

**VERIFIERAD KLIMATBELASTNING  
FRÅN  
ANLÄGGNINGSKONSTRUKTIONER -  
*UTIFRÅN ETT LIVSCYKELPERSPEKTIV***

*Fas 2*



**Larissa Strömberg, Teknik, NCC Infrastructure**

**2016-12-06**

# FÖRORD

Det branschgemensamma projektet Verifierad klimatbelastning från anläggningskonstruktioner har pågått sedan 2013 och NCC varit sekretariat för projektet. Projektet delfinansierades av Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF), Trafikverket, Skanska och NCC. Flera nordiska entreprenörer, materialleverantörer, branschorganisationer och beställare ingick i projektorganisationen för projektet. Del 1 i projektet med diarienummer 12703 pågick mellan 2013 och 2014. Del 2 med diarienummer 13016, som beskrivs i denna rapport pågick mellan 2015 och 2016.

Följande personer ingick i styrgruppen: Åsa Lindgren (Trafikverket), Christina Lindbäck (NCC koncern), Staffan Hintze (NCC), Magnus Alfredsson (NCC), Claes Roxbergh (Skanska), Ingela Söderlund (Peab), Anders Lindström (Svevia), Maria Brogren (Sveriges Byggindustrier), Anders Gustafsson (Veidekke SE), Kajsa Byfors (representant för Byggmaterialindustrierna, Svensk betong), Ronny Andersson (Cementa) och projektledare Larissa Strömberg (NCC).

I arbetsgruppen ingick: projektledare Larissa Strömberg (NCC), Petra Brinkhoff (NCC), Jeanette Sveder Lundin (Skanska), Gustav Larsson (Skanska), flera representanter för Peab, Susanna Toller (Trafikverket), Anne Karin Johannessen (Veidekke Norge), Hans Petter Skjedsvold (Veidekke Norge).

Både styr- och arbetsgruppen uttrycker tacksamhet för den möjlighet som SBUF givit byggbranschen genom att bevilja finansiering till projektet. Speciellt tackas Anläggningsutskottet på SBUF. Rapporten är sammanfattad av projektledaren för SBUF:s projekt, Larissa Strömberg.

December, 2016

# SAMMANFATTNING

Sverige står inför stora utmaningar inom klimatområdet. Där regeringen och riksdagen nu tagit initiativ med mål om att Sverige till år 2030 ska ha en fossilfri fordonsflotta och att Sverige som nation ska vara klimatneutral år 2045 [1]. För att vi ska klara dessa mål måste alla samhällsaktörer samverka och dra åt samma håll i sitt klimatarbete.

Mot denna bakgrund har den största svenska beställaren på anläggningssidan, Trafikverket [2], börjat ställa krav på leverantörerna avseende redovisning och rapportering av energianvändning och utsläpp av klimatgaser i projekt. Det finns både fördelar och nackdelar med Trafikverkets nuvarande sätt för kravställning, uppföljning och rapportering av klimatprestanda.

Även den offentliga beställaren i Norge, Jernbaneverket börjar ställa krav på verifiering av projektspecifika klimatgasutsläpp från byggande av anläggningar, t ex med hjälp av produktspecifika miljövarudeklarationer (EPD) och livscykelkostnadsberäkning (LCC) [3]. Flera svenska kommuner börjar begära produktspecifika EPD:er för byggmaterial som används i anläggningsprojekt, som verifikat på klimatprestandan.

Syftet med SBUF:s projekt är att kartlägga förutsättningar för ett standardiserat sätt att verifiera klimatpåverkan från anläggningskonstruktioner. Det konkreta målet med projektet är att ta fram branschgemensamma beräkningsprinciper för verifierad klimatbelastning från anläggningskonstruktioner utifrån ett livcykelperspektiv.

Redan i början av projektet har det konstaterats att frågan om klimatberäkningar hos entreprenörer är väldigt omfattande, eftersom det är flera marknadsaktörer inblandade. Därför har det fattats beslut om att dela upp projektet i flera faser. I fas 1 har grundstenarna för en verifierad klimatberäkning hos entreprenören lagts. I fas 2, vilken redovisas i denna rapport, vill de deltagande byggföretagen göra klimatberäkningar i anläggningsprojekt och verifiera dessa beräkningar mot de avgränsningar och antaganden, som togs fram i fas 1.

Resultaten från fas 1 visade att olika entreprenörer i Sverige och även Trafikverket har en gemensam syn på hur man ska arbeta med klimatfrågor i anläggningsbranschen. Entreprenörerna var positiva till kravställande kopplat till klimat och energi. I fas 1 gjordes även en utvärdering av olika befintliga LCA-verktyg, som används av olika aktörer i Sverige och hur dessa verktyg uppfyller verifieringskrav enligt en europeisk standard för miljövarudeklarationer (EPD).

I fas 1 blev det också konstaterat att i nuläget utförs livscykelanalyser (LCA) och klimatberäkningar hos olika aktörer i byggbranschen på olika sätt, i olika LCA programvaror med olika LCA-metoder. Det efterfrågas ett standardiserat branschgemensamt beräkningsätt, som skulle göra det möjligt att nyttja LCA-data från materialleverantörernas och entreprenörernas egna LCA-verktyg för rapportering till beställare. Dessutom skulle en gemensam beräkningsgrund tillåta användande av samma LCA-data för olika ändamål, t ex intern uppföljning av klimatprestanda i byggprocessen, intern produktutveckling, inköp, uppföljning i Miljöledningssystem, offentliga upphandlingar, skapande av affärsstrategier etc.

Denna rapport omfattar fas 2 av detta SBUF-projekt. I denna fas har flera nordiska entreprenörer, materialleverantörer, Trafikverket och branschorganisationer tagit fram ett utkast på en konceptuell modell för ett digitalt gränssnitt för jämförbara och verifieringsbara LCA från olika befintliga LCA-verktyg. Ett digitalt leveransgränssnitt är en konceptuell beskrivning av arbetsprocessen för hur LCA-data kan levereras mellan olika aktörer med oavbrutet flöde och i samma presentations layout. Den framtagna konceptuella modellen är baserad på befintliga europeiska standarder om miljövarudeklarationer (EPD) och kan appliceras på olika befintliga LCA-verktyg. Tanken med modellen är att LCA:er görs på samma sätt, med samma antaganden och avgränsningar och enligt samma beräkningsprinciper. Det betyder också att det inte behövs ett gemensamt LCA-verktyg utan olika befintliga LCA-verktyg kan användas.

Det finns olika varianter på EPD, t ex Klimatdeklaration, där klimatpåverkan anges som koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>-e). En klimatdeklaration är så kallad "single issue" EPD. Projektet har enbart haft fokus på beräkning av klimatpåverkan från anläggningskonstruktioner. Den utvecklade konceptuella modellen för arbetsprocessen för hur LCA-data kan levereras mellan olika aktörer i digital form kan dock användas för arbete med flera miljöpåverkanskategorier.

I rapporten från fas 2 föreslår styr- och arbetsgruppen att Trafikverket tar ledningen i det branschgemensamma arbetet i nästa steg i nära samarbete med andra aktörer som entreprenörer, konsulter, materialleverantörer m fl. Kartläggningen av problemområden och förslagen på lösningar för hur leverantörerna ska uppfylla de högt satta upphandlingskraven på minskad klimatpåverkan i anläggningsprojekt lyfter fram ett behov av en branschgemensam affärsmodell med klimatberäkningar.

Den test som utfördes i detta projekt har visat att det kvarstår en stor utmaning för att kunna samla in kvalitetssäkrade indata för verifierade LCA- och klimatberäkningar enligt europeiska standarder. I projektet har en manuell datainsamling för jämförbara verifieringsbara klimatberäkningar på en väldigt övergripande nivå testats av flera projektdeltagare.

Projektorganisationen har sammanfattat ett behov för vidareutveckling inom området. Det måste göras tydliga avgränsningar av vad som ska ingå i en standardiserad klimatberäkning och hur man transparent verifierar riktighet i klimatberäkningar i anläggningsprojekt. Ett möjligt nästa steg kan vara att göra beräkningar enligt EN 15804 i olika LCA-verktyg och testa för-verifieringsprocessen på flera befintliga LCA-verktyg. Drift och underhållsfrågor, verifiering av indata/resultat, användande av schabloner och specifika emissionsfaktorer, tolkning av standarder etc borde vara med i ett sådant test.

# INNEHÅLL

<b>BEGREPPSFÖRKLARING</b> .....	<b>6</b>
<b>1 BAKGRUND</b> .....	<b>10</b>
1.1 BESTÄLLARKRAV PÅ LCA .....	10
1.2 OLIKA SYFTEN MED LCA .....	11
1.3 BEHOV AV ETT BRANSGEMENSAMT LEVERANSGRÄNSSNITT FÖR VERIFIERADE KLIMATBERÄKNINGAR .....	12
1.3.1 Branschgemensam LCA-modell .....	12
1.3.2 Leveransgränssnitt för verifierade klimatberäkningar.....	13
<b>2 SYFTE OCH MÅL</b> .....	<b>15</b>
<b>3 METODIK FÖR GENOMFÖRANDE</b> .....	<b>16</b>
3.1 OMVÄRLDSBEVAKNING .....	16
3.2 FRAMTAGANDE AV EN KONCEPTUELL MODELL FÖR ETT DIGITALT LEVERANSGRÄNSSNITT .....	17
3.3 ETT ÖVERGRIPANDE TEST AV LEVERANSGRÄNSSNITTET PÅ FLERA ANLÄGGNINGSPROJEKT .....	20
3.4 REKOMMENDATIONER TILL NÄSTA STEG .....	21
<b>4 UTFÖRT ARBETE</b> .....	<b>22</b>
4.1 OMVÄRLDSBEVAKNING .....	22
4.1.1 EU-initiativ med LCA.....	22
4.1.1.1 Miljödeklarationer, EPD .....	22
4.1.1.2 Verifigen av LCA-verktyg och EPD/klimatdeklarationer.....	24
4.1.1.3 Product Environmental Footprint, PEF .....	25
4.1.1.4 Obligatoriskt användande av BIM.....	26
4.1.1.5 Utveckling av svenska byggkoder, BSAB.....	26
4.1.1.6 Nya standarder .....	27
4.1.2 LCA i byggsektorn .....	28
4.1.2.1 Betongbranschens EPD-verktyg .....	29
4.1.2.2 LCA-modell för vägar, EKA .....	31
4.1.2.3 LCA-modell för broar, ETSI .....	33
4.1.2.4 LCA-modell för anläggningsprojekt, Klimatkalkyl 3.0.....	34
4.1.2.5 LCA-modell enligt EPD standarder .....	36
4.2 WORKSHOP OM KARTLÄGGNING AV ANLÄGGNINGSEKTORNS ÖNSKEMÅL FÖR KLIMATARBETE .....	39
4.2.1 EU- och beställarkrav på verifierade LCA-data.....	39
4.2.2 Behov i LCA-data .....	40
4.2.3 Grupparbetet.....	40
4.2.4 Slutsatser efter workshopen.....	42
4.3 FRAMTAGANDE AV ETT LEVERANSGRÄNSSNITT .....	42
4.3.1 Utkast på verifieringsprocedur i ett digitalt leveransgränssnitt .....	43
4.3.2 Uppföljning.....	44
4.3.3 Olika roller i leveransprocessen.....	45
4.3.4 Framtagande av datainsamlingsmall för EPD.....	47
4.3.5 Koppling av poster i materialkalkyler.....	52
4.3.6 Presentation av klimatberäkningsresultat i rapportmall enligt EPD-format .....	52
4.4 ETT ÖVERGRIPANDE TEST AV LEVERANSGRÄNSSNITTET PÅ FLERA ANLÄGGNINGSPROJEKT .....	54
4.4.1 Datainsamling för flera anläggningsprojekt .....	54
4.4.2 Reflektioner efter testet.....	54
<b>5 SLUTSATSER</b> .....	<b>57</b>

5.1 OMVÄRLDSBEVAKNING .....	57
5.2 FRAMTAGANDE AV EN KONCEPTUELL MODELL FÖR ETT DIGITALT LEVERANSGRÄNSSNITT .....	57
5.3 ETT ÖVERGRIPANDE TEST AV LEVERANSGRÄNSSNITTET PÅ FLERA ANLÄGGNINGSPROJEKT .....	57
5.4 REKOMMENDATIONER FÖR NÄSTA STEG .....	58
<b>LITTERATURFÖRTECKNING .....</b>	<b>61</b>
<b>BILAGA A: SAMMANFATTNING AV VERIFIERINGSKRAV PÅ LCA-VERKTYG OCH EPD</b> .....	<b>64</b>

# BEGREPPSFÖRKLARING

## *EPD*

Environmental Product Declaration, miljövarudeklaration, en deklARATION av miljöprestanda för en produkt, byggmaterial, konstruktion eller även ett projekt.

## *Klimatdeklaration*

Det är så kallad "single issue" EPD. Klimatdeklaration beskriver utsläpp av växthusgaser som koldioxid (CO<sub>2</sub>) ekvivalenter. En klimatdeklaration ska verifieras och tredjeparts granskas av en EPD-programoperatör i likhet med en fullständig EPD. Den största skillnaden mellan en klimatdeklaration och en EPD är att EPD innehåller flera miljöpåverkans kategorier, t ex ozon nedbrytning, försurning etc. Både Klimatdeklaration och EPD utförs enligt samma europeiska standarder [4, 5, 6, 7]. Det är bara verifierade klimatdeklarationer och EPD, utförda enligt europeiska standarder, kan användas vid jämförelse av olika alternativ, upphandling och redovisning av projektspecifika klimatgasutsläpp.

## *Klimatberäkning*

En klimatberäkning utförs inte alltid i form av en verifierad klimatdeklaration utan det finns olika varianter av klimatberäkningar på marknaden. De följer inte alltid kraven i europeiska standarder.

## *Klimatkalkylmodell*

Trafikverkets modell Klimatkalkylmodell används för beräkning och rapportering av klimatpåverkan och energi i Trafikverkets projekt. Sedan 2015 används modellen i alla nya stora investeringar (>50MSEK). Sedan 2016 används modellen också i klimatkrav vid offentlig upphandling.

## *LCA*

Life Cycle Assessment, är en metod för att åstadkomma en helhetsbild av hur stor den totala miljöpåverkan är under en produkts livscykel från råvaruutvinning, via tillverkningsprocesser och användning till avfallshanteringen, inklusive alla transporter och all energiåtgång i mellanleden. Genom ta reda på i vilket steg i produktionskedjan miljöpåverkan är som störst, kan företagen rikta sina miljöansträngningar åt rätt håll och skapa ett effektivt miljöledningssystem. Det finns också stöd och metoder för att använda resultat av LCA för exempelvis produktutveckling och marknadsföring.

## *PCR*

Produktspecifika regler (PCR) är tillgängliga för anläggningskonstruktioner (t ex broar) och byggmaterial. Varje PCR är dock knuten till en särskild programoperatör (t ex EPD Norge i Norge eller International EPD<sup>®</sup> System i Sverige).

## *EPD-format*

I denna rapport används begrepp EPD-format i den meningen att en klimatberäkning ska utföras och presenteras i en standardiserad layout. En klimatberäkning, som är utförd i EPD-format behöver inte vara tredjepartsgranskad, utan denna följer regler i standarder och PCR, vilket skapar förutsättningar för en tredjeparts granskning och verifiering av denna klimatberäkning. LCA och

klimatdeklaration, som utförs i EPD-format kan verifieras av en tredje parts i ett senare skedet, t ex när ett anläggningsprojekt är avslutat. EPD- presentationslayout behöver följas även under ett tidig projekteringskede för att kunna verifiera förbättringar i klimatprestanda med projektets gång och sedan verifiera en slutlig EPD eller klimatdeklaration för ett färdigt projekt.

*BoM*

Bill of Materials, materialförteckning för en konstruktion eller ett project, som struktureras på ett standardiserat sätt, t ex enligt en europeisk standard.

*CML-metod*

En LCA-beräkningsmetod, som har utvecklats av Centre of Environmental Science at Leiden. Den metoden rekommenderas att använda enligt kraven i europeiska standarder för miljövarudeklarationer.

*GWP*

Global Warming Potential, är ett mått på förmågan hos en växthusgas att bidra till den globala uppvärmningen. Skalan är relativ och jämför den aktuella gasens klimatpåverkan med effekten av samma mängd koldioxid. Utsläppen av olika växthusgaser kan med hjälp av gasernas GWP-värden räknas om till koldioxidekvivalenter, vilket gör det lättare att jämföra dem med varandra.

*ILCD*

International Life Cycle Data System, en europeisk öppen LCA-databas och rekommendationer för beräkning av LCA (ej verktyg).

*ISO*

International Organization for Standardization.

*EN*

European Standardization Organization.

*LCI*

Life Cycle Inventory eller datainsamling för att kunna utföra en LCA.

*LCIA*

Life Cycle Impact Assessment eller själva beräkning av miljöpåverkan med de insamlade datan.

*SBUF*

Svenska Byggbranschens UtvecklingsFond.

*Digitalt leveransgränssnitt*

En konceptuell beskrivning av arbetsprocessen om hur LCA-data kan levereras mellan olika aktörer i oavbrutet flöde och i samma presentations layout.

*Affärsmodell*

Affärsmodell är en beskrivning av hur affärsverksamheten skapar olika typer av värden. Modellen förenklar och tydliggör det viktiga i företagets värdeskapande. Grunden till en affärsmodell ligger i företagets affärsidé. Affärsidén ska svara på vem ni riktar er mot, vilket behov ni fyller, hur ni ska göra det och varför kunden ska betala för det. I den rapporten används denna begrepp för en affärsmodell, som inkluderas olika företag, olika roller, t ex kund, entreprenör, materialleverantör etc.

*The International EPD system*

Den svenska EPD-systemet, som drivs av Environdec.



### *Konceptuell modell för jämförbara och standardiserade klimatberäkningar*

Verifierade klimatberäkningar är LCA, som kan granskas och verifieras av en tredjepart. Verifierade klimatberäkningar kan utföras i olika LCA-verktyg oberoende av användare och enligt en fördefinierad standardiserad LCA-modell. Verifierade klimatberäkningar kan användas för jämförelse av olika projekt alternativ.

### *LCA-data*

Livscykelberäkningar, emissionsfaktorer för miljöpåverkan etc.

### *LCA-verktyg*

Ett digitalt kommersiellt verktyg för att utföra LCA-beräkningar, t ex Anavitor, Gabi, SimaPro etc.

### *För-verifiering av LCA-verktyg*

För-verifiering av LCA-verktyg ersätter inte EPD-verifiering, men det gör verifieringsproceduren enklare eftersom verktyget har för-verifierats för att utföra beräkningar enligt en viss LCA-modell och en specifik PCR. Följande måste uppfyllas vid för-verifiering av LCA-verktyg:

- Indata samlas in på ett standardiserat transparent sätt och är av god kvalitet
- LCA-beräkning i verktyget ska följa regler för PCR för en viss produktgrupp
- LCA-verktyg ska leverera korrekta resultat för en EPD och enligt en standard mall.

### *Verifiering eller tredjepartsgranskning av EPD och klimatberäkningar*

Klimatdeklaration eller EPD ska granskas av en tredje part och godkännas/registreras hos en EPD-programoperatör .

### *En branschgemensam LCA-modell*

Samma som ett branschgemensamt LCA-beräkningssätt, en branschgemensam LCA-specifikation.

### *PEF*

Produktens miljöpåverkan (PEF) är en metod för att bedöma miljöprestanda under dess livscykel. Denna metod är för närvarande under utveckling. Europeiska kommissionen vill etablera en gemensam europeisk metod för att mäta miljöpåverkan från en produkt, vilket skulle stödja framtida politiska beslut och lagstiftning.

### *BIM*

Building Information Modelling.

### *BSAB koder*

BSAB (Byggandets Samordning AB) är en gemensam struktur för information i byggsektorn eller svenska byggkoder.

### *CoClass*

Den nya versionen av svenska byggkoder, BSAB 2.0 har fått namnet CoClass.

### *Moduler i LCA*

För att kunna verifiera en EPD eller en klimatdeklaration, ska den använda LCA-modellen följa den europeiska standardens EN 15 804 moduluppdelning, d.v.s. olika livscykelstegen som produktion av råmaterial och komponenter (moduler A1-

A3), transport till byggplats (modul A4), byggnation (modul A5), underhållsscenarier (modul B) och slutlig avveckling och återvinningspotential (moduler C och D).

*Europeiska och internationella standarder*

I denna rapport: EN 15643-5, ISO 21930, EN 15804, EN 15978, ISO 14025 och PCR för broar (PCR: Highways (except elevated highways), streets and roads) och vägar (PCR: Bridges and elevated highways).

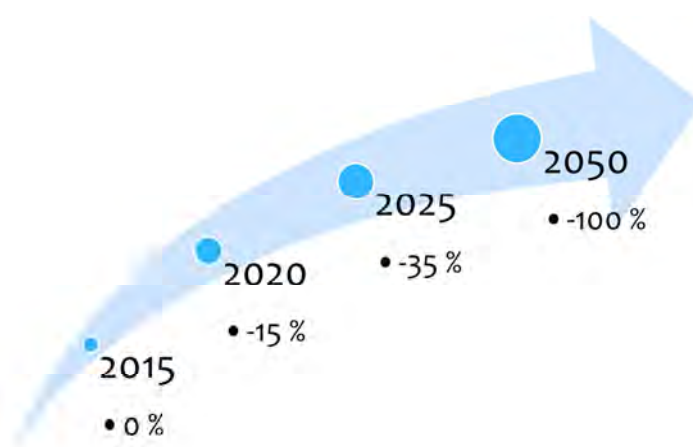
*Funktionell enhet*

För att kunna jämföra olika alternativ med varandra behöver man välja en funktionell enhet. Den funktionella enhet som har använts i detta projekt är en anläggningskonstruktion. Av denna anledning samlades data in per en anläggningskonstruktion, antingen en bro eller en väg.

# 1 BAKGRUND

## 1.1 Beställarkrav på LCA

Trafikverket i Sverige håller på att etablera ett upphandlingssystem med klimateffektiviseringskrav på leverantörerna. Från den 15 februari 2016 börjar Trafikverket att ställa klimatkrav på leverantörer i investerings- och underhållsprojekt. Kraven gäller klimatpåverkan vid byggnation, de material som används och framtida underhåll. Klimatkraven omfattar nya beställningar på investeringsprojekt på över 50 miljoner som planeras att öppna för trafik 2020 eller senare och upphandling av tekniskt godkänt järnvägsmateriel som exempelvis betongslipers. Målet är att bli fossiloberoende till 2050, se Figur 1.



Figur 1: Trafikverkets långsiktiga mål för fossiloberoendet till 2050.

Dessa klimateffektiviseringskrav redovisas och följs upp med hjälp av Trafikverkets Klimatkalkylmodell. En klimatkalkyl upprättas initialt i åtgärdsvalsstudien av Trafikverket och uppdateras i planläggningsprocessen och vidare inför byggproduktion. Vid projektslut och öppnade för trafik ska en deklARATION av faktisk klimatprestanda göras. Använda material står ofta för störst klimatpåverkan enligt tidigare beräkningar i Trafikverkets klimatkalkylmodell. Minskade klimatgasutsläpp redovisas utifrån schabloner i kalkylmodellen. Om projektspecifika material används som skiljer sig från schabloner ska de verifieras med en tredjepartscertifierad deklARATION, t ex EPD. Emissionsfaktorer för de specifika materialen, ska vara hämtade från produktspecifika certifierade miljövarudeklARATIONER (EPD) enligt ISO 14025, eller likvärdiga tredjepartscertifierade miljövarudeklARATIONER av typ III.

Om klimatreduceringskraven i Trafikverkets projekt överträffas kan det ge entreprenören bonus. Klimatkalkylmodellen, som ska användas för uppföljning, testas nu i drygt 100 projekt och finns beskriven i Trafikverkets riktlinje TDOK 2015:0480 och TDOK 2015:0007 [33, 34]:

- För att stimulera leverantörer till ytterligare minskad klimatbelastning kan det ingå ekonomiska incitament i form av bonus i kontrakten

- Eventuell bonus bedöms efter ett poängsystem i likhet med andra bonusgrundande områden (UppLev)
- Andra bonusar utgår inte om inte klimatreduceringskravet nås
- Reduceringskrav sätts individuellt för projekten beroende på typ, komplexitet, upphandlingsform etc. Genomsnittligt mål är 15% till år 2020.

Även den offentliga beställaren i Norge, Jernbaneverket, börjar ställa krav på verifiering av projektspecifika klimatgasutsläpp från byggande av anläggningar, t ex med hjälp av produktspecifika miljövarudeklarationer (EPD) och Livscykelkostnadsberäkning (LCC) [3]. Flera svenska kommuner började begära produktspecifika EPD:er för byggmaterial som används vid byggnation av anläggningsprojekt, som verifikat på klimatprestanda. Även privata beställare ställer krav på produktspecifika EPD:er enligt de olika miljöcertifieringssystemen (LEED och BREEAM).

## 1.2 Olika syften med LCA

Det finns olika syften med satsning på LCA inom byggindustrin. En del företag implementerar LCA-tänkande i sina industriella processer med syftet att långsiktigt etablera ett systematiskt arbetssätt för mätning och förbättring av miljöprestanda för sina produkter och processer. Marknadskommunikation med LCA är också av stor vikt för svenska byggföretag. Nyttan med vidare implementering av LCA-tänkande är i nuläget framförallt att skapa förutsättningar för framtida affärer. Det innebär att investeringarna kommer skapa förutsättningar för entreprenörernas framtida affärsmöjligheter på kort- och lång sikt.

Målet och omfattningen av en LCA kan variera avsevärt och det är viktigt att sätta tydliga systemgränser för vad som ska ingå i beräkningen. Tillgång till projektspecifika data om utformningen av anläggningsprojekt varierar mellan olika projektfaser. I en tidig designfas har de flesta projekteringsbeslut inte fattats ännu, därför finns inte heller tillräckliga projektspecifika indata för en fullständig LCA. I detta fall kan en förenklad eller screening-LCA med vissa antaganden och endast valda livscykelstadier genomföras. Vid ett senare skede i anläggningsprojekt då det finns tillgång till nödvändiga projektspecifika data kan en omfattande LCA göras. En screening-LCA har en högre osäkerhet än en fullständig LCA i slutet av ett anläggningsprojekt.

Det finns olika varianter av LCA. Den mest standardiserade formen är miljövarudeklaration (EPD). Det finns också så kallad ”single issue” EPD, klimatdeklaration, i vilken klimatpåverkan beskrivs som utsläpp av koldioxid ekvivalenter. En klimatdeklaration ska verifieras och tredjepartsgranskas av en EPD-programoperatör i likhet med en fullständig EPD. Den största skillnaden mellan en klimatdeklaration och en EPD är att EPD innehåller flera miljöpåverkans kategorier, t ex ozon nedbrytning, försurning etc. Både Klimatdeklaration och EPD utförs enligt samma europeiska standarder [9]. En klimatberäkning utförs inte alltid i form av en verifierad klimatdeklaration utan det finns olika varianter av klimatberäkningar på marknaden. Det är bara verifierade klimatdeklarationer och EPD, utförda enligt europeiska standarder, kan användas vid jämförelse av olika alternativ, upphandling och redovisning av projektspecifika klimatgasutsläpp.

EPD för byggmaterial och byggnadsdelar har ökat på den nordiska marknaden under de senaste åren. Många tillverkare har utvecklat EPD för sina produkter. Det finns dock fortfarande ingen allmän acceptans av EPD som en branschgemensam LCA-specifikation. Kunskap och erfarenhet av att använda sådana standardiserade LCA-beräkningar enligt EPD-format är fortfarande låg.

## 1.3 Behov av ett branschgemensamt leveransgränssnitt för verifierade klimatberäkningar

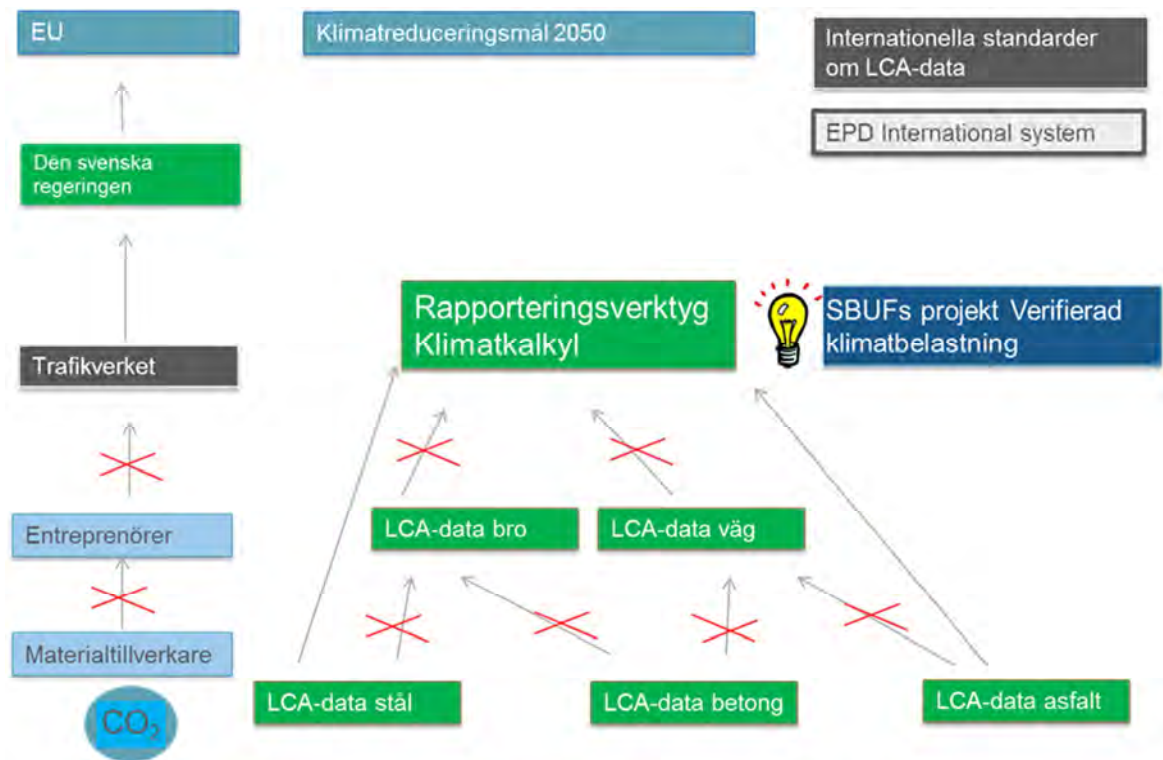
### 1.3.1 Branschgemensam LCA-modell

I ljuset av Trafikverkets upphandlingskrav på klimatgasreducering, har anläggningskonstruktörer har ett växande behov av att kunna utföra en snabb skanning av miljöprestanda och identifiera eventuella hotspots, baserat på resultaten från ett pålitligt LCA-verktyg. För att kunna identifiera hotspots behöver de en utbildning för att kunna förstå LCA-begreppet och funktioner i ett LCA-verktyg samt LCA-metoder. Kunskap om hotspots-analys för miljöpåverkan i ett enskilt anläggningsprojekt kan ge möjlighet att förstå hur olika komponenter och byggmaterial bidrar till den totala miljöpåverkan och sätta igång de mest kostnadseffektiva klimatreducerande åtgärderna. Då kan en konstruktör hitta en lösning med hänsyn till miljöpåverkan. Utförande av förenklade hotspots-LCA kräver att det finns en vägledning för att utföra jämförbara LCA och klimatberäkningar.

Det saknas ett samlat grepp om var en konstruktör eller en projektinköpare kan hitta befintliga/själva ta fram verifierade EPD eller klimatdeklarationer för att snabbt kunna räkna ut klimatpåverkan från en produkt eller en konstruktion enligt europeiska standarder. Med en gemensam grund för beräkning och rapportering av LCA-data mellan olika led kan en affärsmodell för utvärdering av innovativa lösningar tillämpas i offentliga upphandlingar och stödja innovationskraften hos olika aktörer. Den svenska byggbranschen behöver ta utvecklingen av miljö- och klimateffektiva innovativa produkter på största allvar och verifiera sina ”gröna” produkter enligt ett vedertaget system. Då blir det möjligt att transparent och rättvist jämföra alternativa utföranden med samma funktion utifrån ett livscykelperspektiv. Detta kommer att ge fördel till klimatsmarta innovativa lösningar i upphandlingar och bidra till minskade utsläpp av växthusgaser

Ett branschgemensamt beräkningssätt skulle göra det möjligt att skapa ett obrutet informationsflöde med LCA-data mellan materialleverantörer, entreprenörer och kunder, se Figur 2. En gemensam grund skulle tillåta användning av samma LCA-uppgifter för olika ändamål såsom intern uppföljning av klimatprestanda på infrastrukturprojekt, intern produktutveckling, inköp, rapportering för miljöledningssystemet, offentlig upphandling, skapande av affärsstrategier och rapportering enligt miljöcertifieringssystemen (LEED, BREEAM).

Den största utmaningen för byggentreprenörer är att hitta incitament för arbete med LCA redan idag och kunna planera intern utveckling för att kunna stödja framtida affärer. Ett tätt samarbete med olika branschaktörer har en avgörande roll vid planering av vilka initiativ som ska utvecklas.



Figur 2: Det nuvarande brutna informationsflödet med LCA-data på grund av avsaknad av en gemensam konceptuell LCA-modell för klimatberäkningar.

### 1.3.2 Leveransgränssnitt för verifierade klimatberäkningar

I fas 1 i SBUF-projektet har vi konstaterat att det saknas ett tillgängligt sätt att ta fram projektspecifika klimatdeklarationer som visar det faktiska utsläppet av t ex CO<sub>2</sub>-e i företagets egna LCA-verktyg. I nuläget accepterar Trafikverket klimatrapportering i eget verktyg, Klimatkalkylmodellen. Rapportering av projektspecifik klimatprestanda för använda byggmaterial accepteras endast i form av tredjepartsgranskade EPD. Redan i fas 1 i detta projekt har vi konstaterat att det finns andra LCA-verktyg som helt och fullt ut uppfyller krav på flexibilitet och krav i europeiska standarder. Valet av LCA-verktyg spelar ingen roll för möjligheten att uppfylla krav på övergripande transparens för en verifierad klimatberäkning. De flesta utvärderade LCA-verktyg har klassats som "Delvis kompatibelt" [10]. Trots att de flesta utvärderade LCA-verktygen motsvarar standardiseringskraven för verifierade klimatberäkningar och EPD utförs beräkningarna enligt olika LCA-metoder, olika systemgränser etc.

Vissa entreprenörer har redan nu byggt upp ett ambitiöst system med klimatkalkyler och hoppas kunna dra nytta av det i fortsättningen. Trafikverket måste dock kunna verifiera att deras krav i projekten också motsvaras av det som levereras. I fas 1 har vi konstaterat att ett intressant spår är att kunna verifiera ett arbetssätt eller en leveransprocess för klimatkalkyler istället för varje enskild kalkyl. Alla projektdeltagare var positiva till tredjepartsverifiering. På detta sätt ser entreprenörerna att de inte behöver lämna ut affärshemligheter samtidigt som kravet på en fullgod verifiering kan tillgodoses. Det råder konsensus att det vid regelmässig efterfrågan på klimatkalkyl i projekten är mer rimligt att utföra stickprovskontroller än att verifiera varje enskild kalkyl och förbättringsåtgärd. De entreprenörer som uttalat sig om verifiering av klimatsmarta och energieffektiva åtgärder ställer sig bakom att Trafikverkets klimatkalkylmodell upplevs som en lagom nivå att börja med. Den fungerar även för dem som inte har egna klimatkalkylverktyg.

För att kunna skapa en branschgemensam grund för jämförbara LCA-beräkningar kom den svenska anläggningsbranschen, representerad av företagen i detta projekt, överens om att undersöka möjligheten att skapa en konceptuell modell för arbetsprocessen med leveranser av digitala klimatberäkningar mellan olika marknadsaktörer från olika LCA-verktyg. Den arbetsprocessen kallas i rapporten för digitalt leveransgränssnitt. Utveckling av dataformatet för digitala klimatdeklarationer ingick inte i projektet. Det digitala leveransgränssnittet ska stödja harmonisering av befintliga LCA-modeller och skapa av ett oavbrutet flöde med LCA-data mellan olika aktörer.

## 2 SYFTE OCH MÅL

Syftet med detta SBUF-projekt är att identifiera och beskriva förutsättningar för ett standardiserat sätt att ställa krav och verifiera klimatpåverkan från anläggningskonstruktioner. Det konkreta målet med projektet är att ta fram branschgemensamma beräkningsprinciper för verifierad klimatbelastning från anläggningskonstruktioner baserad på ett livscykelperspektiv. Det långsiktiga målet med det branschgemensamma projektet är att hitta en affärsmodell med incitament för beställare, entreprenörer och materialtillverkare att minska klimatpåverkan genom att utveckla innovativa tekniska lösningar utifrån ett livscykelperspektiv.

Förenkling och förtydligande av det praktiska innehållet i entreprenörernas arbete med klimatfrågor ska hjälpa samhället att uppnå de högt satta målen för minskning av klimatpåverkan både i Sverige och på EU-nivå. Detta kommer även att stärka anläggningsbranschens konkurrenskraft inom hållbart byggande i ett EU-perspektiv.

Nyttan för branschen är att projektet beskrivit förslag för att arbeta mot nationella klimatmål och stimulera företagens praktiska arbete med klimatfrågor i verkliga anläggningsprojekt. Projektet har identifierat och förtydligat ett behov av ett fortsatt branschgemensamt samarbete inom utvecklingen av ett verifierbart system för beräkning av klimatpåverkan från anläggningskonstruktioner.



### 3 METODIK FÖR GENOMFÖRANDE

Med en gemensam grund för beräkning och rapportering av LCA-data mellan olika affärsled kan en affärsmodell för utvärdering av innovativa lösningar tillämpas i offentliga upphandlingar och stödja innovationskraft hos olika aktörer. Den svenska byggbranschen behöver ta utvecklingen av miljö- och klimateffektiva innovativa produkter på största allvar och verifiera sina ”gröna” produkter enligt ett vedertaget system. Då blir det möjligt att transparent och rättvist jämföra alternativa utföranden med samma funktion utifrån ett livscykelperspektiv. Detta kommer leda till att ge fördel till klimatsmarta innovativa lösningar i upphandlingar och bidra till minskning av utsläpp av växthusgaser.

De olika användningsområdena med LCA-baserad information och att det redan finns ett flertal kommersiella LCA-verktyg som är integrerade i byggföretags interna processer gör att det inte går att använda ett gemensamt LCA-verktyg för alla aktörer på marknaden. Det kan dock lösas med standardisering av LCA-beräkningsregler, som kan appliceras i olika befintliga verktyg och är baserade på europeiska standarder. Då kan olika aktörer leverera jämförbara verifierade LCA:er eller klimatdeklarationer från olika LCA-verktyg och för olika ändamål. Detta kommer leda till att olika led i bygg- och anläggningsprojekt kan använda LCA-data från sina leverantörer och kan rapportera till kunder i samma format. Detta kommer skapa förutsättningar för industrialisering och digitalisering av datainsamling för LCA:er och klimatberäkningar i framtiden. Utifrån de synpunkter och förslag som framkommit från arbets- och styrgruppen i fas 1 har följande moment föreslagits att genomföra i fas 2:

- 1) Omvärldsbevakning
- 2) Framtagande av en konceptuell modell för ett digitalt leveransgränssnitt, som kan användas för att leverera verifierade klimatdeklarationer från olika befintliga LCA-verktyg i samma presentations layout.
- 3) Ett övergripande test av leveransgränssnittet på flera anläggningsprojekt.
- 4) Rekommendationer för nästa steg.

#### 3.1 Omvärldsbevakning

Det är av en stor vikt att kartlägga pågående svenska branschgemensamma initiativ och europeiska utvecklingsprojekt. Det är även viktigt att följa och bevaka europeiska arbeten för t ex ”Grön offentlig upphandling” och även standardiseringsarbetet inom TK 350 Hållbarhet hos byggnadsverk, där man håller på att ta fram nya standarder för PCR för anläggningsprojekt.

EU-arbetet med framtagande av ett nytt gemensamt format för rapportering av miljöpåverkan för olika varor och produkter, PEF, har också bevakats i projektet. Sist men inte minst har kopplingen till BIM och industriellt byggande utretts inom ramen för projektet.

Målet med SBUF-projektet var att ta fram ett utkast för en möjlig branschgemensam LCA-modell, som följer de europeiska standarderna och kan användas för framtagande av verifierade klimatberäkningar i olika LCA-verktyg. Den LCA-modellen bör även avspegla den befintliga byggprocessen med anbuds-, projekterings- och produktionsfasen. Det måste gå att följa upp

förbättringar i miljöprestanda över de olika faserna i byggprojekt. För att kunna ta fram en användbar LCA-modell har några befintliga LCA-modeller i olika LCA-verktyg utvärderas. Alla de LCA-modellerna utvärderades att vara förenliga med kraven enligt EN 15804 och vissa även enligt kraven i PCR för broar och vägar.

### 3.2 Framtagande av en konceptuell modell för ett digitalt leveransgränssnitt

Användningen av standardiserade tredjeparts verifierade deklARATIONER, som EPD och klimatdeklARATIONER ses som en logisk väg framåt. I sådant fall behöver inte leverantören lämna ut recept för sina innovativa produkter och konstruktioner, men en tredje part kommer granska och utvärdera kvaliteten på den medföljande LCA:n. Om en viss leverantör hävdar att dess produkt eller utförda teknisk lösning är hållbar och miljövänlig bör detta verifieras av en tredjepartsgranskad EPD.

En LCA-beräkningsmodell enligt EPD-formatet kan inte bara användas för en slutlig pappersdeklARATION som en tredje part granskar och verifierar när projektet är avslutat. Systemgränser, antaganden etc som är standardiserade för framtagande av en EPD eller en klimatdeklARATION kan användas i ett anläggningsprojekts olika skeden. Detta kommer underlätta framtagandet av en slutlig EPD och även stödja intern förbättringsarbete under projektets gång. Detta skulle säkerställa att en slutlig rapportering till kunden och entreprenörens interna förbättringsarbeten harmoniseras och styrs åt samma mål. För projektets tidigare skeden måste man eventuellt precisera systemgränser och emissionsfaktorer ytterligare eftersom tolkning av standarder för EPD lämnar vissa frihetsgrader.

Verifiering av en bättre klimatprestanda för egna produkter och byggsystem i jämförelse med branschgenomsnittliga borde ge en stor konkurrensfördel för entreprenörer med konstruktioner, som minskar klimatpåverkan. Verifierade klimatberäkningar, som utförs i EPD-layout kommer att förbättra entreprenörens arbete med leverantörskedjor, stödja intern optimering och samtidigt göra det möjligt att rapportera till kunden. Här kommer svenska byggföretag med en väl etablerad administration och rutiner för produktutveckling, inköp mm kunna konkurrera med oseriösa aktörer utan ett genomtänkt internt arbete med klimatfrågor.

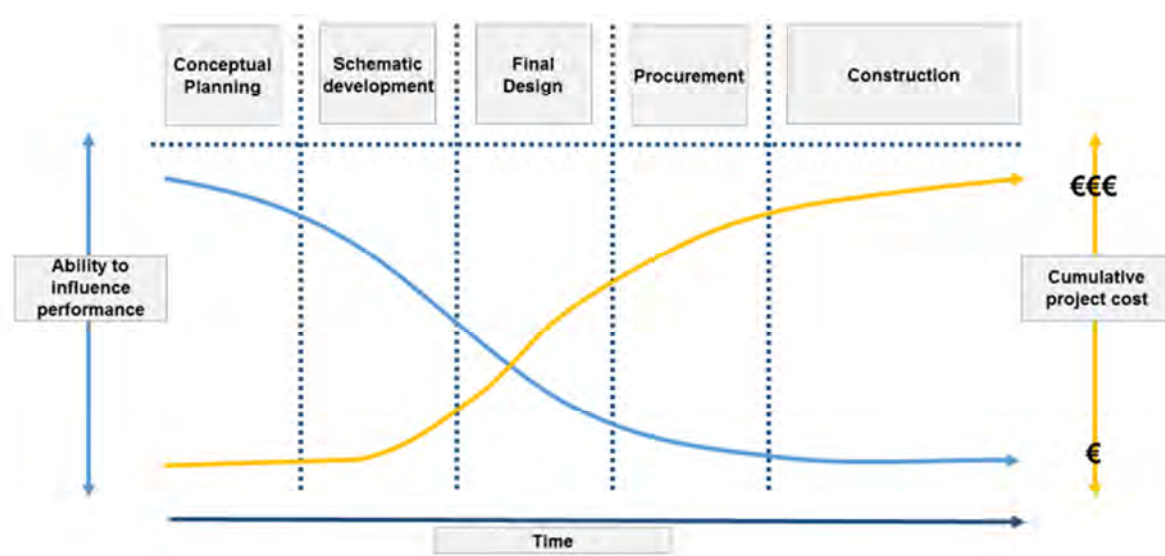
För att kunna jämföra olika projektalternativ är det avgörande att ta fram avgränsningar och antaganden för en LCA-modell. Det fanns ett önskemål från de deltagande företagen i detta projekt att inte utveckla separata LCA-modeller för total- eller utförandeentreprenader. En övergripande LCA-modell borde passa för båda. Svenska kommuner har behov av förenklade klimatberäkningar för att kunna upphandla både total- och utförandeentreprenader. Kommuner har ett behov av att använda en modell som stöd vid utförande- och materialval med schabloner för klimatgasutsläpp i ett tidigt planeringsskede. Kommuner kan utveckla sitt arbete med klimatfrågor och integrera LCA-modellen med egna riktlinjer för arbetet med miljöfrågor.

En annan viktig aspekt, som efterlystes av materialleverantörerna var att användningsfasen och förbättrade funktioner skulle gå att ta hänsyn till i den utvecklade LCA-modellen. Det fanns en stor efterfrågan från alla deltagare i projektet på att kunna fånga upp återvinningspotential och hitta ett sätt att dokumentera det, t ex som tilläggsinformation till själva klimatberäkningen.

Flera privata beställare, kommuner och materialleverantörer har uttryckt önskemål om att kunna ha ett gemensamt sätt för klimateffektivisering av anläggningsprojekt, dvs minska klimatpåverkan genom att välja miljövänligare byggmaterial, konstruktioner och byggteknik. Att kunna klimateffektivisera anläggningsprojekt är en strategiskt viktig fråga för projektdeltagarna och kommer vara avgörande inom några år p.g.a. den hårda konkurrenssituationen, både på den svenska och på den internationella marknaden. Svårigheten att göra förbättringar avseende klimatprestanda i ett skarpt byggprojekt är att man måste börja tidigt med att utforma tekniska lösningar och förbereda materialval för att kunna minska klimatpåverkan. Om en klimatdeklaration utförs i produktionsskedet är möjligheterna att ändra tekniska lösningar och upphandla rätt byggmaterial begränsade.

Utmaningen är att ha samma systemgränser för LCA:er både i tidigt skede och vid avslutande av projektet. Gemensamma systemgränser och samma LCA-metod är viktiga för att kunna följa upp förbättringar i miljöprestanda för det utförda projektet. Under projektets gång kan man byta ut olika tekniker och material – detta måste kunna följas upp så att ändringar i projektet, t ex ÄTA-arbeten inte har orsakat mer miljöpåverkan än det var beräknat i ett tidigt skede.

Dessutom är möjligheten att påverka utformningen av ett anläggningsprojekt mycket större i ett tidigt skede, se Figur 3. Kostnadsinvesteringar för att kunna uppnå en förbestämd klimatprestanda är mycket högre om man i ett senare skede börjar med utvärdering av den faktiska miljöpåverkan. Här finns ekonomiska drivkrafter hos byggentreprenörer att planera för klimat- och miljöeffektivisering i tidiga skeden. För att lyckas med detta behöver leverantörer börja både med kartläggning av sina interna produktionsmetoder och hela leverantörskedjan. Intern produktutveckling och strategiskt arbete för minskning av klimatpåverkan internt har en avgörande betydelse för att ett byggföretag ska kunna leverera en innovativ lösning med mindre klimatpåverkan i ett verkligt projekt.



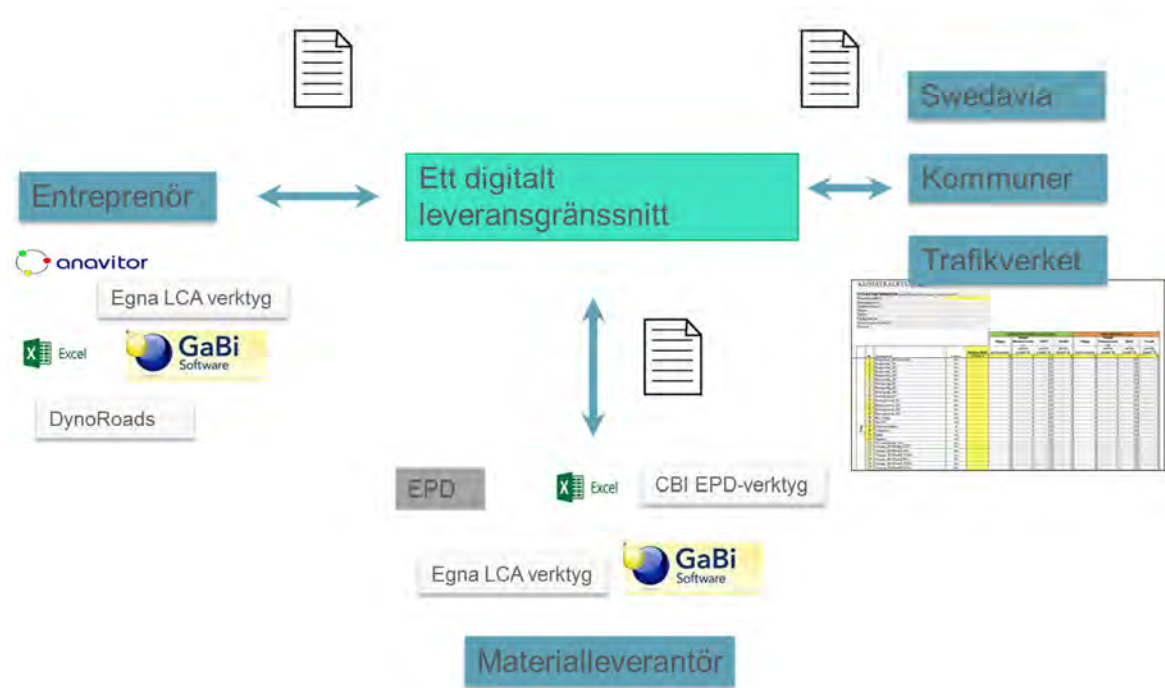
Figur 3: Möjligheter att påverka miljöprestanda minskas vid framdrift av ett anläggningsprojekt [11].

Inverkan på miljöprestanda av en LCA som har utförts i slutet på ett byggprojekt är marginell. Analys av redan befintliga anläggningskonstruktioner kan vara värdefullt för utvecklingen av utgångslägesberäkningar för olika typer av konstruktioner. De utgångslägesberäkningarna ska sedan jämföras i projekt med generiska LCA-beräkningar i ett tidigt skede och sedan kompletteras med faktiska LCA-data vid avslutande av projektet. Etablering av en process för miljöoptimering av anläggningsprojekt med en branschgemensam LCA-modell ses som ett logiskt steg framåt.

För att få ihop klimat- och energikalkyler i utförande- och totalentreprenader kommer kravställande mot materialleverantörer att bli en nyckelfråga då de kommer att ha dataunderlag som möjliggör klimatkalkylering. Det efterfrågas ett system där entreprenörer börjar tidigt i projektet med grovkalkylering av klimatpåverkan och successivt förbättrar klimatprestanda under hela projektet. En utmaning för ett sådant system är att kunna planera för minskad klimatpåverkan redan i ett tidigt projekteringsskede där detaljerade kunskaper om lösningar och inköpta material saknas. I den teoretiska delen fanns en rad diskussionsfrågor som man måste utreda och hitta en branschgemensam konsensus kring. Exempel på sådana frågor var:

- På vilket sätt ska man koppla projektet till en rad pågående EU-, nationella och Trafikverkets egna utvecklingsprojekt och initiativ?
- Hur kan ett gemensamt arbetssätt för klimatberäkningar definieras, struktureras och implementeras utifrån befintliga ISO- och EN- standarderna för LCA, EPD, PCR mm?
- Hur utvärderar man klimatberäkningar utförda i olika LCA-verktyg?
- Hur bedömer man climateffektiviseringspotential på projektnivå?
- Hur man kan verifiera projektspecifika emissionsfaktorer?
- Vilka databaser blir accepterade för en standardiserad klimatberäkning?
- Hur gör man verifiering av transparens och data kvalitet?
- Vilket layout på klimatberäkningar kan användas mellan olika intressenter?
- På vilket sätt kan LCA-data hämtas från materialleverantörer?
- Hur får man fram bättre kunskap kring livslängder för beräkning av underhåll?
- Vilka parametrar är viktigast vid utvärdering av känslighet för klimatberäkningar?
- Hur bedömer man kvalitén på indata i beräkningen?

Olika roller i anläggningsprojekt saknar kompetens att ta fram och tolka LCA-resultat. För att kunna stödja implementering av LCA i byggprocessen behövs utbildning och ett gemensamt beräkningssätt av verifierade klimatberäkningar som möjliggör en snabb och enkel utvärdering av miljöprestanda. Målet med Fas 2 var att reda ut vad som krävs av entreprenörer för en sådan standardiserad klimatberäkning som går att verifiera. Ett koncept för det planerade arbetet presenteras i Figur 4.



Figur 4: Konceptuell beskrivning av leveransprocess med verifierade klimatdeklarationer i det planerade digitala leveransgränssnittet.

Utveckling av en leveransprocess för verifierade klimatdeklarationer och EPD ställer krav på att säkerställa att flera aktörer på den svenska marknaden kan använda befintlig information från produktions-, planerings- och projekteringssystem.

### 3.3 Ett övergripande test av leveransgränssnittet på flera anläggningsprojekt

Följande entreprenörer har samlat in data om anläggningskonstruktioner, broar och vägar: NCC, Skanska, Peab och Veidekke. Trafikverket har också testat och utvärderat LCA-beräkningssätt enligt EPD-formatet, se Tabell 1.

Tabell 1: Arbetsinsatser från projektdeltagaren.

Företag	Samlar data	Testar verktyget	Delta i diskussioner/granska dokumentation
Trafikverket	nej	ja	ja
NCC	ja	ja	ja
Skanska	ja	ja	ja
Peab	ja	ja	ja

Veidekke	ja	ja	ja
Cementa	nej	nej	ja
Svevia	nej	nej	ja

Följande projekt med anläggningskonstruktioner som broar och vägar har använts i testet:

- PEAB: En bro över Norrboflödet
- NCC: En vägbeläggning och en bro i projektet Väg 27 i Borås
- Veidekke Industri AS: Vestre rullebane Oslo lufthavn (en vägbeläggning)
- Skanska: Väg E18.

### 3.4 Rekommendationer till nästa steg

Projektorganisationen har sammanfattat ett behov för vidareutveckling inom området. Arbets- och styrgruppsmöten, workshopar och avstämningar med olika aktörer i branschen har använts som metoder.

## 4 UTFÖRT ARBETE

### 4.1 Omvärldsbevakning

#### 4.1.1 EU-initiativ med LCA

Byggsektorn är den mest energikrävande sektorn med 40 % av energiförbrukningen och 36 % av CO<sub>2</sub>-ekv utsläppen inom EU. Stora ansträngningar görs för att minska miljöpåverkan från byggnader och byggnadsverk under hela dess livscykel (produktion av material, byggande, användning och drift, avveckling och återvinning) [12].

Detta avsnitt beskriver de externa krav som rör miljö- och klimatarbete i anläggningssektorn. Inte alla av dessa regler är på plats, men det pågår ett intensivt arbete på EU-nivå för att införliva dem.

##### 4.1.1.1 Miljödeklarationer, EPD

EPD är ett marknadsdrivet format för kommunikation av LCA-baserad miljöinformation ”business-to-business” och även ”business-to-consumer”. En nyckelkomponent i EPD är ett metodbeskrivningsdokument, så kallade produktspecifika regler, PCR. En PCR definierar LCA-beräkningsmetoden och datakraven som ligger till grund för EPD:n, enligt överenskommelse mellan berörda parter i en process för verifiering och godkännande [5, 6].

Det Internationella EPD<sup>®</sup>-systemet, med ursprung i Sverige, är ett globalt program för EPD enligt standarderna ISO 14025 och EN 15804 och drivs av verifieringsorganet, Environdec. I Environdec's databas finns idag ca 300 EPD:er för byggmaterial, byggprodukter och byggdelar. Det tyska EPD-systemet, IBU, har ännu flera EPD för byggprodukter, därför väljer många europeiska byggmaterialtillverkare att registrera EPD hos IBU. Det finns ytterligare EPD-system i bl a Norge och Frankrike.

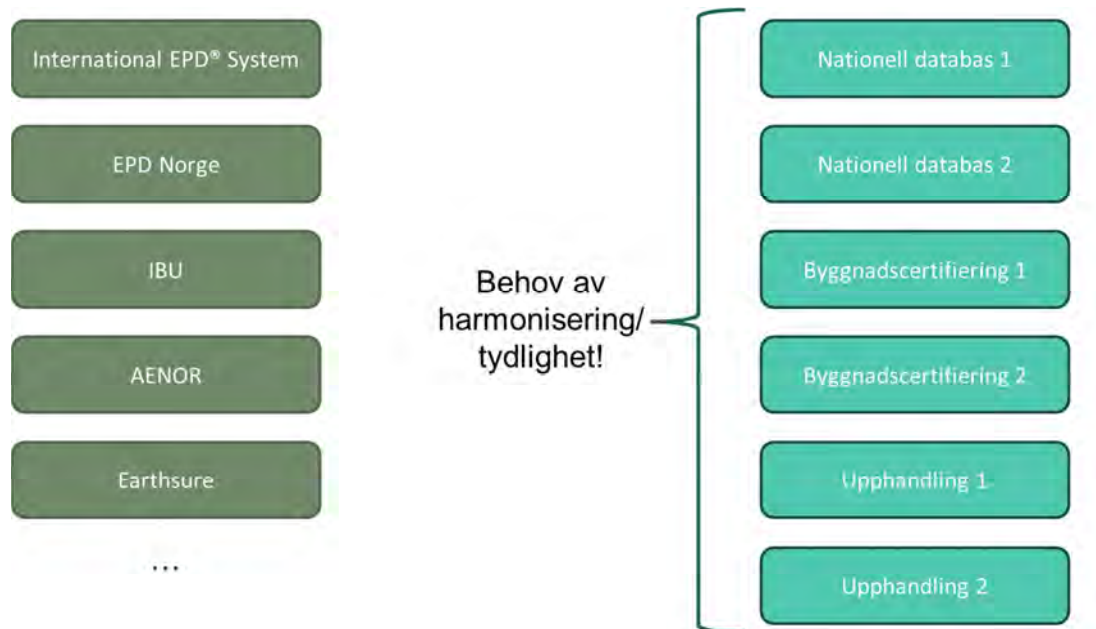
EPD är en miljövarudeklaration av en färdig produkt. Redovisning enligt EPD-formatet innehåller en blandning av bokförings- och konsekvens-LCA. Till exempel är modul D i EPD:n en ”konsekvens-LCA” där alla uteblivna utsläpp och ”krediter” till andra produktsystem ska redovisas. För användningsfasen ska man redovisa olika potentiella användningsscenarier långt fram i tiden. Här kan man t ex ta med användande av en viss energikälla.

Produktspecifika regler (PCR) är tillgängliga för anläggningskonstruktioner (t ex broar) och byggmaterial. Varje PCR är dock knuten till en särskild programoperatör (t ex EPD Norge i Norge eller International EPD<sup>®</sup> System i Sverige). EPD och klimatdeklarationer från olika operatörer är inte jämförbara ännu. Beräkningsreglerna för koldioxidutsläpp skiljer sig mellan olika EPD-system i Europa, vilket kan vara missvisande när man jämför produkter och processer. Detta behandlas dock redan inom ramen för EPD/PCR-utveckling i ett pågående arbete inom EU, Eco – plattform projektet [5].

Idag finns det över 35 programoperatörer i världen för EPD. Det kan finnas flera skillnader i EPD:er, utförda enligt hänvisningar från olika programoperatörer, se Figur 5 t ex: [13]

- Språk

- Grundläggande syn på LCA-metodik
- Tolkning av standarder
- Särkrav eller inkompatibla standarder, t.ex. krav på att viss LCA-databas ska användas
- Etc.



Figur 5: Behov av harmonisering av EPD-program i EU.

Därför har det genomförts en harmonisering av de olika EPD-programmen och skapats ett Eco-EPD program, som innehåller regler för kvalitetsgranskning av själva EPD programoperatörerna. Det är fritt att starta nya EPD program i hela världen, men för att en programoperatör ska bli godkänd måste denna ha genomgått en så kallad peer review process som är en slags kvalitetsstämpel på kompetensen hos programoperatören. En lista över Eco-EPD:er publiceras på [www.eco-platform.org](http://www.eco-platform.org), men EPD:erna finns också på respektive programoperatörs hemsida.

Alla EPD, som är registrerade som Eco-EPD är sökbara i alla de olika europeiska EPD-systemen. Detta gör det mycket enklare för ett företag som har produktion i olika europeiska länder att producera bara en EPD, som är godkänd och sökbar inom flera europeiska marknader. Huvudkravet för en Eco-EPD är att den ska vara utförd enligt kraven i EN 15804. Eco-EPD:er har jämförbar kvalitet, men tyvärr inte fullständig jämförbarhet av innehållet. Eco-plattform programmet arbetar för samsyn om metodfrågor och gemensamma kvalitetsregler för EPD:er från de olika EPD-systemen. Följande rekommendationer ges av Eco-plattform programmet:

- Efterfråga EPD enligt ISO 14025 & EN 15804, vilket garanterar:
  - Transparens
  - Tredjepartsgranskning
  - Att samma grundläggande beräkningsregler använts
- Undvik nationella/egna särkrav.



Det återstår vissa teoretiska oklarheter, men man måste alltid följa ett EPD-system (och hänvisningar från programoperatören, som är knutna till det EPD-systemet) vid jämförelse av olika material, konstruktioner och processer med EPD eller klimatdeklarationer. Beroende på programoperatören finns PCR för byggprodukter, kompletta byggnader och anläggningskonstruktioner. Inte bara byggprodukter kan bedömas och märkas med en EPD/klimatdeklaration, utan även hela broar eller byggnader. Detta öppnar möjligheten för kunderna att jämföra klimatpåverkan från hela byggnader eller infrastrukturprojekt. Jämförelser kan göras utifrån samma funktionella enhet och samma tekniska funktion.

#### 4.1.1.2 Verifigen av LCA-verktyg och EPD/klimatdeklarationer

LCA-utförande enligt EPD-formatet följer strikta regler enligt EN 15804, EN 15978 och PCR. Användningen av LCA-data för projektspecifika produkter kan hjälpa till att minska de faktiska klimatgasutsläppen. Generiska LCA-data kan skilja upp till 30 % från faktiska data. Producenter av byggprodukter eller branschorganisationer kan utveckla generiska eller branschgenomsnittliga EPD:er. Produkt- eller projektspecifika EPD:er kan användas för definiering av konkreta optimeringsåtgärder i produktionsprocessen, i leverantörskedjan och i anläggningsprojekt.

I Environdec's General Programme Instructions för det svenska International EPD system finns följande riktlinjer för verifiering av EPD/klimatdeklarationer och även LCA-verktyg för automatisering av producenter av verifieringsbara EPD och klimatdeklarationer, som är anslutna till en viss PCR, se Figur 6.

Vid EPD tredjepartsgranskning kontrolleras:

- Insamling och användning av de underliggande data för LCA-beräkningarna
- LCA-beräkningar enligt beräkningsreglerna i PCR-dokumentet
- Presentation av resultaten från LCA i EPD:n
- Övrig miljöinformation som redovisas i EPD:n.

Vid för-verifiering av LCA verktyg:

- Ett beräkningsverktyg kan för-verifieras att leverera korrekta resultat att använda i en EPD (givet att indata är korrekta och lever upp till kvalitetskraven)
- Verktyg och för-verifiering kopplas till en viss produktgrupp och PCR
- För-verifieringen av ett EPD-verktyg ersätter inte EPD-verifiering
- Indata och hur resultatet används måste fortfarande kontrolleras

Dessutom det finns möjlighet att verifiera EPD-process för framtagande av flera EPD:er:

- Genomgång och certifiering av rutiner och processer för att ta fram och interngranska EPD:er
- Ersätter extern granskning av individuella EPD:er
- Knyter an till företagets miljöledningssystem för ett viss produktgrupp/PCR
- Ett internt verktyg kan vara en del av processen
- Certifiering görs av ackrediterade certifieringsorgan

Figur 6: Krav på verifiering av LCA-verktyg, EPD och EPD-process enligt the EPD International system, Environdec.

För-verifiering av ett LCA-verktyg ersätter inte EPD-verifiering, men det gör verifieringsproceduren enklare eftersom verktyget har för-verifierats för att utföra beräkningar

enlig en viss LCA-modell och en specifik PCR. Detta skiljer sig från EPD Process-verifiering, som ersätter EPD-verifiering. EPD Process-verifieringen innebär att företagets interna rutiner och processer för att utföra EPD:er kontrolleras årligen av ett ackrediterat certifieringsorgan. Det finns möjlighet att i förväg kontrollera och registrera ett LCA-verktyg i International EPD<sup>®</sup> System, med syfte att generera EPD:er, som följer en för-definierad LCA-modell. Alternativa användningar av LCA-verktyg (t ex EPD som baseras på insamlade recept för produktion av vissa material/ konstruktioner eller med begränsat antal av miljöpåverkande indikatorer) kan också förutses.

För för-verifiering av ett digitalt LCA-verktyg, som är baserat på en viss ”låst” LCA-modell enligt en specifik PCR såsom broar eller vägar, krävs följande funktioner i verktyget [8]:

- Kontroll av några utvalda exempel på data insamling för LCA-beräkningar (materialkalkyler eller så kallade BoM)
- Använda LCA-databaser måste vara godkända/ verifierade och strukturerade enligt EN 15804
- Kontroll av emissionsfaktorer för använda byggmaterial, maskiner, etc. i den specifika LCA- modell, som används för att beräkna miljöpåverkan
- Kontroll av systemgränserna för LCA (enligt PCR och EN 15804)
- Granskning av den slutliga EPD-rapporten
- Verktyget ska i förväg verifieras av programoperatören, dvs the International EPD<sup>®</sup> system, Environdec.

#### 4.1.1.3 Product Environmental Footprint, PEF

Produktens miljöpåverkan (PEF) är en metod för att bedöma en produkts miljöprestanda under dess livscykel. Denna metod är för närvarande under utveckling. Europeiska kommissionen vill etablera en gemensam europeisk metod för att mäta miljöpåverkan från en produkt, vilket skulle stödja framtida politiska beslut och lagstiftning. Beräkningsreglerna för bedömning av livscykeln enligt PEF-metodiken är standardiserade och kan därför införlivas på den gemensamma marknaden för gröna produkter. För närvarande finns motstridiga miljöbedömningsmetoder och märkningar för produkter, vilket leder till förvirring för konsumenterna. Behovet av en gemensam beräkningsmetod för produktens miljöpåverkan, baserad på livscykelanalys, kommer att etableras på den europeiska marknaden och styrs av Europeiska kommissionen.

För närvarande pågår flera pilotstudier med PEF-metodiken för olika typer av produkter. För varje produktkategori tar man fram regler (PEFCR), som utvecklas i en intressentdriven process. PEF kommer användas som ett politiskt instrument och som ett utvärderingsverktyg för miljöanpassad offentlig upphandling. Konsumenterna ska ha möjlighet att lätt bedöma och jämföra produkters miljöprestanda. Metodiken följer internationella normer för livscykelanalys som ISO 14040, ISO 14044 och ISO 14025 [14].

I nuläget testas PEF-metodiken på vissa byggprodukter, t ex färger. Användande av PEF-metodiken på mer komplexa sammansatta produkter, som anläggningskonstruktioner och hela anläggningsprojektet är inte aktuellt ännu så länge. Istället gav Europeiska kommissionen mandat till en standardiseringskommitte, CEN/TC 350 som jobbar med serie av standarder, Hållbarhet

för byggnadsverk att uppdatera den befintliga standarden EN 15804 och harmonisera tillämpningen av EPD- och PEF-metodiken på sammansatta byggprodukter och projekt.

#### 4.1.1.4 Obligatoriskt användande av BIM

Europeiska unionen har givit ut direktiv 2014/24/EU om offentlig upphandling i medlemsstaterna. Direktivet uppmuntrar medlemsländerna att kräva Building Information Modelling (BIM) som en integrerad del av kraven vid offentlig upphandling. Många medlemsstater har redan lagstiftning som ställer krav på företag att använda BIM i bygg- och anläggningsprojekt beroende på projektets storlek. Till exempel i Storbritannien kräver alla offentliga beställare en viss integrering av BIM i byggprocessen [15]. Liknande krav finns på plats även i Danmark och i Finland. Det svenska Trafikverket har börjat ställa liknande krav på större anläggningsprojekt [16].

#### 4.1.1.5 Utveckling av svenska byggkoder, BSAB

En effektiv överföring av information mellan olika discipliner och aktörer från anbud, projektering, produktion och överlämning är en viktig fråga i SBUF-projektet. Vi har tagit del av den pågående utvecklingen av den nya omarbetade gemensamma strukturen för information i byggsektorn, BSAB (Byggandets Samordning AB). Med den nya systematiken i BSAB 2.0, så kallad CoClass hoppas man uppnå tydlighet både i affärsförutsättningarna och i de tekniska premisserna, t ex koppling till digitala BIM-modeller. Full implementering är planerad till år 2018 [17].

Genom effektivare kommunikation kan CoClass bidra till miljardbesparingar i bygg- och förvaltningsprocessen. Ledande offentliga byggherrar som Trafikverket förbereder nu implementeringen av systemet. Bristande kommunikation kostar årligen åtskilliga miljarder i både produktion och förvaltning inom samhällsbyggnad. Systemet innehåller beskrivningar av objekt, egenskaper och aktiviteter i hela livscykeln för både hus och anläggningar. Internationellt anpassat CoClass har utifrån svenska behov anpassats till aktuella ISO- och ISO/IEC-standarder. Detta betyder att systemet kan bidra till internationaliseringen genom kopplingar till andra länders klassifikationssystem. CoClass kommer även att översättas till en engelsk version.

Arbetet med att skapa ett system för koppling av miljöinformation, t ex EPD:er till CoClass systematiken pågår i flera branschgemensamma projekt. I ett branschgemensamt projekt, finansierat av Smart Built Environment Programmet [18], "Environmental Properties Digital Declaration, EPDD", ska man upprätta och tillhandahålla en digital öppen definierad (drop down menyer) standardiserad datamiljö med miljöegenskaper (EPDD). Inledningsvis med fokus på LCA, LCC, eBVD och iBVD, som attribut eller egenskaper till en BIM-modell.

I ett annat projekt i samma program, "LCA/LCC med hjälp av CoClass och Byggkatalogen", ska man göra en LCA-kalkyl baserad på "generiska" (leverantörsoberoende) byggprodukter och material, för att senare kunna ställa krav på miljöegenskaper för ingående byggdelar och söka byggprodukter som klarar dessa krav. Det skulle även vara önskvärt att som beställare i tidiga skeden kunna ställa krav på "maxvärden" för hela byggnadsverket.

Det nya svenska klassifikationssystemet CoClass kommer att utgöra den gemensamma informationsstruktur som är nyckeln till en framgångsrik förändring av bygg- och fastighetsbranschens arbetsprocesser mot digital modellering. Det utgör därmed en vital del i förverkligandet av den fulla potentialen med överföring av verifierad information om klimatpåverkan mellan olika aktörer.

#### 4.1.1.6 Nya standarder

Den tekniska kommittén, CEN/TC 350 som ansvarar för serie av standarder för Hållbarhet hos byggnadsverk arbetar nu med en ny standard, som kommer ligga till grund för framtagandet av EPD:er för anläggningskonstruktioner. Ett utkast av den standarden, prEN 15643-5 Sustainability of construction works - Sustainability assessment of buildings and civil [19], har varit på remiss och den följer i sin helhet övriga standarder i den serien bl a EN 15978, se Figur 7.

Framework level	EN 15643-1 Sustainability Assessment of Buildings - General Framework (TG)			Technical Characteristics	Functionality
	EN 15643-2 Framework for Environmental Performance of Buildings (TG)	EN 15643-3 Framework for Social Performance of Buildings (WG5)	EN 15643-4 Framework for Economic Performance of Buildings (WG4)		
	WI 022 (prEN 15643-5) Framework for Sustainability Assessment of Civil Engineering Works (WG6)				
Works level	EN 15978 Assessment of Environmental Performance of Buildings (WG1)	EN 16309 Assessment of Social Performance of Buildings (WG5)	FprEN 16627 Assessment of Economic Performance of Buildings (WG4)	Service Life Planning – General Principles (ISO 15686-1)	CEN Standards on Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)
	To be developed later: Methods for Sustainability Assessment of Civil Engineering Works (WG6)				
Product level	EN 15804 Environmental Product Declarations (WG3)	(see Note below)	(see Note below)	Service Life Prediction (ISO 15686-2), Feedback from Practice (ISO 15686-7), Reference Service Life (ISO 15686-8)	
	EPD of Build. Products (ISO 21930)	Note: At present, technical information related to some aspects of social and economic performance are included under the provisions of EN 15804 to form part of EPD			
	EN 15942 Comm. Form. B-to-B (WG3)				
	CEN/TR 15941				

Figur 7: Serie av standarder, Hållbarhet hos byggnadsverk.

En annan internationell standard, ISO 21930 [20], håller just nu på att uppdateras. Den standarden kommer skapa harmoniseringsgrunder mellan olika europeiska och flera amerikanska EPD-system och programoperatörer. ISO 21930 är den internationella versionen av EN 15804. Den standarden fanns redan före EN 15804, men håller nu på att uppdateras, förmodligen som en reaktion på populariteten av EN 15804.

Orsaken kan också vara att det har startats ett stort antal EPD-system och programoperatörer i hela världen, vilket komplicerar användandet av EPD:er från olika system och programoperatörer. Standardens mål är att: "... provides the principles, specifications and requirements to develop an EPD for construction products and services, construction elements

and integrated technical systems used in any type of construction works. Construction assemblages, construction elements and integrated technical systems, incorporated within construction works, can be considered construction products”.

Enligt Environdec's tolkning [21] kommer därför den nya standarden ISO 21930 i likhet med EN 15804 att vara relevant på produktnivå och inte för en hel byggnad eller infrastrukturverk. ISO-standarder har i allmänhet en högre prioritet än EN-standarder. Därför planerar Environdec att implementera den nya standarden i the International EPD system så fort den är godkänd. Problemet är dock att det är andra intressenter inblandade i ISO-arbetet än i arbetet med EN-standarderna. Det verkar alltså finnas en risk att en PCR och en EPD inte kommer att kunna leva upp till båda standarderna samtidigt. Detta kan medföra att en typ av EPD:er efterfrågas i Europa och en annan typ utanför Europa (inklusive t.ex. LEED).

Det är viktigt att klargöra om det kommer finnas några betydande skillnader i beräkningsmetodik och systemgränser mellan EN 15804 och den kommande ISO 21930. Det kommer eventuellt behövas göra vissa anpassningar av de nuvarande EPD-systemens regler efter kraven i ISO 21930. Standardiseringskommitté TK-350 har fått mandat att uppdatera EN 15804 i sambandet med godkännande av ISO 21930.

#### 4.1.2 LCA i byggsektorn

Det pågår ett antal olika initiativ i Sverige med syftet att kartlägga och implementera de europeiska standarderna och LCA-metoderna till svenska förhållanden.

Ett branschgemensamt utvecklingsprojekt i Sverige inom nätverket Swedish Life Cycle Center har startat en tillämpning av prissättningsmetoden, kallad monetariseringsmetoden, för svenska förhållanden. Målet är att förvalta en prislista för miljökostnader för material och processer i en cirkulär ekonomi, och utveckla en beslutsmetod, som kan användas vid upphandlingar i framtiden. Prissättningsmetod håller på att godkännas som ett ämne för en ny EN standard inom TC 207 Miljöledning.

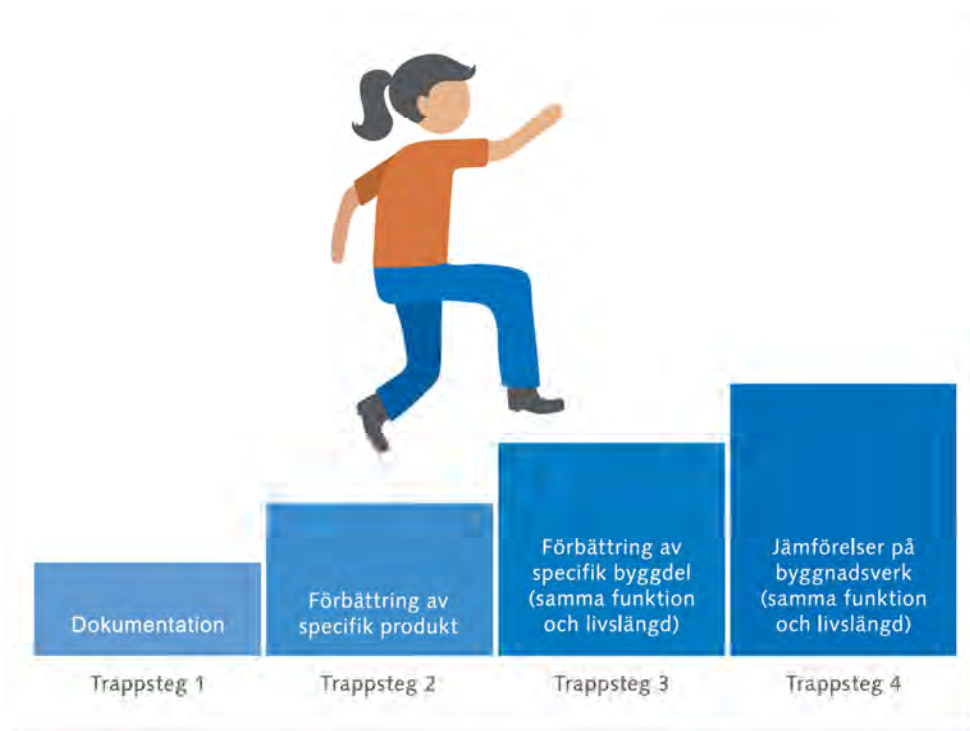
I den svenska byggbranschen pågår ett arbete med framtagande av ett digital format för eBVD [22]. I det projektet har man definierat ett öppet dataformat som är lämpligt för alla egenskaps- och attributsredovisningar av byggmaterial enligt den nya Byggproduktförordningen, CPR [23]. I detta projekt har ett format kallat BVD4xml definierats, som inkluderar BVD3 och EPD enligt EN15804.

Som en del av det nystartade långsiktiga forsknings- och innovationsprogrammet Smart Built Environment finns en satsning på integrering av LCA med BIM. Inom programmet håller man på att starta en rad utvecklingsprojekt. Projekten kommer att inriktas på att överbrygga de hinder som idag finns för digital hantering av LCA och att testa dessa lösningar i olika pilotprojekt [18].

En annan viktig input i detta SBUF-projekt är resultat från ett annat SBUF-projekt, ”Robust LCA” [24], där branschspecifika rekommendationer för utförande av miljövarudeklarationer (EPD) och produktspecifika regler för EPD (PCR) för byggnader och byggmaterial tagits fram, samt ”Livslängdsdata och återvinningsscenario för LCA-beräkningar”[25]. Rapporten i ett annat branschgemensamt projekt LCA verktygslåda [26] kommer ut i december 2016. I ett annat

projekt från IVL och KTH har man gjort ett försök att skapa användbara och handfasta rekommendationer för privata och offentliga beställare att ställa krav på LCA i upphandlingar [27].

Miljökrav som baseras på LCA måste ta hänsyn till var vi befinner oss i utvecklingen av LCA-metodikerna och vilka osäkerheter som finns. Konsekvensen av detta är också att beroende på vilket trappsteg vi befinner oss på så kan vi använda LCA för att svara på mer avancerade frågor, se Figur 8. Det första trappsteget ger oss möjlighet att för den egna produkten eller tjänsten bedöma vad som är stort och smått och det sista trappsteget ger oss möjligheten att använda LCA för att jämföra olika produkter eller tjänster [27].



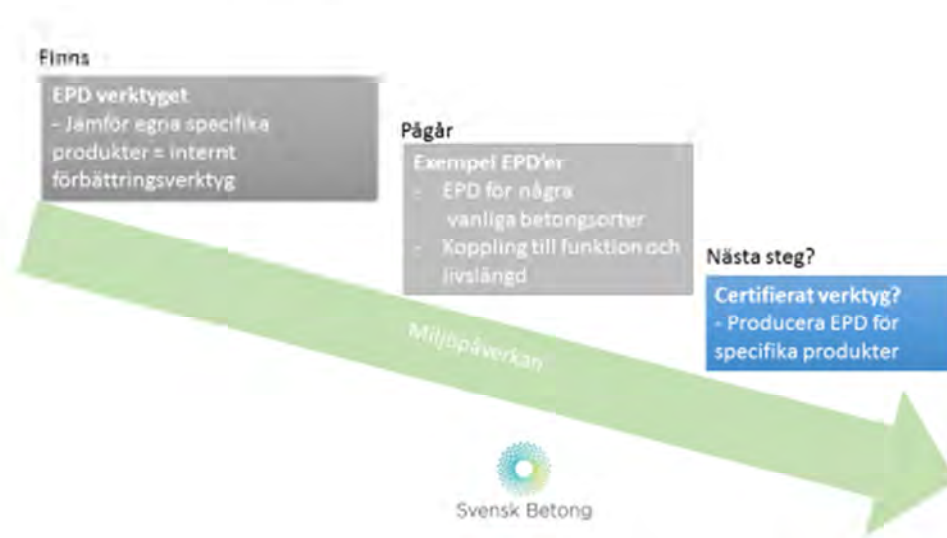
Figur 8: LCA-trappan som beskriver en ökad ambitionsnivå och en utökad användning av LCA i upphandling. LCA kan användas i olika syften och detta avgör kravet på datakvalitet och omfattning i form av livscykelkedan och byggnadsverksnivå mm [27].

#### 4.1.2.1 Betongbranschens EPD-verktyg

##### *Syftet med verktyget*

Syftet är att använda fakta från LCA för att minska utsläppen av växthusgaser med hjälp av de åtgärder som ger största möjliga effekt [28]. För att stödja enskilda betongföretags arbete med utvärdering av miljö- och klimatpåverkan från sina processer och produkter har branschorganisationen Svensk Betong tagit fram ett beräkningsverktyg för underlag för EPD, se Figur 9. Genom att göra egna jämförelser av sina produkters miljöpåverkan blir det ett verktyg i utvecklings- och förbättringsarbetet. Det finns en kvalitetsplan för hur verktyget ska uppdateras, hur resultaten kan användas samt hur kompetens hos användare säkerställs.

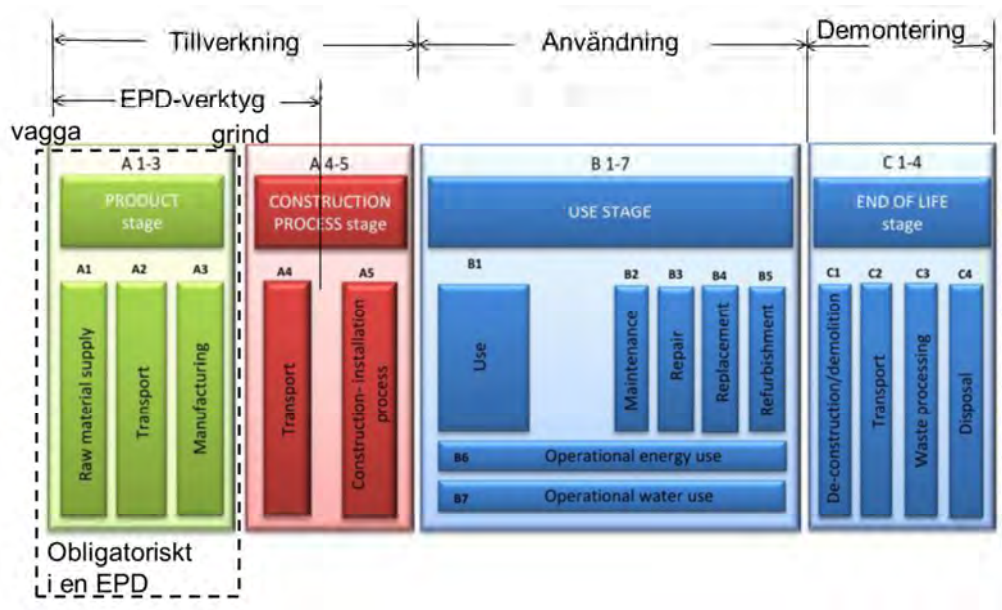
## EPD verktyg för bättre miljöprestanda Betongbranschens arbete



Figur 9: Betongbranschens EPD-verktyg stödjer arbetet med att minska betongens miljöpåverkan [28].

### *Hur det skiljer sig från andra verktygen*

Verktyget, som utvecklats av CBI Betonginstitutet, följer den europeiska standarden EN 15804 och beräknar miljöpåverkan för produktionsfasen A1-A3, dvs utvinning av råmaterial, tillverkning av betong/betongelement samt transporter. Även A4, påverkan från transport till byggarbetsplats, kan beräknas med verktyget, se Figur 10. Verktyget, använder verifierade indata från t ex EcoInvent samt specifika data från EPD:er för olika cementsorter som används i Sverige.



Figur 10: Obligatoriska moduler i livscykeln enligt EN15804.

De miljöpåverkanskategorier som beräknas i Svensk Betongs EPD verktyg följer EN 15804:

- Klimatpåverkan
- Övergödning
- Försurning
- Bildande av marknära ozon
- Nedbrytning av ozonskiktet
- Utarmning av mineraliska resurser
- Förbrukning av fossila resurser.

Dessutom redovisas åtgången av vatten och energi samt återvinningspotentialen vid produktion av betong. Framtagna resultat från EPD-verktyget kan också användas som indata till LCA beräkningar av byggnadsdelar eller hela betongkonstruktioner, tex hus eller broar. Om sådana beräkningar ska vara användbara som underlag för val av material och lösningar i byggnaden måste även konstruktionens livslängd och funktion beaktas. En nyligen utförd studie visar på att det är fullt möjligt att göra sådana beräkningar [29].

#### *Avgränsningar*

Betongbranschens EPD-verktyg är ett internt verktyg och används bara av medlemsföretagen.

#### 4.1.2.2 LCA-modell för vägar, EKA

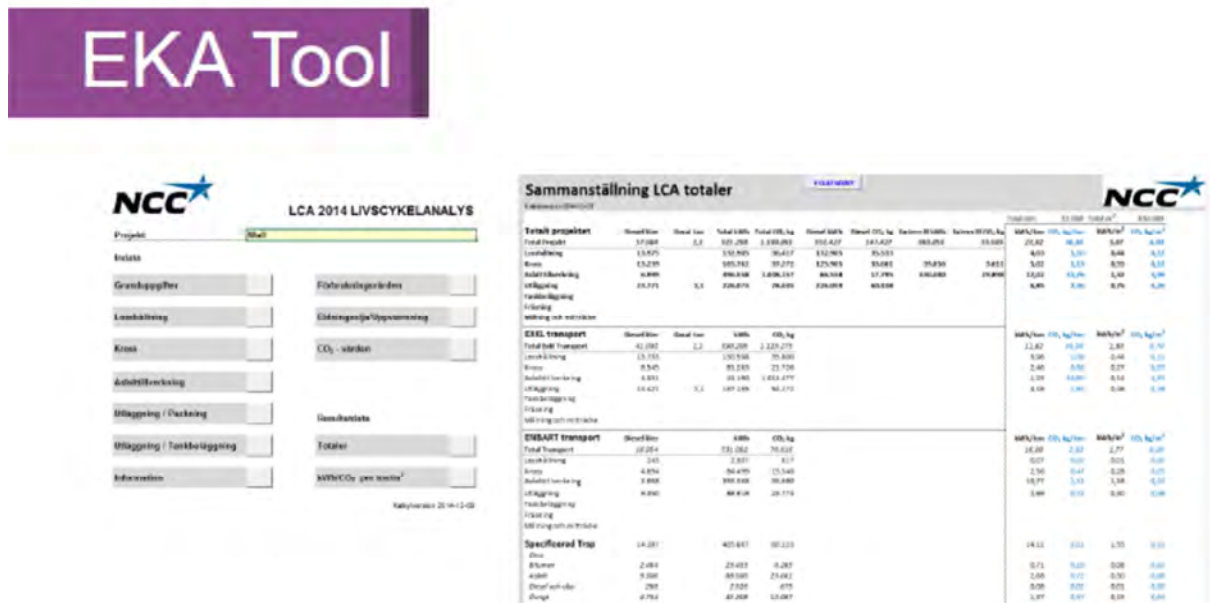
##### *Syftet med verktyget*

Verktyget utför kalkylering av direkta CO<sub>2</sub>-emissioner från maskiner och energianvändning i olika tillverkningsprocesser. Verktyget har tydlig fokus på byggande av asfaltvägar [30].

##### *Hur det skiljer sig från andra verktygen*



EKA-verktyget innehåller detaljerad produktionsspecifik information om byggande av vägbeläggningar, använda maskiner, processer, energianvändning för olika processer, recept på mest använda typer av asfalt i Sverige, grundläggningsarbete mm, se Figur 11.

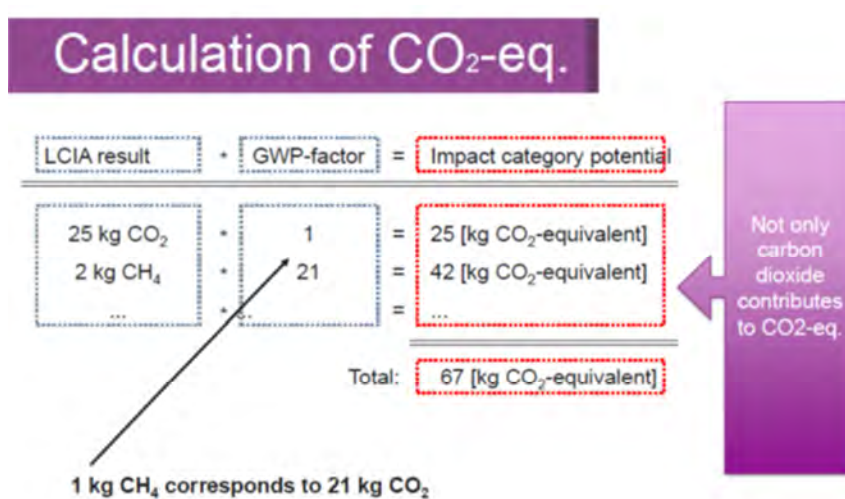


Figur 11: EKA-verktyget

EKA-verktyget har mest kompletta receptdatabas för asfaltproduktion för svenska förhållanden.

### Avgränsningar

Det saknas beräkningsunderlag för övriga delar av livscykeln, t ex drift och underhåll, avveckling mm. Dessutom beräknar EKA-verktyget bara direkta CO<sub>2</sub>-utsläpp och inte CO<sub>2</sub>-emissioner. Enligt EN 15804 ingår flera emissioner utöver CO<sub>2</sub> i kalkylering av CO<sub>2</sub>-emissioner, t ex CH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, CFC-11, se Figur 12. Därför följer inte LCA-modellen och beräkningsrutinerna i EKA-verktyget kraven i EN 15804.



Figur 12: Kalkylering av CO<sub>2</sub>-e enligt EN 15804.

#### 4.1.2.3 LCA-modell för broar, ETSI

##### *Syftet med verktyget*

Syftet med en annan LCA-modell, Scandinavian ETSI-modellen (Bridge Life Cycle Optimization), är beräkning av miljöpåverkan, kostnadsuppskattning och teknisk design för broar [31]. Modellen har skapats i syfte att kunna optimera de tre parametrarna vid projektering av broar, se Figur 13.



Figur 13: ETSI modell

##### *Hur det skiljer sig från andra verktygen*

Modellen använder EcoInvents LCA-databas och beräknar miljöpåverkan från alla livscykelsteg enligt de LCA-metoder som finns i en kommersiell LCA-programvara, SimaPro. Det finns schabloniserade data för olika brodelar, vilket underlättar beräkning. Det finns möjlighet att lägga in projektspecifika emissionsfaktorer och mängder. Miljöpåverkan beskrivs i olika miljöpåverkanskategorier, t ex Global uppvärmning, övergödning etc. Det används standardiserade LCA-metoder för beräkning av klimatpåverkan som Recipe och USEtox metod, se Tabell 2.

Tabell 2: Miljöpåverkanskategorier I ETSI-modellen.

Impact category	ILCD recommended method	Available in SimaPro
Global warming	Baseline model of 100 years of IPCC.	YES
Ozone depletion	Ozone depletion: Steady-state ODPs 1999 as in WMO assessment.	YES
Acidification	Accumulated Exceedance (Seppälä et al.,2006, Posch et al, 2008)	NO
Eutrophication, aquatic	Eutrophication. EUTREND model (Struijs et al, 2009b) as implemented in ReCiPe	YES
Resource depletion (Fossil depletion)	Resource depletion, mineral, fossil and renewable, EDIP97 update 2004 (Hauschild and Wenzel,1998 a-update 2004) and CML	YES

	2002.	
Human toxicity cancer	USEtox model	YES
Human toxicity non-cancer	USEtox model	YES
Ecotoxicity	USEtox model	YES

### *Avgränsningar*

Användande av det verktyget kräver dock licens från Eco-Invent Center (Swiss Center for Life Cycle Inventories). Det finns ytterligare avgränsningar i ETSI-modellen:

- Det går inte att lägga till leverantörsspecifika data för energi
- LCA-beräkningen följer inte EN 15804 eller PCR.
- Det går inte kalkylera återvinningspotential, modul D enligt EN 15804
- Det finns inputdata, t ex transport av arbetare, som inte ingår i en standardiserad LCA i EPD-format
- Det saknas en LCA-metod, CML, som krävs enligt EN 15804.

#### 4.1.2.4 LCA-modell för anläggningsprojekt, Klimatkalkyl 3.0

##### *Syftet med verktyget*

Trafikverkets modell Klimatkalkyl används för beräkning och rapportering av klimatpåverkan och energi i Trafikverkets projekt [34]. Sedan 2015 används modellen i alla nya stora investeringar (>50MSEK). Sedan 2016 används modellen också för att beskriva klimatkrav vid offentlig upphandling [33]. Det går att beräkna för olika typer av anläggningsprojekt, t ex vägar, järnvägar, tunnlar mm. Modellen omfattar dock inte sjöfart och luftfart. Den omfattar heller inte framtida effekter på trafik, vid användningen av anläggningen.

##### *Hur det skiljer sig från de andra verktygen*

Trafikverket gör en beräkning av utgångsläget med avseende på förväntade utsläpp av växthusgaser och förväntad primärenergianvändning. Utifrån den beräkningen ställs reduktionskrav. Redovisning görs vid avslutat projekt i form av en klimatdeklaration i ett verktyg, Klimatkalkylmodellen, och det blir då tydligt om reduktionskraven uppnåtts. I Klimatkalkylmodellen finns schabloniserade emissionsfaktorer för de flesta byggmaterial som används i anläggningssektorn. Man kan även skriva in en egen emissionsfaktor för ett specifikt material men det gäller då att emissionsfaktorn kan verifieras av en miljövarudeklaration (EPD). Modellen innehåller schabloner för förväntad resursanvändning för olika typåtgärder, men projektspecifika värden kan också användas. I deklarationsskedet ska projektspecifika värden användas. Modellen är uppbyggd så att underlaget från kostnadskalkyler ska kunna användas som input när det gäller resursanvändningen. Strukturen i modellen bygger därför på samma kalkylblock som kostnadskalkylerna. Modellen innehåller även schabloner för framtida drift och underhåll.

Klimatkalkylmodellen genomgår ständigt förbättringar. I detta projekt utvärderades Klimatkalkyl version 3.0, som var tillgänglig i excel. Sedan den 1 april 2016 gäller dock version 4.0 som

istället är webbapplikation. Utvärderingen som genomfördes i det SBUF-projektet har, tillsammans med andra resultat, legat till grund för en del av förbättringar i Klimatkalkylmodellen [32].

När det gäller uppbyggnad av modellen valde Trafikverket att strukturera indata för klimatberäkningar i Klimatkalkylmodellen enligt strukturen i befintliga kostnadskalkyler. Strukturen i kostnadskalkyler är uppbyggd enligt det gamla svenska byggkodssystemet, BSAB-systemet. BSAB-systemet är en gemensam struktur för information i byggsektorn. Systemet består av koder med en serie bokstäver och siffror med tillhörande rubrik som betecknar olika typer av byggdelar eller produktionsresultat. BSAB-systemet används i AMA (Allmän Material- och Arbetsbeskrivning) och kan användas som underlag för att upprätta tekniska beskrivningar och kostnadskalkyler. Materialmängder, som redovisas i kostnadskalkyler är aldrig exakta utan snarare en indikation på en uppskattning av hela projektets kostnad. En nyare version av BSAB kommer införas 2018.

### *Avgränsningar*

Projektorganisationen i projektet var helt överens att Trafikverkets arbete med klimateffektivisering av anläggningskonstruktioner är en bra början. Nuvarande Klimatkalkyl 3.0 kalkylerar klimatpåverkan som summan av klimatutsläpp från ingående byggmaterial. Reduktioner kan uppnås genom minskad användning av resurser, eller genom ett aktivt val av leverantörer med bättre klimatprestanda. Det finns inget utrymme för att kunna minska utsläpp av CO<sub>2</sub>-e och energianvändning genom att använda alternativa innovativa och miljövänliga utföranden som syftar till att minska framtida drift och underhåll.

Klimatkalkyl strävar efter att använda samma systemgränser och beräkningsmetodik som det som ytterst definieras av ISO 14040 och specificeras i EN 15804. Dock ingår inte alla miljöpåverkanskategorier, och Klimatkalkyl kan därför aldrig producera en fullständig EPD. Det kunde vid utvärderingen också konstateras att resultatpresentationen i Klimatkalkyl inte följer EN 15804 utan saknar uppdelning per modul vilket skulle vara önskvärt enligt flera av projektdeltagarna. Det kommenterades också att Klimatkalkyl 3.0 endast innehåller delar av livscyklusfaserna för modulerna A1-5 och B1-7. Modul A1-A3 enligt EN 15804 ingår, vilket är de delar som är obligatoriska enligt standarden och dessutom ingår delar av övriga moduler. Något som skulle vara önskvärt att lägga till enligt några projektdeltagare är transporter av material från produktion till byggplats, dvs modul A4. Några framförde att även modul D borde ingå, samt avfallshantering och transport av avfall vid byggarbetsplatsen.

Man saknade också en verifieringsprocedur för resultaten i Klimatkalkyl. Det finns en väldefinierad verifieringsprocedur för EPD:er och godkännande av LCA-verktyg inom ramarna för EPD:er. I Sverige hanteras de frågorna av Environdec. Det finns dock ingen verifieringsprocedur för indata och beräkningar i Klimatkalkylmodellen 3.0 ännu.

Kvaliteten på generiska LCA-data/emissionsfaktorer diskuterades i arbetsgruppen vid utvärderingen av Klimatkalkylmodellen. Dessa data ligger som schabloniserade värden i modellen och används då leverantörsspecifika LCA-data inte finns tillgängliga. Arbetsgruppen menade att emissionsfaktorerna är av varierande kvalitet och föreslog att implementera ett

automatiskt system för uppdatering av emissionsfaktorer. Trafikverket håller, bland annat till följd av denna utvärdering, nu på att se över kvalitetskriterier för emissionsfaktorerna. Emissionsfaktorerna ses årligen över av Trafikverket och revideras vid behov. Enligt EN 15804 får upp till 10 år gamla data användas för uppströms processer, och även äldre data än så får användas om man kontrollerar att de är representativa. Trafikverket avser dessutom att använda konservativa branschgenomsnittliga data som schabloner (för att undvika glädjekalkyler och för att stimulera till aktiva val) vilket innebär att äldre data ibland inte innebär något problem utan snarare är nödvändigt.

Vid utvärderingen av Klimatkalkylmodellen framfördes kritik när det gäller hantering av framtida drift och underhåll. Dessa komponenter finns bara som schabloner i modellen och det är svårt i dagsläget för entreprenörer att tillgodoräkna sig klimateffektivisering t ex från en byggdel (en bro eller tunnel i ett projekt), som inte behöver något underhåll. Man menade också att det var svårt att följa schablonens beräkningar. Det räcker inte att kalkylera klimatpåverkan från ingående byggmaterial, eftersom underhåll och driftåtgärder planeras för hela byggnadsverket eller byggdelen och sällan på materialnivå.

Det nuvarande arbetssättet med Klimatkalkylmodellen i Trafikverkets projekt har sina nackdelar och fördelar. Fördelarna är följande:

- Omfattande tekniska data, schabloner för de flesta använda byggmaterialen och konstruktionerna
- Anpassad till kostnadskalkyler
- Det behövs inget eget LCA-verktyg för att fylla i rapportering med Klimatkalkylmodellen
- Det finns möjlighet att lägga in projektspecifika emissionsfaktorer från verifierade EPD
- Anpassad till mognadsgraden i branschen. Verktyget är lätt att använda.

Summering av nackdelar:

- Resultaten finns tillgängliga bara för klimatgasutsläpp och primär energi.
- Det saknas flera delar av livscykeln, t ex avvecklingsfasen.
- Manuell uppdatering av emissionsfaktorer
- Resultaten presenteras i en annan layout än enligt EN 15804
- Drift och underhåll beräknas efter schabloner
- Oklart med verifiering av riktighet för inmatade data, t ex material mängder.

#### 4.1.2.5 LCA-modell enligt EPD standarder

##### *Syftet med verktyget*

Syftet med framtagande av en branschgemensam LCA-modell, baserad på europeiska och internationella standarder [4-7] är att kunna utföra jämförbara och verifierbara LCA oberoende av använt LCA-verktyg. Den LCA-modellen ska säkerställa att klimatberäkningar görs på samma sätt, med samma antaganden och avgränsningar och enligt samma beräkningsprinciper. Det betyder också att vi inte behöver ha ett gemensamt LCA-verktyg utan kan fortsätta använda

olika befintliga LCA-verktyg och leverera verifierade klimatdeklarationer i samma presentationslayout. I projektet har modellen testats på flera bro- och vägprojekt.

*Hur det skiljer sig från andra verktygen*

Beräkningarna i detta projekt utfördes så långt som möjligt i linje med de standarder som finns på området, det vill säga EN 15804, EN 15978 och PCR:er. Den LCA metod som rekommenderas att användas i verifieringsbara och jämförbara LCA:er heter *CML 2001* (April 2013) och har använts i denna studie.

Som utgångspunkt har bara verifierade generiska dataset använts (ILCD-databasen och Gabi databaser). Vid användning av projektspecifika data från egna leverantörer krävs en godkänd EPD eller en tredjepartsgranskad LCA från materialleverantören. En vidareutveckling av verifieringsproceduren för hantering av leverantörs- och projektspecifika byggmaterial låg utanför ramarna för projektet och kommer tas om hand i fas 3.

Den LCA-modell, som tagits fram i detta projekt är baserad på befintliga PCR för broar och asfaltvägar. LCA-modellen följer även moduluppdelning i EN 15804, dvs produktion av råmaterial och komponenter (moduler A1-A3), transport till byggplats (modul A4), byggnation (modul A5), underhållsscenarier (modul B) och slutlig avveckling och återvinningspotential (moduler C och D), se Figur 14. Den här modellen utgör ett konceptuellt underlag för att kunna göra verifierbara jämförbara LCA/EPD/klimatdeklarationer för olika brotyper och asfaltvägar.



Figur 14: Livscykel faser enligt EN 15804.

För LCA-modellen för broar användes PCR Bridges and Elevated Highways för Product group UN CPC53221. Funktionell enhet behövs för att kunna jämföra miljöpåverkan mellan olika broar och vägar, så man jämför liknande produkter med samma funktion. I detta fall är den funktionella enheten för broar 1 längdmeter av infrastrukturobjekt under ett år av livslängden eller Reference Service Live (RSL).

I PCR finns hänvisningar om hur livscykel ska beräknas. För vägar har PCR Highways (except elevated highways), Streets and Roads för Product group UN CPC53211 använts med en funktionell enhet på 1 km av huvudled under ett år av livslängden eller Reference Service Live (RSL).

Eftersom olika deltagare valde egna pågående anläggningsprojekt hade vi ingen ambition att utföra verifierade jämförbara LCA-beräkningar för olika alternativ av samma projekt. Vårt syfte var att kunna applicera standardiserade beräkningsprinciper från EN 15804 och PCR/EPD på några anläggningsprojekt. Beräkningarna avser bro- och vägprojekt med olika funktioner och storlek. Indata för LCA-beräkningarna kommer från entreprenörernas egna kalkylsystem. De använda PCR:erna ställer ytterligare krav på datakvalitet utöver kraven i EN 15804:

- Specifika data ska alltid användas om tillgänglig
- För uppströms och nedströms processer kan även generiska data användas
- All data som används bör representera medelvärdet för ett visst år
- Om transportsätt och avstånd för materialtransporter är okänt bör detta dokumenteras
- Använda generiska emissionsfaktorer ska inte vara äldre än 5 år, med ”cut off criteria” mindre än 1 % och med fullständighet och representativitet som motsvarar krav i PCR
- Ska följa vissa krav på datakvalitet
- Kvalificerade antaganden kan då göras för maskintimmar och energiförbrukning, vilket gör det möjligt att beräkna den totala miljöbelastningen
- Alla antaganden, som beskrivits ovan, ska vara motiverade och dokumenterade.

#### *Avgränsningar*

Projektorganisationer har sammanställt drivande krafter och hinder för att branschen skulle börja tillämpa en gemensam LCA-modell i EPD-format. Följande fördelar identifierats:

- Modellen är baserad på internationella standarder och används i olika länder och i olika LCA-verktyg
- Tar hänsyn till kraven i EU:s initiativ
- Krav från privata beställare enligt de befintliga miljöcertifieringssystemen
- Beställar- och kundkrav, t ex i Trafikverkets och kommunala projekt
- Möjlighet att skapa en affärsmodell med jämförbara standardiserade klimatberäkningar och integrera arbetet med klimatfrågor i byggprocessen
- Den nya versionen av svenska byggkoder, CoClass förespår en ny datastruktur på projektinformation. Den nya strukturen passar bättre för att kunna samla data för LCA i EPD-format, t ex från BIM-modeller
- Ökar konkurrenskraften hos svenska företag
- Möjliggör interna förbättringar i projekt- och produktutveckling, som kan ge fördel vid utvärdering av miljöprestanda i anläggningsprojekt
- EPD kan användas som en del av företagets Miljöledningssystem och Inköpsarbete
- Analys och verifiering av bästa möjliga utförande i offentliga upphandlingar
- Skapande av interna affärsstrategier etc.
- Verifieringsprocess finns med
- Flera miljöpåverkanskategorier kan beräknas.

EPD är en miljödeklaration av den färdiga produkten. Det finns dock en viss osäkerhet med att använda EPD som en branschgemensam modell för LCA. Till exempel är det oklart med nuvarande PCR/EPD-systemet hur man aggregerar EPD för enskilda konstruktioner (tunnel, bro)

i en EPD för hela anläggningsprojekt. Harmonisering av beräkningsprinciperna i olika PCR mm borde standardiseras av ISO/EN. Anläggningsaktörer kan bidra med flera tester och kommentarer till den utvecklingen på ISO/EN-nivå. Det skulle vara till en stor praktisk fördel att inkludera broar, tunnlar och även några fler anläggningskonstruktioner inom ramarna för samma PCR. Det finns ett stort praktiskt behov att ta fram en PCR för hela anläggningsprojekt. Detta ska stödja ett obrutet informationsflöde med LCA-data mellan olika aktörer på marknaden. Följande hinder för implementering av den standardiserade LCA-modellen har identifierats:

- I nuläget krävs det en manuell datainsamling, vilket är tidskrävande och dyrt
- I nuläget används olika LCA-modeller för beräkning av klimatpåverkan av olika aktörer i branschen
- Höga kostnader för att ta fram en verifierad klimatdeklaration
- Tidskrävande förankring av ett gemensamt LCA-beräkningssätt hos olika aktörer
- Det oklart med nuvarande PCR/EPD-systemet hur man aggregerar EPD för enskilda konstruktioner (tunnel, bro) i en EPD för hela anläggningsprojekt.
- Det behövs ytterligare tolkning av regler för verifiering och granskning av insamlade projektdata i BoM i europeiska standarderna
- Det är fortfarande en begränsad efterfrågan på EPD
- Implementering av detta arbetssätt kräver skapande av ett kvalitets- och uppföljningssystem, t ex revisioner etc för verifiering och granskning av indata, beräkningar och slutliga resultat.

## 4.2 Workshop om kartläggning av anläggningssektorns önskemål för klimatarbete

En workshop genomfördes för att kunna få del av olika aktörers arbete med LCA [37]. Workshopen var kostnadsfri och riktade sig mot affärsutvecklare, ansvariga för teknisk utveckling, inköpsansvariga, hållbarhetsstrateger, miljöchefer, LCA-expert, men även linjeorganisationspersonal som kommer arbeta med klimatkalkyler i anläggningsprojekt.

Vår förhoppning var att workshopen skulle förtydliga det fortsatta behovet för ett branschgemensamt samarbete med utveckling av ett koncept för leverans av verifierade LCA-data mellan olika aktörer i anläggningssektorn. Önskemålet från styrgruppen var att belysa nuläget med klimat- och LCA i branschen: hur och vad olika aktörer gör idag med LCA och hur man kan återanvända LCA-data från hela kedjan: materialleverantör, entreprenör, intern utveckling, beställare, upphandlingskrav, anbud, uppföljning, slutrapportering. Det efterfrågades även en summering av läget i branschen, input från omvärldsbevakning, upplysa vilka frågor som har diskuterats i detta SBUF-projekt utifrån projektansökan, presentation av Trafikverkets och andra beställares arbete med klimatfrågor. På workshopen presenterade olika aktörer sitt arbete med LCA. Workshopen innehöll en presentationsdel och ett grupparbete.

### 4.2.1 EU- och beställarkrav på verifierade LCA-data

I denna del av workshopen höll Kristian Jelse från Environdec en presentation om nuläget med harmoniseringen av olika EPD-system. Det presenterades även övergripande slutsatser från omvärldsbevakningen i detta projekt. Trafikverket och två svenska kommuner har uppdaterat det



pågående arbetet med klimatfrågorna på beställarsidan. Byggindustrierna i Norge (EBA) har gjort en omfattande redovisning av beställarkrav på LCA/EPD i Norge.

#### 4.2.2 Behov i LCA-data

Representanter från materialtillverkare och entreprenörer sammanfattade sina behov och det pågående arbetet. Materialtillverkare, representerade av betong- och stålindustrin, pratade om sitt arbete med EPD:er. Skanska och NCC presenterade sina strategier för att uppnå minskning av klimatpåverkan.

#### 4.2.3 Grupparbetet

Över 50 deltagare på workshopen diskuterade på eftermiddagen hinder och drivkrafter för användning av verifierade LCA-data vid utvärdering av entreprenörernas förslag på projektutförande i offentliga upphandlingar. I grupparbetet ingick att diskutera följande frågor:

1. Vad styr användande av LCA i din organisation (GRI-rapportering, rapportering till Trafikverkets Klimatkalkyl, arbete med EPD, produktutveckling, inköp etc)?
2. Vad kan göras praktiskt redan idag för att harmonisera olika LCA-beräkningar från olika aktörer och olika LCA-programvaror? Vilka drivkrafter och hinder finns för det?
3. Vilka möjligheter och begränsningar har dagens upphandlingsmodeller för att nå målen 2050?
4. Hur kan en affärsmodell för verifierade klimatberäkningar se ut?

Här kommer sammanfattning av gruppdiskussioner:

*Fråga 1. Vad styr användande av LCA i din organisation (GRI rapportering, rapportering till Trafikverkets Klimatkalkyl, arbete med EPD, produktutveckling, inköp etc)? Den frågan besvarades av leverantörerna.*

- Miljöcertifieringssystem ställer krav på LCA och EPD
- Beställar- och kundkrav, t ex i Trafikverkets projekt
- Interna förbättringar i projekt och produktutveckling
- Process- och verksamhetsutveckling
- Användande av EPD borde hitta en affärsmodell.

*Fråga 2. Vad kan göras praktiskt redan idag för att harmonisera olika LCA-beräkningar från olika aktörer och olika LCA-programvaror? Vilka drivkrafter och hinder finns för det? Den frågan besvarades av leverantörerna,*

- Drivkrafter:
  - Krav på Livscykelkostnader (LCC) borde vara med i LCA kraven
  - Öka dialog
  - Beställare borde ta sitt ansvar att faktiskt ställa krav på verifierade projektspecifika LCA, eftersom vi är konkurrenter
  - Behov på ”neutrala” standardiserade vägledning för LCA-beräkningar
  - Behövs mer fördjupade studier
  - En gemensam framtidsvision är en drivkraft

- Att kunna följa upp förbättringspotential internt är annan drivkraft
- Hitta incitament i alla led och skapa en affärsmodell med LCA-data!
- EN 15804 borde gälla för definition av LCA- modell för beräkning och vad som ska ingå i en beräkning
- Driva fram kompetensutveckling i branschen
- Hinder:
  - LCA är inte integrerad med informationsstruktur och processer i anläggningssektorn (planering, underhåll, upphandling)
  - Komplexitet med verifieringsbara LCA
  - Det saknas leverantörsspecifika data, tid i projekt och erfarenhet i branschen
  - Det saknas samverkan mellan aktörer att få in data, gemensamma beräkningssystem, få upp kvalitet på beräkningar, skapa en branschgemensam standard.

*Fråga 3. Vilka möjligheter och begränsningar har dagens upphandlingsmodeller för att nå målen 2050? Besvarades av beställare.*

- Möjligheter:
  - Våga överpröva
  - Ändra lagar, attityd
  - Gör affärer med LCA!
  - Värdera funktion
  - Börja utvärdera krav på miljö- och klimatredovisning i upphandlingar inom LOU
  - Upphandlingsmyndigheten borde driva fråga med införande av LCA-krav i upphandlingar. Ekonomin ska inte vara en avgörande faktor i upphandlingar
  - Tillämpa olika upphandlingsformer
  - Alla branschaktörer vill nå ut med samma sak, men någon myndighet borde hjälpa att styra olika aktörer att hitta sina roller
  - Ju större projekt desto lättare att ha miljökrav
- Begränsningar:
  - För kort tidsperspektiv vid upphandlingar: endast projektinköp av byggmaterial. Det saknas kostnadseffektivitetsperspektivet vid upphandlingar, där man tar drift/underhåll och längre livslängd med vid utvärdering av olika anbudsförslag. Detta leder till suboptimeringar.
  - Det saknas även helhetsbedömning av orsakad miljöpåverkan. Endast växthusgaser och energi som miljöpåverkanskategorier leder också till suboptimeringar.
  - Det saknas ett pålitligt beprovat verifieringssystem för LCA i offentliga upphandlingar.

*Fråga 4. Hur kan en affärsmodell för verifierade klimatberäkningar se ut? Besvarades av beställare.*

- Mer robust
- Transparent

- Trafikverkets Klimatkalkyl modell är en bra början
- Tredjepartscertifieringar är väg framåt.

#### 4.2.4 Slutsatser efter workshopen

De övergripande slutsatserna från workshopen är att det finns ett stort behov av samordning av olika LCA-modeller efter en gemensam modell för LCA, som är baserad på europeiska standarder. Följande drivkrafter har identifierats för harmonisering av LCA-beräkningar i anläggningsbranschen:

- Beställare vill lita på LCA från olika LCA-verktyg och jämföra olika projektförslag mot varandra
- Behov av ”neutrala” standardiserade vägledningar för LCA-beräkningar
- Behövs mer fördjupade studier
- En gemensam framtidsvision är en drivkraft
- Att kunna följa upp förbättringspotential internt
- Hitta incitament i alla led och skapa en affärsmodell med LCA-data
- EN 15804 borde gälla för definition av LCA- modell för beräkning och vad som ska ingå i en beräkning
- Driva fram kompetensutveckling i branschen

Följande hinder för harmonisering av LCA-beräkningar i branschen har identifierats:

- LCA är inte integrerad med informationsstruktur och processer i anläggningssektorn (planering, underhåll, upphandling)
- Komplexitet med verifieringsbara LCA
- Det saknas leverantörsspecifika data, tid i projekt och erfarenhet i branschen
- Det saknas samverkan mellan aktörer att få in data, gemensamma beräkningssystem, få upp kvalitet på beräkningar, skapa en branschgemensam standard.

### 4.3 Framtagande av ett leveransgränssnitt

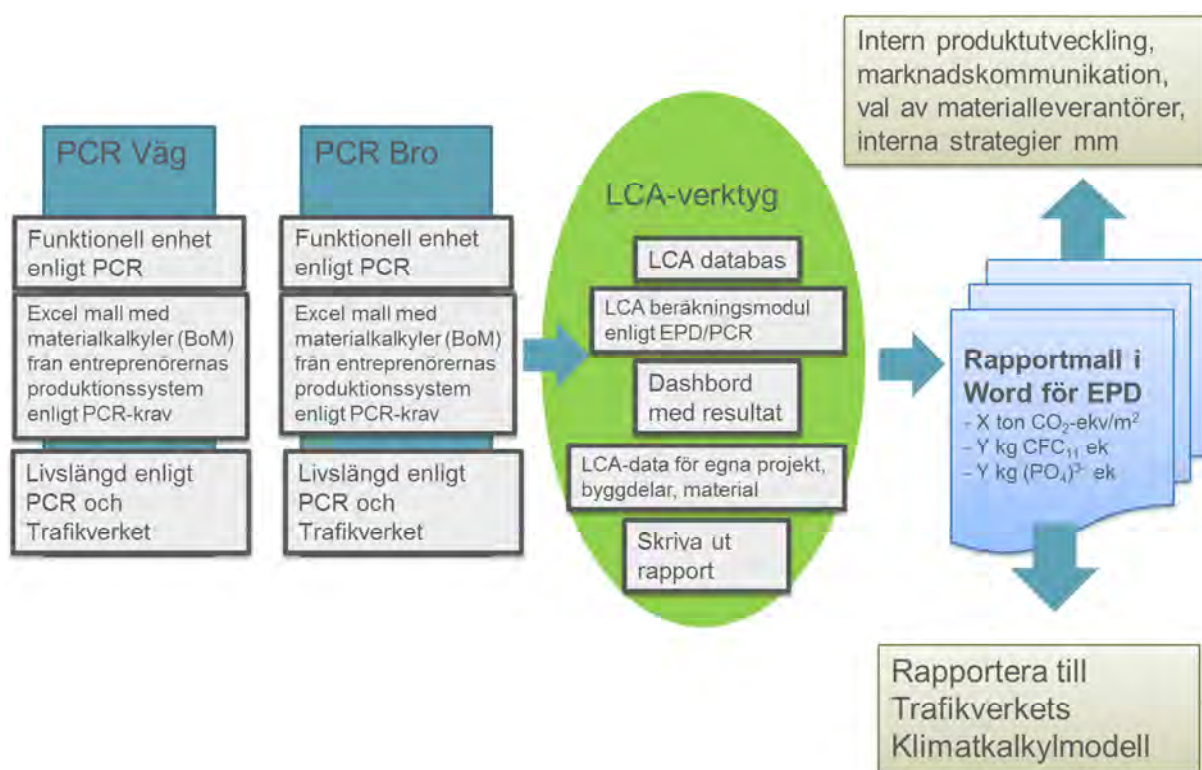
I projektet har flera nordiska entreprenörer, materialleverantörer, Trafikverket och branschorganisationer tagit fram ett utkast på en konceptuell modell för ett digitalt gränssnitt för jämförbara och verifieringsbara klimatberäkningar och LCA från olika befintliga LCA-verktyg. Ett digitalt leveransgränssnitt är en konceptuell beskrivning av arbetsprocessen för hur LCA-data kan levereras mellan olika aktörer i samma presentations layout. Den framtagna konceptuella modellen är baserad på befintliga europeiska standarder om miljövarudeklarationer (EPD) och kan appliceras på olika befintliga LCA-verktyg. Detta säkerställer att LCA:er görs på samma sätt, med samma antaganden och avgränsningar och enligt samma beräkningsprinciper. Det betyder också att det inte behövs ett gemensamt LCA-verktyg utan kan fortsätta använda olika befintliga LCA-verktyg.

I fas 2 i detta gemensamma projekt har vi koncentrerat oss på att identifiera krav för förverifiering av LCA-verktyg för att producera EPD. De kraven har tagits fram av styr- och arbetsgrupper med stöd av externa konsulter från Thinkstep [11] och i samråd med Environdec

[8]. För att göra ett översiktligt test av hur svårt det är att följa upp alla krav för verifieringen har vi använt ett kommersiellt LCA-verktyg från Thinkstep. Thinkstep har gjort vissa nödvändiga konfigurationer i det kommersiella verktyget för att matcha några av de viktiga kraven för verifieringen. Därefter har flera projektdeltagare testat att samla data och testa utföra verifierade klimatberäkningar.

Den utvecklade konceptuella modellen för arbetsprocessen för hur LCA-data kan levereras mellan olika aktörer i digital form kan användas för arbete med flera miljöpåverkanskategorier. Kvaliteten på klimatberäkningar från entreprenörens egna LCA-verktyg behöver granskas med stöd av en standardiserad verifieringsprocedur. Verifieringsproceduren i internationella standarder, PCR och det svenska EPD-systemet behöver tolkas och implementeras för verifiering av klimatberäkningar i anläggningsprojekt. Detta ska hjälpa beställarna att få en tillförlitlig redovisning av klimatpåverkan i projektet och kvaliteten på LCA-beräkningen. En lista med granskningsparametrar för en jämförbar och verifieringsbar LCA-beräkning enligt EN 15 804 och PCR:erna har tagits fram i projektet, se Bilaga A.

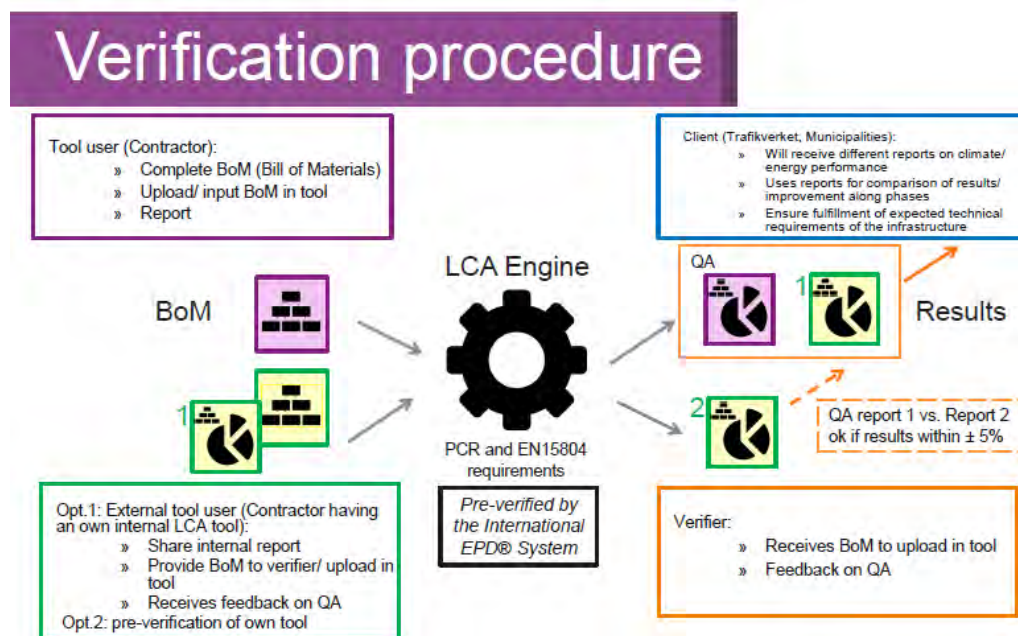
Tillvägagångssättet för att beräkna klimatpåverkan i EPD-format börjar med förberedelse av en mall med Bill of Material, BoM, se Figur 15. Sedan skapas en koppling mellan använda material, energi och processer och dess miljöpåverkan med hjälp av emissionsfaktorer. En LCA-beräkningsmetod behöver väljas utifrån hänvisningar i PCR. Därefter kan beräkningsresultaten presenteras i en standardiserad mall för EPD-rapport. Dessa steg har testats av flera deltagare i projektet för att beräkna klimatpåverkan och energianvändning för sina anläggningsprojekt.



Figur 15: Utkast på leveransprocess i ett digitalt leveransgränssnitt.

#### 4.3.1 Utkast på verifieringsprocedur i ett digitalt leveransgränssnitt

Projektet har tagit fram ett första utkast för en verifieringsprocedur för att kontrollera leveranser av LCA-data mellan olika aktörer och från olika LCA-verktyg. I verifieringsproceduren ingår viktiga krav enligt EN 15804, PCR för broar och vägar och Internationella EPD®-systemet, se Figur 16.



Figur 16: Ett exempel på hur verifiering kan ske.

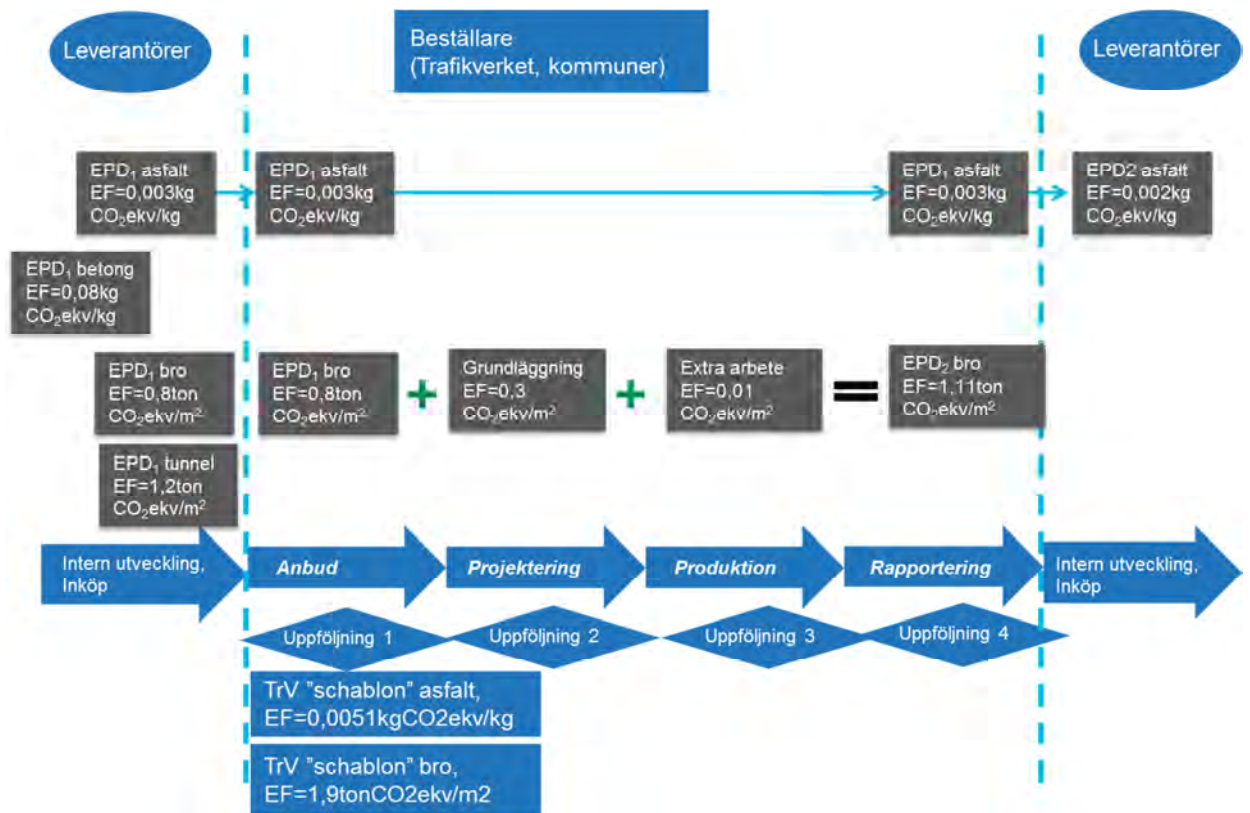
I projektet har vi haft flera workshopar mellan Environdec, Thinkstep och arbets- och styrgruppen. En sammanfattning av krav, som ställs av the International EPD system [8] för verifiering av olika moment för EPD:er och för-verifiering av LCA-verktyg, samt Trafikverks ytterligare krav finns i Bilaga A.

#### 4.3.2 Uppföljning

Anläggningsprojekt pågår under en längre tid och entreprenörens arbete med minskning av klimatgasutsläpp fortsätter under hela projektet. Därför borde den slutliga redovisningen för klimatpåverkan avspegla entreprenörens interna arbete med succesiv optimering av CO<sub>2</sub>-e emissioner och energianvändning med använda byggmaterial, konstruktioner och tekniska lösningar. Det borde gå att på ett standardiserat sätt följa upp klimateffektiviseringar i ett anläggningsprojekt, t ex procent minskning av CO<sub>2</sub>-e utsläpp från tidigt skede till projektering, produktion och överlämning av projektet till beställare.

Alla förändringar i utförande, val av byggmaterial etc ska dokumenteras och leverantören borde ha ett underlag för att besluta om förändringarna var baserade på verifierade klimatberäkningar och ledde till en bättre miljöprestanda. Beräkning och presentation av resultat ska levereras enligt kraven i EN 15804 och EPD/PCR standarder. En verifierad klimatdeklaration eller EPD för konceptprodukter och material kan användas som verifikat av miljöprestanda i tidiga skeden. Klimatdeklaration eller EPD på färdigbyggda byggedelar (broar, tunnlar mm) och även hela

projektet kan fungera som ett verifikat vid uppföljning av ett utfört anläggningsprojekt, se Figur 17.



Figur 17: Ett möjligt exempel på uppföljning av redovisning i ett anläggningsprojekt (där EF är emissionsfaktor).

#### 4.3.3 Olika roller i leveransprocessen

För implementering av en leveransprocess med verifierade LCA-data mellan olika aktörer och i enlighet med the International EPD system i anläggningsprojekt behövs det ett förtydligande av olika moment. Olika aktörer i byggprocessen kan ha olika roller i det utvecklade digitala leveransgränssnittet.

*Roll 1: Beställare (Swedavia, kommuner, Trafikverket mm):*

- Kan granska, jämföra olika förslag under anbud, projektering etc
- Har tillgång till tillförlitliga bransch-accepterade emissionsfaktorer/EPD på material, konstruktioner, tidigare anläggningsprojekt
- Sparar uppdaterade branschgemensamma schabloniserade emissionsfaktorer för anläggningskonstruktioner
- Kontrollerar uppfyllelse av beställarkraven på LCA-beräkning

- Definierar systemgränserna för tidigare skeden. Olika entreprenörer tar förmodligen med olika omfattning på byggelement från sina förslag i LCA-beräkningen i tidiga skeden. LCA-beräkning i dessa skeden kan inte göras till 100% enligt PCR-systemet
- Beställare kontrollerar att tekniska och funktionella krav är uppfyllda med den bedömda konstruktionen.

*Roll 2: Tredjepartsgranskare:*

- Kontrollerar struktur och innehåll i entreprenörernas materialkalkyler i den ifyllda Excel-mallen och utför kontroll av rimlighet för LCA-resultat i proportion till inräknade byggelement
- Granskar och verifierar rapport med LCA-beräkning i EPD-format.

*Roll 3: Användare med egna LCA-verktyg*

- Laddar upp LCA-beräkning från egna verktyg som bilaga
- Alternativ 1: Överför egna indata till den utvecklade standardiserad insamlingsmallen i Excel och gör beräkning i ett för-verifierat LCA-verktyg
- Alternativ 2: Konfigurerar sitt LCA-verktyg att klara för-verifieringskraven
- Använder verifierade projektspecifika emissionsfaktorer eller EPD.

*Roll 4: Användare med för-verifierade LCA-verktyg*

- Levererar LCA-resultat direkt i den utvecklade EPD-rapporten till beställare
- Kan hämta verifierade klimatberäkningar för ingående byggmaterial från materialleverantörer
- Tredjepartsgranskare granskar bara den slutliga rapporten från ett för-verifierat LCA-verktyg
- Använder verifierade projektspecifika emissionsfaktorer eller EPD.

*Roll 5: Användare utan LCA-verktyg*

- Behöver köpa ett LCA-verktyg, anlita en konsult eller använda Klimatkalkylmodell (i Trafikverkets projekt)
- Använder verifierade projektspecifika emissionsfaktorer eller EPD.
- Måste verifiera inmatade BoM i Excel mallen och slutlig rapport för klimatberäkning.

*Roll 6: EPD-operatör, t ex Envirodec:*

- Verifierar enskilda EPD/klimatdeklarationer
- För-verifierar LCA-verktyg
- I anbuds- och projekteringsskeden sker verifiering utanför the International EPD system
- I produktionsskedet sker verifiering av klimatdeklarationer inom the International EPD system bara för 2 indikatorer: klimatpåverkan och energi. För fullständiga EPD sker verifiering av alla miljöpåverkans kategorier. I detta skede ska alla ingående byggelement i en anläggningskonstruktion vara inräknade enligt PCR.

#### 4.3.4 Framtagande av datainsamlingsmall för EPD

Svenska byggföretag lagrar projektdata i olika IT-baserade produktions- och planeringssystem t.ex. kalkylsystem, digitala designprogram (CAD, Computer Aided Design), interna LCA-verktyg etc. Att kunna använda den redan befintliga informationen för att beräkna miljöpåverkan var en av nyckelfrågorna i detta projekt. För-verifiering av LCA-verktyg kräver att företag, som använder detta verktyg, kan bevisa att insamling av data för LCA:er utförs enligt en standardiserad struktur. I detta gemensamma projekt skapades en förkonfigurerad datainsamlingsmall i Excel för projektspecifika data. Sedan testades insamling av indata enligt denna standardiserade struktur av projektdeltagarna för flera anläggningsprojekt.

Funktionell enhet för beräknade anläggningskonstruktioner var en anläggningskonstruktion. Av denna anledning avser insamlad data hela konstruktionen, antingen en bro eller en väg. Alla livscykelsteg (material produktion, byggande, drift/underhåll och slutlig avveckling) kan ingå i en BoM, beroende på omfattningen av en klimatberäkning, t ex endast moduler A1-A3 eller alla moduler A-D. Systemgränserna, som ingick i testscenarierna presenteras i Tabell 3.

Tabell 3: Livscykelstegen i testscenario.

Upstream Module		Core Module	Downstream Module						Other environmental information
Construction			Operation	Maintenance	End-of-Life				
Raw material supply (extraction, processing, recycled material) Transport to manufacturer Manufacturing	Transport to construction site	Construction of the bridge	Use / application Operational energy use Operational water use	Maintenance, Repair Replacement Refurbishment	Deconstruction / demolition	Transport to end-of-life	Waste processing for reuse Recovery or recycling	Disposal	Benefits and loads beyond the system boundaries (BLBSB)
A1-A3	A4	A5	B1, B6, B7	B2-B5	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	MND*	X	MND*	X	X	X	X

\* MND betyder att en viss modul inte är deklarerad och X betyder att modulen är med.

Det huvudsakliga syftet med den Excel-baserade BoM-mallen för datainsamling var att varje användare kan ändra denna BoM enligt sitt behov och anpassa efter olika projektfaser. Till exempel om användaren vill analysera ett projekt i anbudsfasen kommer BoM mallen att anpassas därefter. Detta innebär att inte alla livscykelstadierna och/eller materialpositioner kommer att täckas eller ges ett värde i varje livscykelsteg eller modul. Det är viktigt att beskriva vilken projektfas som analyseras och vad som omfattas i BoM. De byggarbete som inte tas med i en klimatberäkning vid en viss fas i anläggningsprojekt, t ex i tidiga skeden när mycket information



saknas, ska materialmängden för den saknade resursen sättas till 0 i den utvecklade insamlingsmallen, se Figur 18. Systemgränserna måste dokumenteras i den framtagna mallen för EPD- rapport, som kommer att granskas av tredje part och efter godkännande levereras till kunden.

Level	EPD Phase	Artikel number	Part	Description	Amount	Unit	Density [kg/m³]	Pieces	Material	Production country
0	A1-3		Product					1		
1	A1-3		Materials for Abutements, decks, slabs, pillars....					1		
1.1	A1-3		Concrete C35/45	Concrete C35/45		m³		1	Concrete C35/45	EU-27
1.2	A1-3		Concrete C45/55	Concrete C45/55		m³		1	Concrete C45/55	EU-27
1.3	A1-3		Reinforcement B500B	Steel for reinforcement		kg		1	Steel rebar	EU-27
1.4	A1-3		Material 1			kg		1		EU-27
1.5	A1-3		Material 2			kg		1		EU-27
2	A1-3		Steel structure							
2.1	A1-3		Steel girder	Steel girder		kg		1	Carbon steel	EU-27
2.2	A1-4		Stainless steel girder	Stainless steel girder		kg		1	Stainless steel	EU-27
3	A1-3		Foundation							
3.1	A1-3		Steel sheets	Carbon steel sheets		kg		1	Steel sheets	EU-27
3.2	A1-3		Gravel	Gravel		m³		1	Gravel	EU-27
3.3	A1-3		Soil			m³		1	Soil	EU-27
<b>BoM bridge total</b>			BoM bridge total (asphalt)	BoM road	BoM road (asphalt)					

Figur 18: Ett urklipp från den framtagna Excel-mallen för datainsamling för LCA-modell för broar.

BoM är en hierarkisk sammanställning av material för en anläggningskonstruktion t ex en bro eller en vägbeläggning med uppgifter om byggdelar i första nivån. Sedan anges innehåll hierarkiskt i fallande ordning, se Tabell 4.

Tabell 4: Uppbyggnad av BoM.

Level	EPD Phase	Article number	Part
			<b>Construction part</b>
0	A1-3		<b>Bridge</b>
1	A1-3		Materials for Abutements, decks, slabs, pillars....
1.1	A1-3		Concrete C35/45
1.2	A1-3		Concrete C45/55
1.3	A1-3		Reinforcement B500B
1.4	A1-3		Material 1
1.5	A1-3		Material 2
2	A1-3		Steel structure
2.1	A1-3		Steel girder
2.2	A1-4		Stainless steel girder
3	A1-3		Foundation
3.1	A1-3		Steel sheets
3.2	A1-3		Gravel
3.3	A1-3		Soil
4	A1-3		Extra materials
4.1	A1-3		Racks
4.2	A1-3		Protective devices
4.3	A1-3		Protective devices sheet

4.4	A1-3		Cable
4.5	A1-3		PVC pipe
4.6	A1-3		HDPE pipe
4.7	A1-3		Concrete pipe
4.8	A1-3		Asphalt layers
4.8.1	A1-3		Asphalt Top layer
4.8.2	A1-3		Asphalt Bottom layer
4.8.3	A1-3		Frost protection layer
4.8.4	A1-3		Base course layer
4.8.5	A1-3		Geotextile
4.8.6	A1-3		Drainage
4.8.7	A5		Layering in construction site
4.8.7.1	A5		Diesel for layering
4.8.7.2	A5		Asphalt binder
4.8.7.3	A5		Bitumen sheets
5	A5		Construction waste
5.1	A5		Steel waste
5.2	A5		Concrete waste
5.3	A5		Reinforcement steel
5.4	A5		Asphalt waste
5.5	A5		Soil waste
5.6	A5		Gravel waste
6	A5		Construction site energy
6.1	A5		Diesel
6.2	A5		Electricity grid mix
6.3	A5		Electricity Vattenfall
6.4	A5		Propane

Hierarkin kan innehålla ett stort antal nivåer. Uppgifter på mängd, densitet, antal, produktionsland, användningsfas anges också för varje ingående del. Artikel nummer kolumnen är avsedd för en byggkod för en generisk eller en leverantörsspecifik produkt eller byggmaterial. Artikelnumrering på denna nivå saknas i nuläget i svenska byggkoder, BSAB 2.0 (CoClass) och är en utvecklingsfråga, som behandlas i flera utvecklingsinitiativ.

Nedan ges en övergripande förklaring på hur en BoM tas fram i enlighet med EN 15804 och PCR för broar, se Figur 19.

# BoM structure

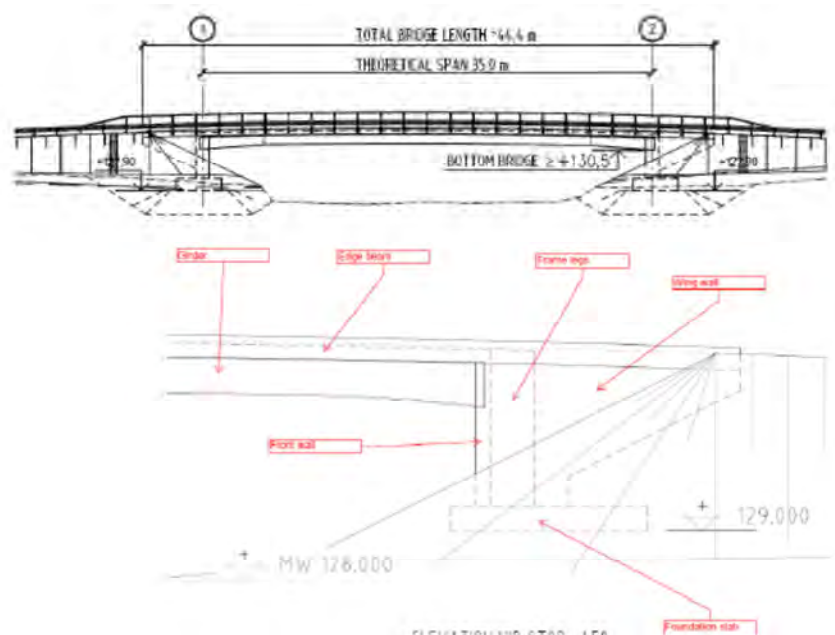
What is included in the BoM?	
Construction elements	Materials: weight, type, manufacturing country and transport distances
Foundation	Materials: weight, type, manufacturing country and transport distances
Extra materials	Equipment (materials) and asphalt: weight, type, manufacturing country and transport distances Asphalt layering: material amount and type, manufacturing country, energy carriers amount and type and transport distances
Construction waste	Waste treatment: weight, type (incineration, landfill, etc.), location and transport distances
Construction site energy	Energy carrier: amount, type (thermal energy, diesel, propane gas, electricity grid mix, wind power, etc.) and supplier country

Figur 19: Innehåll i en BoM enligt krav i standarderna [4-6].

Det kan finnas flera källor till indata för verifierade klimatberäkningar/LCA, t ex:

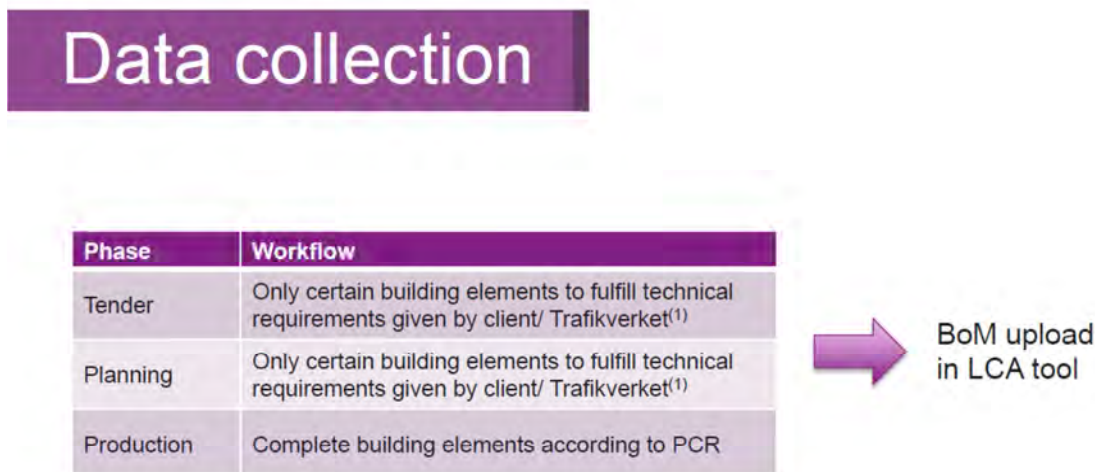
- CAD/ BIM (Building Information Modelling)
- Kalkylsystem
- Ritningar, tekniska specifikationer, se Figur 20
- Etc.

*Bridge structure:*  
superstructure,  
substructure and  
foundation



Figur 20: Ritning för en bro.

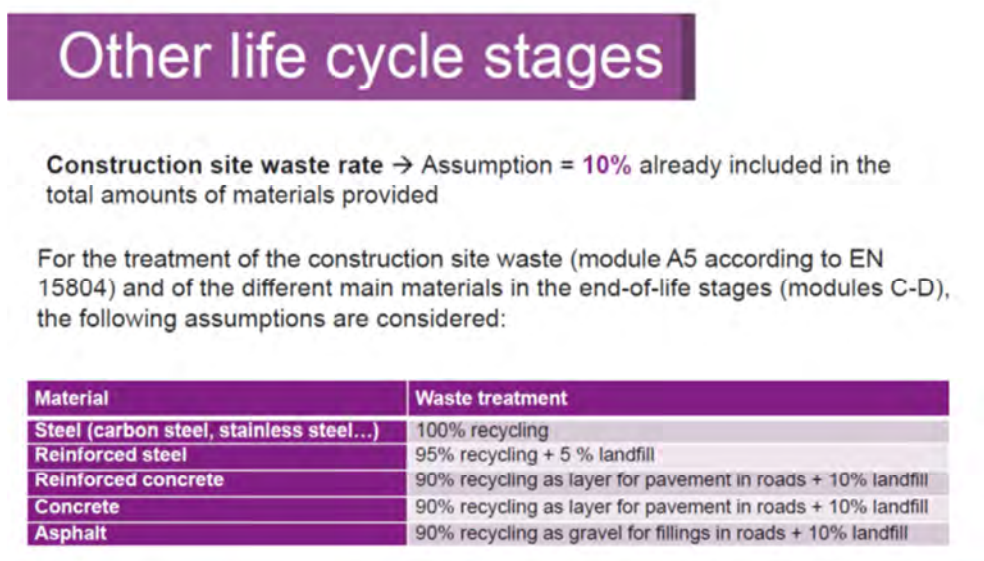
Vid ett anläggningsprojekts olika faser behövs det uppdateringar av BoM och uppdatering av klimatberäkningarna. Varje ny version av klimatberäkning ska jämföras med den tidigare versionen och det ska verifieras att det har skett klimateffektivisering med använda byggmaterial, konstruktioner och byggprocesser, se Figur 21. Klimatberäkningar för projektfaser ska sparas och användas vid en slutlig redovisning till kunden.



<sup>(1)</sup> Guideline should be provided by Trafikverket (or client) on what to include in which design phase according to the expected technical requirements

Figur 21: Olika faser i ett anläggningsprojekt kräver uppdatering av datainsamling och beräkningsresultat.

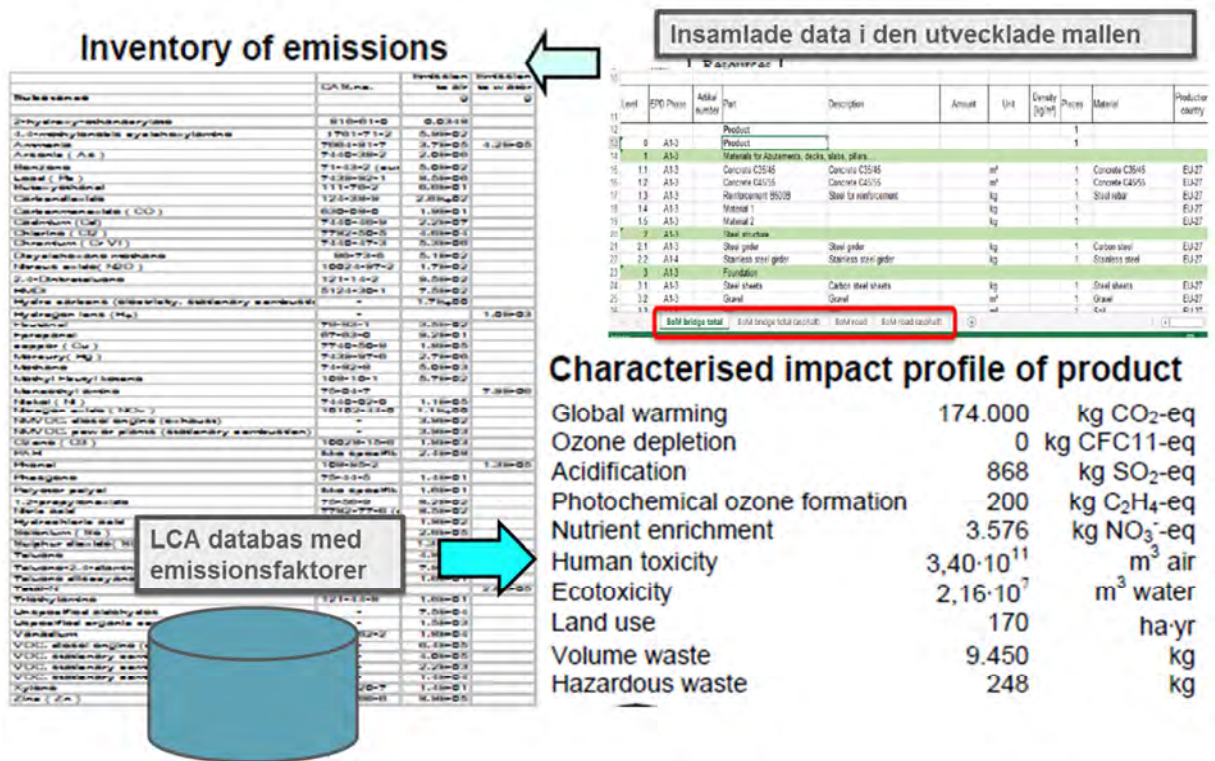
Det finns möjlighet att ange allokeringsprinciper direkt i BoM-mallen, t ex antagande för hantering av bygg- och rivningsavfall, se Figur 22.



Figur 22: Antagande i den konfigurerade BoM- mallen för bygg- och rivningsavfall.

### 4.3.5 Koppling av poster i materialkalkyler

För att kunna beräkna miljöpåverkan av olika material i BoM behöver man veta emissionsfaktorer för materialen. Emissionsfaktorerna ska hämtas från en verifierad LCA-databas eller en EPD. Sedan ska alla materialposter i en BoM allokeras till ett livcykelsteg, t ex drift och underhåll, avveckling etc. Alla in- och ut- flöden av material, energi, avfall mm under olika livscykelsteg måste vara kopplade till emissionsfaktorer i databasen för att kunna utföra LCA-beräkning i EPD-format, se Figur 23. Detta medför en transparens i beräkningen som är ett krav för tredjepartsgranskning och EPD-verifiering hos Environdec.



Figur 23: Olika steg i en verifierbar klimat- eller LCA-beräkning.

I denna studie har två broar och tre vägar bedömts utifrån deras bidrag till klimatpåverkan och primär energi. CML-metoden för beräkning av miljöpåverkan har använts i enlighet med kraven i PCR.

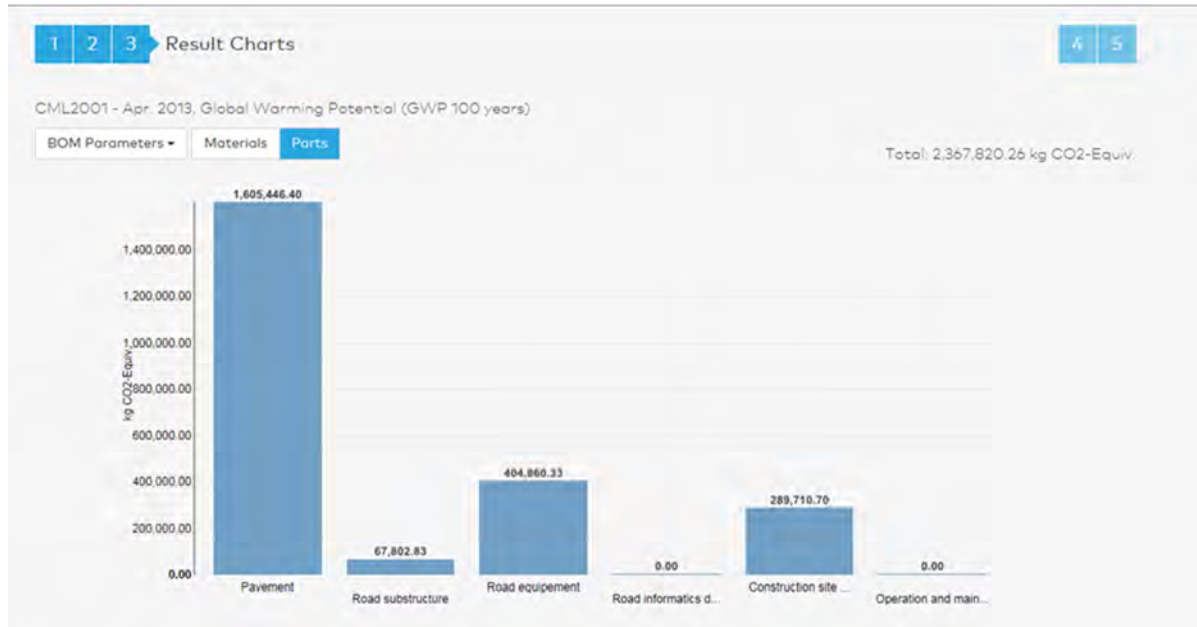
### 4.3.6 Presentation av klimatberäkningsresultat i rapportmall enligt EPD-format

En standard rapportmall för redovisning av LCA-resultat i EPD-format har tagits fram i SBUF-projektet. Detta kommer underlätta jämförelse av olika projektalternativ och verifiering av klimatberäkningar. Följande delar i en sådan rapportmall har identifierats:

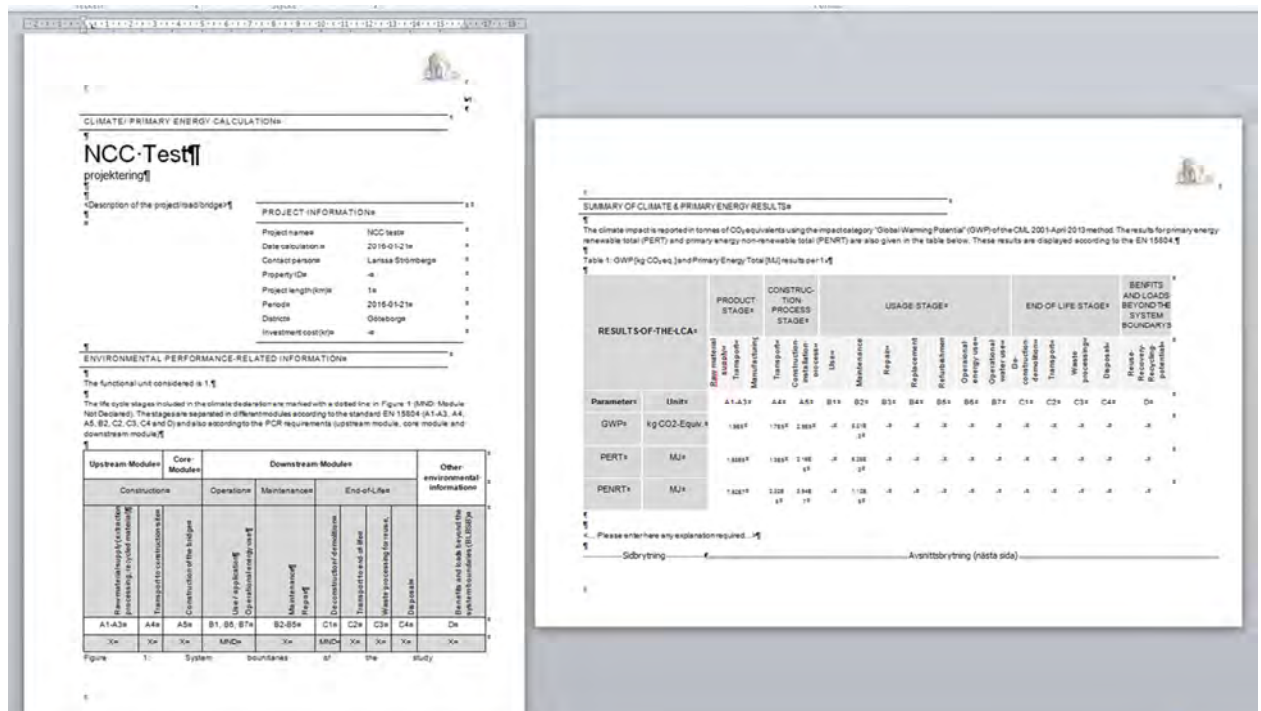
- Namn på projekt och projektstatus (anbud, projektering, produktion eller slutredovisning)
- Beskrivning av projektet/byggdelen
- Projektinformation, kontaktperson etc
- Tydlig beskrivning av systemgränser för utförd klimatberäkning

- Presentation av klimatberäkningsresultat i EPD-format för klimat och energi, se Figur 24 och Figur 25
- Extra information.

Innehållet i standardrapporten har bestämts på en workshop med arbetsgruppen, Trafikverkets representanter från projektet Förbifart Stockholm och utvecklarna för Klimatkalkyl 3.0. Arbetsgruppen och Trafikverket har preciserat grafer, redovisningsformer mm.



Figur 24: En möjlig presentation av klimatberäkningsresultat i ett för-verifierat LCA-verktyg.



Figur 25: Presentation av klimatberäkningsresultat i den framtagna mallen enligt EPD-formatet.

## 4.4 Ett övergripande test av leveransgränssnittet på flera anläggningsprojekt

### 4.4.1 Datainsamling för flera anläggningsprojekt

Insamlingen av projektspecifik data har gjorts för flera väg- och broprojekt: energiinflöden, råmaterialinflöden, inflöden av tillsatsmaterial, andra produkter, samprodukter och avfall, utsläpp till luft, vatten och jord. Detta gjordes med hjälp av den utvecklade BoM-datainsamlingsmallen. Mallen är baserad på standarden och produktspecifika regler [4-6]. Detta säkerställer att klimatberäkningar och även LCA-beräkningar utför och presenteras på ett likartat sätt, som ge möjlighet för tredjeparts granskning, verifiering och jämförelse av olika klimatberäkningar. Följande anläggningsprojekt har valts ut av fyra deltagare för test:

1. PEAB: Bron över Norrbo River (bro)
2. NCC: Väg 27 (väg)
3. NCC: Bro i Väg27 (bro)
4. Veidekke Industri AS: Vestre rullebane Oslo lufthavn (väg)
5. Skanska: E 18 (väg).

Varje deltagare samlade primärdata för den valda konstruktionen i den framtagna BoM-mallen från sina interna kalkylsystem. Deltagarna lämnade in information och data om byggskedet för sina anläggningskonstruktioner (inklusive material, transport till byggarbetsplatsen och byggandet). Även material- och energiflöden för drift och underhåll ingick i BoM-mallen.

Materialflöden har samlats för modul A1-A3 och energi- och materialflöden för modul B2, enligt PCR-kraven för broar. Ingen specifik information om allokering av materialflöden för underhållsfasen ges i PCR för vägar. Samma tillvägagångssätt har använts för broar. Energikällor och vattenanvändning allokerades till B2 enligt kraven i PCR.

Det gjordes några specifika antaganden om avvecklingsscenarioer, t ex hantering av rivningsavfall till deponi, förbränning och återvinning. Modul C1 (rivning, dekonstruktion) ingick inte i den använda BoM-mallen, eftersom inga detaljerade uppgifter (exempelvis energi, vatten, etc.) var tillgängliga.

### 4.4.2 Reflektioner efter testet

Svenska byggföretag använder olika IT-baserade produktionssystem för att lagra produktions- och planeringsinformation om sina anläggningsprojekt. Ett av dessa system, kalkylsystem, används för att skapa ett kalkylblad med alla planerade inköp av byggmaterial och maskintimmar för varje enskilt anläggningsprojekt. Innehållet i kalkylbladet är ett grovt uppskattat recept på komponenter, arbete etc som behövs för att kunna genomföra projektet. Kalkylbladet innehåller oftast fragmenterade data för modulerna A1 till A3. Det är viktigt att notera att kalkylbladen har utvecklats för att kunna göra en grov uppskattning av projektkostnaderna. Varje kostnadsberäkning brukar uppdateras för olika projektsteg: anbud, projektering och produktion. I några enstaka fall kan projektkostnaden uppdateras efter driftsättning av projektet. I detta fall innehåller kostnadsberäkningen köpta byggmaterial, kostnaden för allt arbete som utfördes och merkostnader för tillägsarbete. Men denna uppföljning är ingen etablerad standard i byggbranschen i dag.

Indata för övriga livscykelsteg är ännu svårare att samla in från de befintliga entreprenörernas produktionssystem. Data för drift och underhåll, andel av återvunnet innehåll i byggmaterial, transporter av byggmaterial till byggarbetsplats är exempel på indata för LCA-beräkningar, som inte lagras i nuvarande produktionssystem hos entreprenörer. Det finns olika förslag på förhållningssätt för detta i framtiden, t ex som en del av informationen i en BIM-modell.

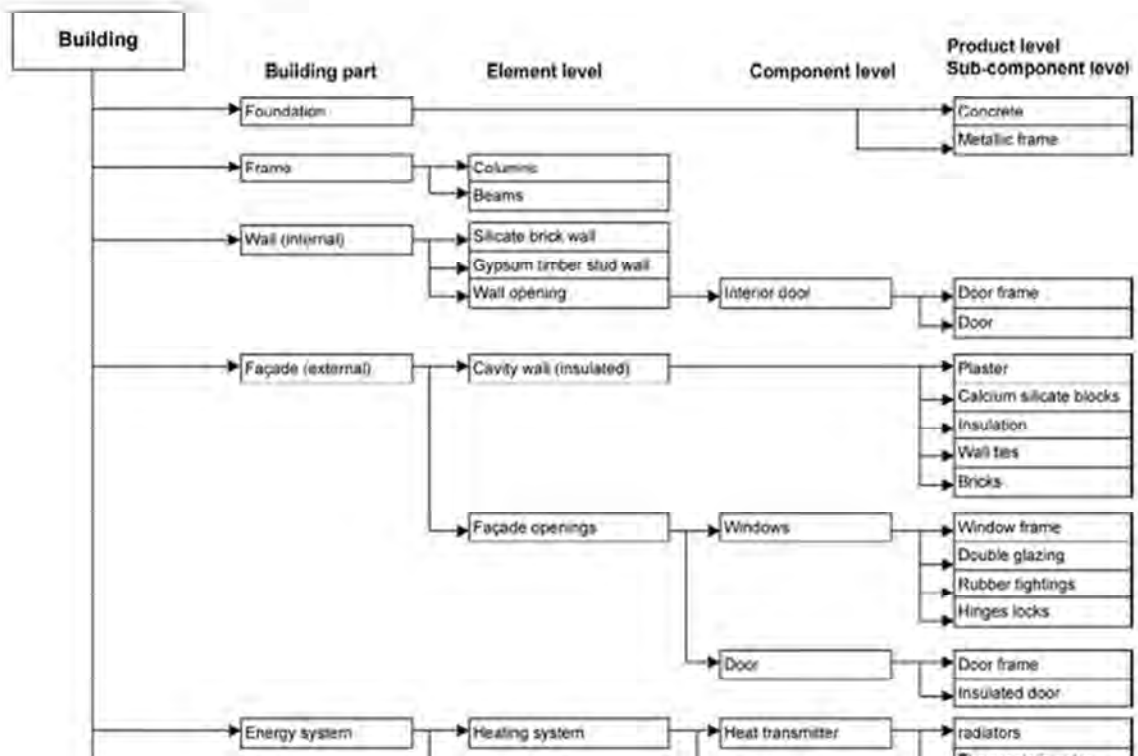
En annan viktig aspekt är att uppdatering och jämförelse av projekter alternativ för närvarande genomförs i designprogram som AutoCAD , Revit etc. Vissa byggföretag försöker skapa en automatisk dataöverföring mellan sina kalkylsystem och designprogram i "realtid". Detta är en långt ifrån fungerande rutin inom branschen idag.

Nedan ges exempel både på datastruktur i ett befintligt kalkylblad och kraven på datastruktur i EN 15978, se Figur 26 och Figur 27.

STALARBETEN					2238,872			39010,47		1539035
	Krossat bergmaterial				2420	ton		0	0	
		Förstärkningsmtrl från etappen	GRUS	41133	2420	ton		0	0	
	Stålbroelemententreprenader för anläggning				38872	kg		39000	1516008	
		Stålbroelemententreprenader		43221	38872	kg		39	1516008	
	Beläggningskomprimeringsmaskiner				1,833333	bd		1,416667	3116,667	
		Envälsvalt självvibr ramstyrd (Dynamac CA602D)	3144,1538	45140	1,833333	bd		1700	3116,667	
	Grävmaskiner				18,33333	tim		6,75	14850	
		Grävmaskin bandb (21,1326) 24-28 ton	3221010	45220	18,33333	tim		810	14850	
	Lönekostnader till yrkesarbetare				14,66667	tim		2,3	5060	
		Yrkesarbetare mark	410M	70	14,66667	tim		345	5060	
SPONTENTREPRENAD					1	st		215916		215916
	Spontningsentreprenader				1	st		215916	215916	
		Spontningsentreprenader		43212	1	st		215916	215916	
UTRUSTNING					467			120531,9		584858,7
	Metallprofiler				58,15385	st		273,5	15905,08	
		Bultgrupper komplett	160110	41410	58,15385	st		273,5	15905,08	
	Ovrigt				1	st		2500	2500	
		Årskylt Trafikverket "God beständighet"		41990	1	st		2500	2500	
	Brolager och övergångskonstruktioner				6	st		9500	57000	
		Brolager typ Tobe FR-4 type 30A +50	TOBE 30A	42226	4	st		9000	36000	
		Brolager typ Tobe FR-4 type 30E +50	TOBE 30E	42226	2	st		10500	21000	
	Broracken				29,74576	st		1795	53393,64	
		Räckesplattor ATA		42227	29,74576	st		1795	53393,64	
	Utrustningar broar (ej std)				0	st		26	0	
		EKP mtrl	413292	42228	0	st		26	0	
	Övriga anläggningskompletteringar för bro, brygga				26	st		275	3360	

Figur 26: Ett exempel på datastruktur i materialkalkyl från entreprenörens kalkylsystem.





Figur 27: Ett exempel på datastruktur enligt EN 15978:2011.

Efter utförda testberäkningar har vi sammanfattat synpunkter angående arbete med verifierade klimatberäkningar:

- Det är svårt att kontrollera kopplingen av poster i BoM och emissionsfaktor i en LCA-databas med manuell datahantering. Olika avgränsningar för allokering av BoM-poster i olika livscykelsteg och hur ett byggmaterial kopplas till ett livscykelsteg beror på tolkning av PCR:erna. Detta kräver en LCA-kompetens hos utföraren
- Att drift och underhållsfasen inte var med var ett medvetet val i projektet. Komplexiteten i kopplingsproceduren kommer att ökas när drift och underhåll ska vara med.
- Möjlighet att jämföra två alternativa scenarier ingick inte i Fas 2.
- Det vore enklare att använda ”totala” mängder av byggmaterial från BoM och inte allokeras dem i de olika livscykelstegen. Detta strider dock emot kraven i de europeiska standarderna
- Det behövs en vägledning för vad som ska ingå i BoM för tidiga skeden i projektet, eventuellt schabloniserade beräkningar.

Vissa av våra synpunkter berodde på att entreprenörer inte hade några erfarenheter att utföra LCA enligt EN 15804 och PCR.

## 5 SLUTSATSER

### 5.1 Omvärldsbevakning

Arbetsgruppen och styrgruppen har haft flera diskussioner om tillvägagångssättet för en leveransprocess för LCA-data mellan beställare och leverantörer, och kommit fram att EPD-formatet är en möjlig väg. Användande av verifierade EPD:er och klimatberäkningar i redovisning av klimatpåverkan utifrån ett livscykelperspektiv kommer stimulera utvecklingen av innovativa produkter och stödja skapandet av en affärsmodell med LCA-baserad information. Det ska också kunna minska risk för överklaganden av offentliga upphandlingar, eftersom ett transparent verifierkat för klimatprestanda i form av en verifierad klimatberäkning enligt europeiska standarder som redovisas i EPD-formatet är godkänd att användas i upphandlingar.

### 5.2 Framtagande av en konceptuell modell för ett digitalt leveransgränssnitt

Projektorganisationen har gjort en kartläggning av problemområden och i viss mån tagit fram ett förslag på lösning för hur leverantörerna kan uppfylla upphandlingskrav på minskning av klimatgasutsläpp. Trafikverket föreslås ta ledning i nästa steg i det branschgemensamma arbetet i nära samarbete med andra aktörer som entreprenörer, konsulter, materialleverantörer m fl.

I fas 2 i SBUF-projektet har flera nordiska anläggningsentreprenörer, materialleverantörer, Trafikverket och branschorganisationer tagit fram ett utkast på en konceptuell modell för ett digitalt gränssnitt för jämförbara och verifieringsbara LCA från olika befintliga LCA-verktyg. Den framtagna konceptuella modellen är baserad på befintliga europeiska standarder om miljövarudeklarationer (EPD) och kan appliceras på olika befintliga LCA-verktyg. Ett digitalt leveransgränssnitt är en konceptuell beskrivning av arbetsprocessen för hur LCA-data kan levereras mellan olika aktörer i samma presentationslayout.

Detta säkerställer att LCA:er görs på ett likartat och transparent sätt, med samma antaganden och avgränsningar och enligt branschgemensamma beräkningsprinciper. Det betyder också att vi inte behöver ha ett gemensamt LCA-verktyg utan kan fortsätta använda våra befintliga LCA-verktyg. Ett branschgemensamt LCA-beräkningssätt ska skapa förutsättningar för ett oavbrutet informationsflöde mellan olika aktörer och incitament för arbete med climateffektiviseringar för olika led i anläggningsprojekt.

### 5.3 Ett övergripande test av leveransgränssnittet på flera anläggningsprojekt

I SBUF-projektet har flera entreprenörer testat LCA-beräkningsmetoden som rekommenderas av europeiska standarder för EPD och samlat in i projektspecifika data i enlighet med dessa krav. Det har konstaterats av projektdeltagarna att entreprenörernas nuvarande produktionssystem (t ex kalkylsystem) har en datastruktur, som inte är kompatibel med EPD/PCR-kraven. Det finns ett behov av utveckling av en teknisk lösning för att automatisera insamlingen av projektspecifika uppgifter, enligt krav i PCR/EPD. Just nu tar manuell hantering av datainsamlingen väldigt mycket tid och leder till höga kostnader för EPD:er.

För att kunna implementera arbetet enligt det framtagna konceptet för ett digitalt leveransgränssnitt som en branschgemensam standard behövs att leverantörer för-verifierar sina befintliga LCA-verktyg. För-verifieringen ska visa att leverantörernas LCA-verktyg kan producera verifierade klimatdeklarationer, t ex enligt kraven i the International EPD system. De höga kraven på verifieringsbarhet för LCA- och klimatberäkningar i EPD-formatet gör att de är tidskrävande och därmed dyra i nuläget. Därför är en automatisering av datainsamlingen en framtidsvision. Användande av för-verifierade LCA-verktyg kommer att öka öppenheten och datakvaliteten. Kostnaderna för EPD:er skulle då minska, vilket skulle underlätta tillgången till verifierade LCA-data i alla led i anläggningssektorn.

#### 5.4 Rekommendationer för nästa steg

I den fortsatta strävan för att Sverige inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser 2045, finns ett stort behov av utveckling och innovationer som kräver samarbeten på flera håll. Vi behöver forskning och demonstrationer för att driva på lovande teknik som ännu inte är lönsam. Finns hinder för vissa lösningar, t ex på grund av regelverk, så måste det analyseras och utvecklas. Vi måste också säkerställa att dagens lösningar fungerar i framtiden.

Trafikverket styrs av regeringens ambitioner och har satt upp mål för sin verksamhet som för infrastrukturinvesteringar innebär en minskad klimatpåverkan om 15 % till 2020 och 30 % till 2025. De klimatkrav som införts i upphandlingar av investeringsprojekt på över 50 miljoner kronor är ett av verktygen för att nå målen. Principerna för utvecklingen av upphandlingskraven har varit med tanke på långsiktighet, teknikneutralitet, enkel uppföljning och stimulans genom möjlighet till bonus. Kraven och arbetssätten är under utveckling. Ett arbete med ”kontrollstation 2018” påbörjas för utvärdering av om kraven får avsedd effekt samt för att fastställa kravnivåer bortom 2025. Det pågår också ett arbete för att få kraven att även omfatta underhåll av vägar och järnvägar. I nästa steg ska klimatreduceringskrav även kunna ställas på mindre projekt, dvs med en budget på mindre än 50 miljoner kronor. Klimatkrav ska också inarbetas för järnvägsspecifikt material som betongslipers och räl.

En klimateffektiv lösning skapas ofta av leverantörerna långt innan själva anbudsprocessen och rapporteringen av projektspecifik klimatpåverkan till beställare. Här behöver leverantörerna en tydlig vägledning kring Trafikverkets och andra beställares förväntan på produktutveckling av innovativa klimatsmarta anläggningskonstruktioner, som uppfyller klimateffektiviseringskrav.

Förslag på inriktningar i kommande steg eller projekt:

- Det måste göras tydliga avgränsningar av vad som ska ingå i en standardiserad klimatberäkning och hur man transparent verifierar riktigheten i klimatberäkningar i anläggningsprojekt. Ett möjligt nästa steg kan vara att göra beräkningar enligt EN 15804 i olika LCA-verktyg och testa för-verifieringsprocessen på flera befintliga LCA-verktyg.
- Drift och underhållsfrågor, verifiering av indata/resultat, användande av schabloner och specifika emissionsfaktorer etc borde vara med i ett sådant test. Den utvecklade konceptuella modellen för arbetsprocessen för hur LCA-data kan levereras mellan olika aktörer i digital form kan användas för arbete med flera miljöpåverkanskategorier, vilket kan testas i nästa steg.

- För det tidiga projekteringskedet borde det tas fram listade antaganden på vilka systemgränser (t ex detaljeringsnivå på materialmängder) och vilka generiska schabloniserade emissionsfaktorer som ska användas för olika material/byggdelar.
- Beräkning av projektspecifika klimatgasutsläpp ger leverantörer möjlighet att ”göra klimataffärer” med innovativa lösningar och produkter. Striktare regler i form av systemgränser och modellstandard behövs för att jämföra ett ”utgångsläge” byggt på schabloner med projektspecifika LCA-data.
- Beräkningar som enbart görs för byggskedet kan idag enbart jämföras med samma material och konstruktion. Detta innebär att för samma material och lösning kan EPD i projektets tidiga skeden jämföras med företagens specifika EPD. Däremot så innebär det att användandet av schabloniserade emissionsfaktorer för byggskedet inte kan användas för jämförelser mellan olika material och olika konstruktioner. Det har visat sig att detta ofta leder till suboptimeringar. För sådana jämförelser krävs ett livscykelperspektiv där funktion och livslängd beaktas fullt ut. Innan man jämför olika lösningar och material sinse emellan måste alltså hela livscykeln beaktas.
- Den nya versionen av svenska byggkoder, CoClass, förespår en ny BIM-baserad datastruktur för projektinformation. Denna struktur ska passa bättre för att kunna samla data för verifierade LCA- och klimatdeklarationer från BIM-modeller. I nästa steg borde en teknisk lösning skapas för att automatisera insamlingen av projektspecifika uppgifter enligt krav i PCR/EPD och enligt den nya versionen av svenska byggkoder.

Arbetsprocessen med det utvecklade leveransgränssnittet behöver förankras hos flera aktörer i branschen och implementeras i interna arbetssätt både hos beställare och hos leverantörer. Om branschen väljer att följa EPD-spåret bör följande samordnas:

- Samma systemgränser och kvalitet på använda verifierade LCA-databaser
- Jämförbar struktur på insamlade data, dvs totala mängder av ingående material ska brytas ner till olika byggdelar och allokering i livscykelfaser
- Samma LCA-beräkningsmetod enligt kraven i EPD/PCR
- Gemensam rapportmall.

Inom byggnader sker ett liknande arbete som redan påbörjats, inom ramen för Smart Built Environment. Detta arbete kommer under 2017 att dels definiera digitala format för klimatberäkningar, dels genomföra 12 piloter inom byggandets alla användningsområden. Det har även identifierats 31 olika osäkerheter som avgör resultatens giltighet ur vilken det utvecklats en så kallad ”kravtrappa” som redovisar vilka krav man kan ställa i olika situationer för att resultaten ska vara tillförlitliga. Parallellt kommer Boverket under 2017 att ge ut en Vägledning för användning av LCA. Det finns all anledning att ta del av dessa arbetens resultat.

Ovan nämnda förutsättningar skulle tillåta att utvärdera alternativa byggdelslösningar med samma funktion. Större öppenhet med rapporterade klimatdata i projekt i enlighet med internationella standarder kommer att stimulera utvecklingen av innovativa miljövänliga produkter och göra det intressant för leverantörerna att satsa på en sådan utveckling. Det utvecklade leveransgränssnittet kan i nästa steg användas för framtagande av en branschgemensam affärsmodell med klimatberäkningar. Implementering av en

branschgemensam affärsmodell och arbetssätt med klimatfrågor kommer att leda till minskade klimatgasutsläpp och bidra till uppfyllelse av Sveriges högt uppsatta mål till 2030/2045.

Det finns ett stort engagemang kring klimatfrågan med vilja, kraft och övertygelse om att infrastrukturen går att projektera och bygga klimatsmartare. Kunskap och kompetens behöver nyttjas, utvecklas och föras vidare i alla led från materialutveckling via planering och projektering till byggande, drift och underhåll. Nycklar i detta är beskrivningsmetodik för miljöprestanda och upphandlingar som stimulerar till innovationer. Klimatarbetet måste implementeras hos alla berörda aktörer för att klara omställningen mot ett minskat fossilberoende. Mycket av detta tjänar på ett utökat branschgemensamt samarbete. Trafikverket har ett särskilt ansvar och lämplig koordinator är Anläggningsforum och tema "Klimat" som startar 2017. Där ingår organisationerna Sveriges Byggindustrier (BI), Svenska teknik- och designföretagen (STD) och Trafikverket. Pågående initiativ som Infra Sweden och Smart Built Environment är tillsammans med andra forsknings- och innovationssatsningar kanaler som också ska användas.

## LITTERATURFÖRTECKNING

- [1] Preposition *Fossiloberoende fordonsflotta - ett steg på vägen mot nettonollutsläpp av växthusgaser*, Dir. 2012:78.
- [2] Trafikverket, <http://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo/arbetsatt-och-metoder/Miljokonsekvensbeskrivning-och-miljobeskrivning/klimatkrav/>.
- [3] A K Johannessen Kundekrav til LCA/EPDfor asfaltbransjen i Norge. Presentation på workshopen I detta SBUF project, april 2016.
- [4] EN 15804:2014-07: Sustainability of construction works — Environmental Product Declarations — Core rules for the product category of construction products; EN 15804:2014-07.
- [5] PCR: Highways (except elevated highways), streets and roads. Version 1.02: 2013:20. UN CPC 53211.
- [6] PCR: Bridges and elevated highways. Version 1.0: 2013:23. UN CPC 53221.
- [7] EN 15978:2011 Sustainability of construction works – Assessment of environmental performance of buildings – Calculation methods.
- [8] The International EPD®System, <http://www.environdec.com/>
- [9] ISO/TK 14025 Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations, 2000.
- [10] L Strömberg, Verifierad klimatbelastning från anläggningskonstruktioner, Fas 1, SBUF rapport 12703, 2014
- [11] <https://www.thinkstep.com>
- [12] DIRECTIVE 2010/31/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 May 2010 on the energy performance of buildings: Directive 2010/31/EU (Energy Performance of Buildings Directive), 2010.
- [13] K Jelse, Environdec, Olika EPD-system i EU och arbete med att harmonisera dem, Presentation på workshop Stimulering av innovationskraft med LCA i offentliga upphandlingar, april, 2016.
- [14] M. Galatola, “ILCD, PEF and PEFCRs: Toolbox for the future market standard for assessment of product environmental footprint and communication,” Stockholm, Sweden, Sep. 2015.
- [15] “Public Sector Lead the Way in BIM,” Build smart, no. 9, [http://www.bca.gov.sg/publications/BuildSmart/others/buildsmart\\_11issue9.pdf](http://www.bca.gov.sg/publications/BuildSmart/others/buildsmart_11issue9.pdf), Dec. 2011.

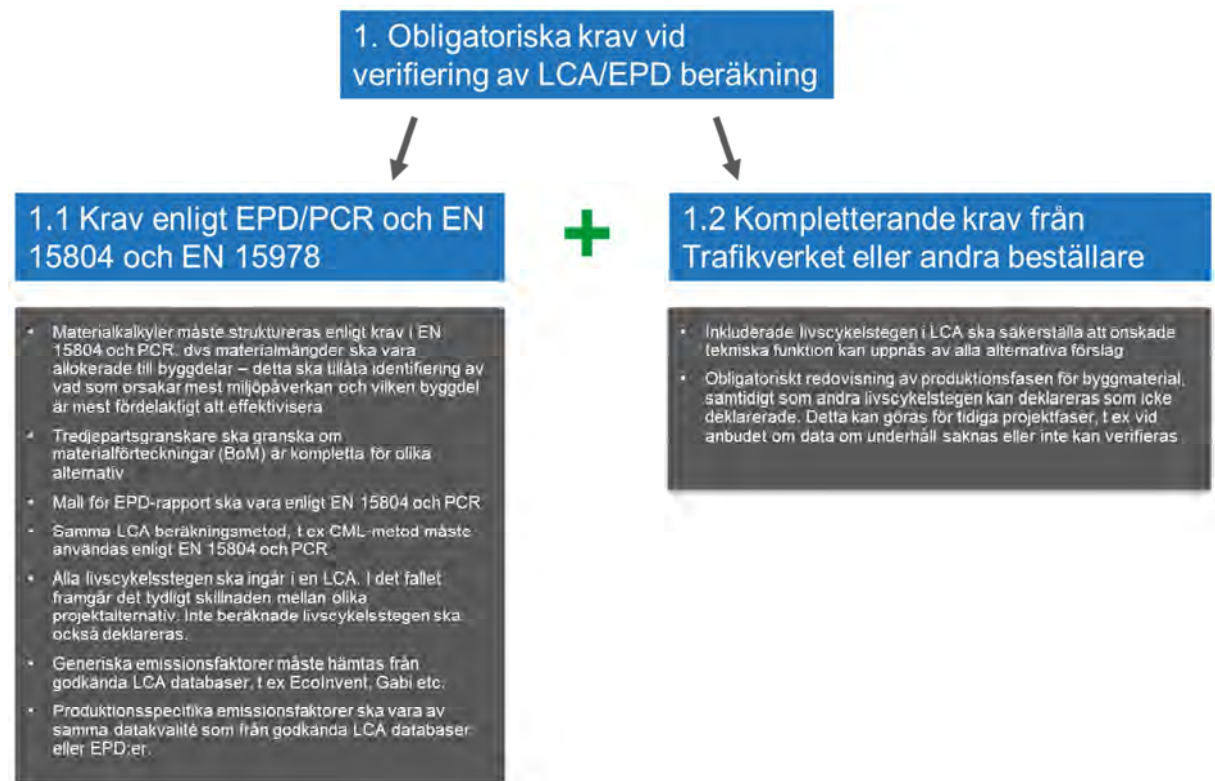
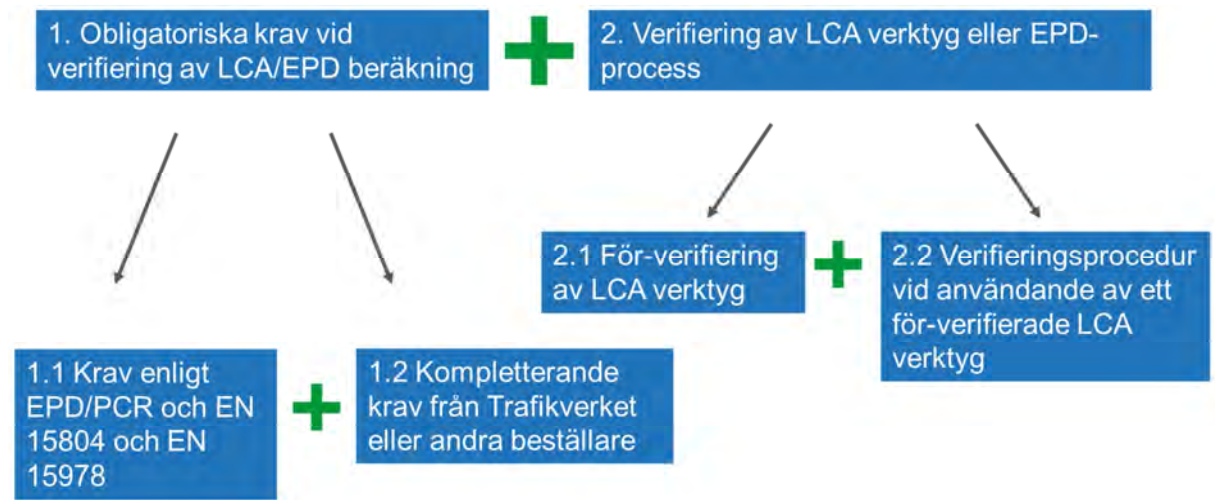
- [16] <http://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/ny-teknik-i-transportsystemet/informationsmodellering-bim/nyheter-informationsmodellering-bim/>
- [17] Mail conversation med Klas Eckerberg, Projektengagemang och Svensk Byggtjänst, 2016-08-31.
- [18] <http://www.smartbuilt.se>
- [19] prEN 15643-5 Sustainability of construction works - Sustainability assessment of buildings and civil, 2016.
- [20] prISO 21930 Sustainability in buildings and civil engineering works — Core rules for environmental declaration of construction products and services used in any type of construction works, 2016.
- [21] Mail konversation med Kristian Jelse, Environdec, 2016-09-15.
- [22] En uppdaterad Byggvarudeklaration, SBUF rapport 13045, 2016.
- [23] REGULATION (EU) No 305/2011 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC: Regulation (EU) No 305/2011 - Construction Products Regulation, 2011.
- [24] M Erlandsson med fl, Robust LCA, IVL rapport Robust användning av LCA – policysammanfattning, 2014.
- [25] M Erlandsson, Livslängsdata samt återvinningsscenario för mer transparent och jämförbar livscykelberäkningar för byggnader, IVL rapport, 2015.
- [26] M Erlandsson, K Jelse, M Larsson, Livscykelanalysbaserade miljökrav för byggnadsverk En verktygslåda för att ställa miljökrav, IVL Svenska Miljöinstitutet AB, B 2253, 2016.
- [27] M Erlandsson, T Malmqvist med bidrag från R Andersson, Rekommendationer för användning av LCA i upphandling av byggnadsverk - Marknadsdriven LCA. IVL Svenska Miljöinstitutet AB, 2016.
- [28] K Byfors, Byggbranschens EPD-verktyg, Presentation på workshop Stimulering av innovationskraft med LCA i offentliga upphandlingar, april, 2016.
- [29] Bygg&Teknik 6/2016 och författarna är Nicklas Magnusson, Tyréns; Martin Erlandsson, IVL; Otto Düring, CBI och Ronny Andersson, Cementsa.
- [30] K Martinsson *Energieffektiva asfaltbeläggningar*. NVF Beläggning Specialist seminarium, 2014. <http://www.nvfnorden.org/library/> (in Swedish).
- [31] H Brattebø *ETSI Stage 3 Task group 4: Life Cycle Assessment of Bridges*. Norwegian University of Science and Technology (NTNU), 2012.
- [32] Mail conversation med susanna Toller, Trafikverket, 2016-10-07.

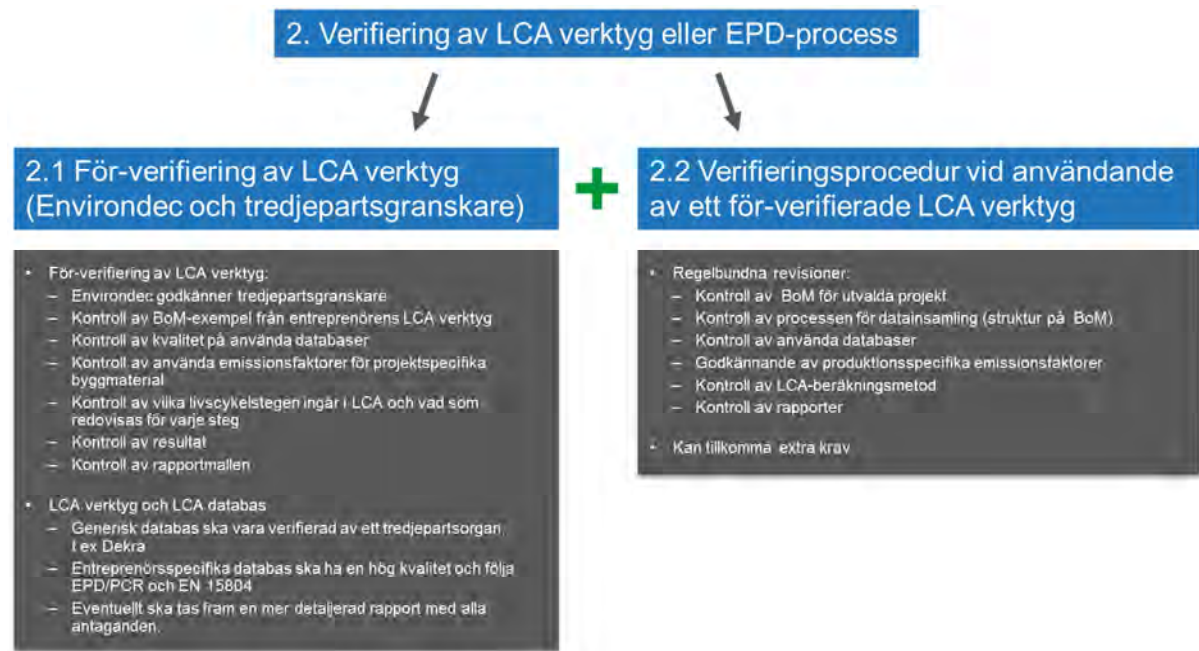
[33] Trafikverkets riktlinje 2015:0480: Klimatkrav i planläggning, byggskede, underhåll och på tekniskt godkänt järnvägsmateriel.

[34] Trafikverkets riktlinje 2015:0007: Klimatkalkyl – infrastrukturhållningens energianvändning och klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv.



# BILAGA A: SAMMANFATTNING AV VERIFIERINGSKRAV PÅ LCA-VERKTYG OCH EPD





**Figur :** Lista med verifieringskrav på EPD och LCA-verktyg.