dataset</b>	<b>kg CO<sub>2e</sub></b>	<b>Dataset</b>	<b>kg CO<sub>2e</sub></b>	<b>Dataset</b>	<b>kg CO<sub>2e</sub></b>	<b>Dataset</b>	<b>kg CO<sub>2e</sub></b>	<b>Dataset</b>	<b>kg CO<sub>2e</sub></b>
Färg	Fasadfärg, alkyd Sverige	0,21	Fasadfärg, alkyd Sverige	0,21	Träfasadfärg med lösnings-medel Tyskland	2,21	*	-	Akrylatfärg (Jotun) Sverige	2,1	Akrylfärg Globalt	2,17
Liggande träpanel	Furu/gran, hyvlad & sågad Sverige	0,99	HDF board Sverige	2,75	Grantimmer, sågat och torkat Tyskland	1,94	Grantimmer, sågat	0,33	Loc wall 42(Moelven) Sverige	1,84	Träbeklädnad (barrträ) Globalt	4,8
Stående glesträ c600	Furu/gran, hyvlad & sågad Sverige	0,14	Fanérträbalk typ Kerto Sverige	0,7	Grantimmer, sågat och torkat Tyskland	1,94	Grantimmer, sågat Tyskland	0,33	Limträbalk (Kjeldstad) Norge	0,29	Sågad barrved, obehandlad Schweiz	0,09
Vindskydds- skiva	Gipsskivor/ kartonggips- skivor (ospec) Sverige	1,9	Gipsskivor/ kartonggips- skivor (ospec) Sverige	1,9	Gipsskiva Tyskland	3,49	Gipsskiva EU	3,5	Gipsskiva vindskyddande (Gyproc) Sverige	1,83	Träbeklädnad (barrträ) Globalt	3,6
Skalmurs- skiva 33	Glasull Sverige	7,53	UNI-skiva 35 (Isover) Sverige	2,68	Glasull Rolls R=1 (Isover) Danmark	9,25	Glasull (produktmix) Europa	15,6	Skalmursskiva 32 (Isover) Sverige	1,32	Stenull (packad) Schweiz	2,3
Uniskiva 36									Uni-skiva 35 (isover) Sverige	3,1	Glasull (Isover) Schweiz	4,9
Plastfolie	Plastfolie Sverige	0,36	Plastfolie Sverige	0,36	LDPE plastfolie Europa	0,49	HDPE-granulat Europa	0,63	PE skum för vattenskydd Tyskland	0,66	Förpackningsplast (LDPE) Europa	0,56
Gips	Gipsskivor, brand Sverige	3,59	Gipsskivor, brand Sverige	3,59	Gipsskiva Tyskland	3,49	Gipsskiva EU	3,52	Gipsskiva, standard (Gyproc) Sverige	2,38	Gipsskiva Schweiz	1,8
Ståregel c600	Konstruktionsstål, galvad Sverige	31,8	Ståltrekar Sverige	24,7	Stålprofiler Tyskland	13,5 0	Stålsektioner Global	16,6		35	Varmförzin	35,0
Liggande ståltrekar c600												

Stålpelare			Pelare, balkar & stabiliserande väggar Sverige	0,37					Stål, balkar (Contiga) Norge		kad stålblåt (Gyproc) Sverige	
Armering i bjälklag			Armering, galvad Sverige	1,16	Armeringsstål Global	2,42			Stål, armering (Celsa) Sverige	0,47	Armeringsstål Europa	2,6
<b>Fönster:</b>	<b>Dataset</b>	<b>kg CO<sub>2e</sub></b>	<b>Dataset</b>	<b>kg CO<sub>2e</sub></b>	<b>Dataset</b>	<b>kg CO<sub>2e</sub></b>	<b>Dataset</b>	<b>kg CO<sub>2e</sub></b>	<b>Dataset</b>	<b>kg CO<sub>2e</sub></b>	<b>Dataset</b>	<b>kg CO<sub>2e</sub></b>
Glas	Planglas Sverige	2,74	Fönster, treglas, trä-/aluminium (35 kg/m <sup>2</sup> ) Sverige	5,38	Planglas EU	2,69	Planglas Europa	2,4	Fönster treglas, trä/aluminiumkarm, inåtgående (NorDan) Norge	7,72	Obestruket enkelglas Europa	2,5
Trä	Furu/gran, hyvlad & sågad Sverige	0,14			Grantimmer, sågat och torkat Tyskland	1,94	Grantimmer, sågat	0,33			Sågad barrved, obehandlad -Schweiz	0,11
Aluminium	Aluminiumplåt Sverige	6,48			Aluminium-profiler - mix (pressade) Tyskland	4,75	Aluminium-profiler (pressade) Europa	1,2			Aluminium Europa	3,6
Plast	Plastfolie Sverige	0,11			Plastdel, gjuten (av ÅV-plast) EU	0,02	HDPE-granulat Europa	*2			PVC Europa	0,06
EPDM-gummi, silikon	Tättningslist, allmänt (EPDM) Sverige	0,18			EPDM-profil Tyskland	0,39	HDPE-granulat Europa	*2			Syntetiskt gummi Europa	0,28
Stål, beslag	Elförzinkad spik, skruv och beslag Sverige	0,16			Ståldel gjuten, legerad Tyskland	0,01	Stålsektioner Global	*3			Stål, låglegerat Europa	0,05
Ytbehandling (färg)	Plåt- och stålfärg utomhus, alkyd TS 70% Sverige	0,01			Träfasadfärg med lösnings-medel Tyskland	*1	*	-			Färg för aluminium Globalt	0,17

\* Dataset finns ej i databasen

\*1 Ingår i värde för vägg-färgen

\*2 Ingår i värde för plastfolie

\*3 Ingår i värde för stål i väggen