SBUF

PROJEKTNR. 14410

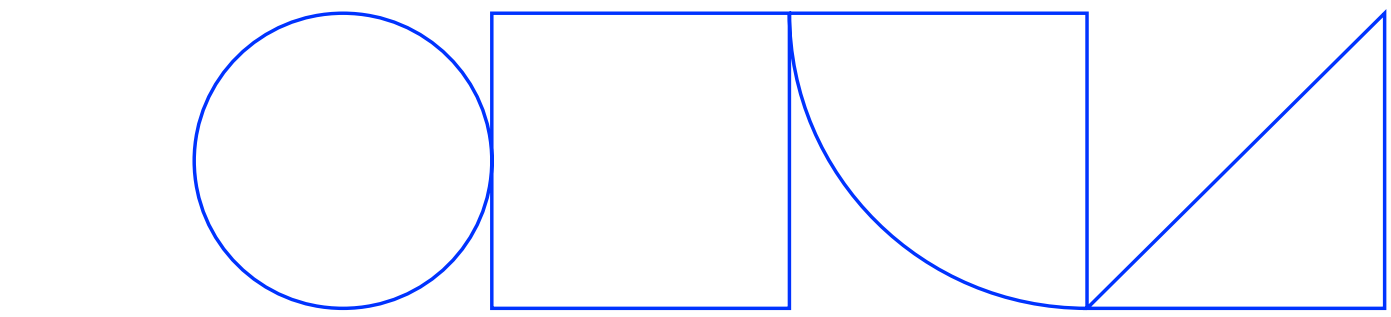
# EPD Berg

## Anpassning av EPD-verktyget Plantsmith för kommande c-PCR och återvunnet ballast

Gauti Asbjörnsson, Erik Hulthén & Johanna Söderberg - Chalmers tekniska högskola
Nora Fischer & Johan Söderqvist - IVL Svenska Miljöinstitutet

**SBUF-projekt genom NCC Industry AB**

2026-08-11



# Förord

Projektet EPD Berg syftar till att minska klimatpåverkan från produktion av ballast. Ett digitalt verktyg har utvecklats som gör det möjligt att simulera produktionen och ta fram EPD:er på ett enkelt och tydligt sätt.

Ett stort tack riktas till alla som varit involverade i projektet. Tack till projektets finansiärer Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF) och VINNOVA, som gjort det möjligt att genomföra projektet. Tack till alla projektparter som använt verktyget, gett värdefull feedback och arbetat i projektet. Tack till InfraVIS för hjälp med framtagning av visualiseringsverktyget.

För mer information, kontakta info@roctim.com eller besök https://www.plantsmith.eu/.

**Chalmers tekniska högskola**

Erik Hulthén
Gauti Asbjörnsson
Kanishk Bhadani
Christina Lee
Xi Xiao
Varun Gowda Palahalli Ramesh
Johanna Söderberg
Emma Widell

**Roctim AB**

Erik Hulthén
Gauti Asbjörnsson
Kanishk Bhadani
Adam Sköld
Martin Diderholm
Melker Gustafsson
Felix Aronsson
Joel Carlsson

**NCC Industry AB**

Patrik Österberg
Kristoffer Hofling
Markus Johansson

**IVL Svenska miljöinstitutet AB**

Nora Fischer
Johan Söderqvist
Jeanette Green
Elisabet Hallberg
Manuel Mammen Parayil

**Maserfrakt AB**

Elin Wennström
Stefan Hed

**BDX Företagen AB**

Anna Wikman

**TRB Sverige AB**

Fredrik Landegren
Lotta Norrena

**Sveriges Bergmaterialindustri SBMI AB**

Mårten Sohlman
Lisa Sennström

**Schweden splitt AB**

Jonas Elmgren
Gunnar Tonnvik
Jack Olofsson

**Göteborgs Stad Exploateringsförvaltningen**

Lovisa Granlund
Magnus Jäderberg

**Swerock AB**

Monica Soldinger Almefelt
Anna Johansson
Susanne Björklund

**Skanska Industrial solutions AB**

Paulina Johansson
Christian Hansson
Magnus Niklasson

Göteborg, augusti 2026

# Sammanfattning

Plantsmith är ett digitalt verktyg för ballastproduktion där processimuleringar och miljöberäkningar för EPD:er och LCA:er kan utföras. Verktyget möter branschens växande behov av att kunna ta fram miljödata, vilket sker i takt med att krav på produktspecifik miljöprestanda ökar. Processimuleringen kan dessutom användas för att identifiera var i produktionen de största utsläppen uppstår. Resultatet kan användas för att genomföra riktade åtgärder för att minska utsläppen.

Plantsmith förenklar framtagningen av EPD:er för bergmaterial genom att integrera gällande standarder och regelverk direkt i verktyget, vilket kan minska behovet av externt konsultstöd. Eftersom Plantsmith är ett förverifierat EPD-verktyg kan tredjepartsgranskningen genomföras mer effektivt, vilket förkortar verifieringsprocessen.

I denna del av projektet vidareutvecklades Plantsmith för att hantera återvunnet ballastmaterial i enlighet med den kommande c-PCR:n för ballast. Arbetet omfattade utveckling av nya beräkningsscenarier, processmodeller och rapportmallar för återvunnet material. Projektet inkluderade även analyser av klimatpåverkan för jungfruligt och återvunnet ballastmaterial, utveckling av verktyget QuarryGIS för visualisering av EPD-data och beräkning av transportutsläpp. Förslag på hållbarhetskrav för upphandling av ballastmaterial togs också fram.

*Slutsatser:*

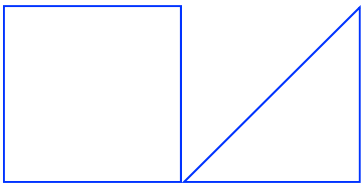
- Kommande c-PCR för ballast förväntas ge mer enhetliga och jämförbara EPD:er genom tydligare regler för systemgränser och hantering av återvunnet material. Det kan ge en mer rättvisande bild av klimatavtrycket för återvunnet material.

- Plantsmith har utvecklats för att stödja framtagningen av EPD:er och LCA:er för återvunnet ballastmaterial enligt kommande krav.

- QuarryGIS har potential att användas vid planering av projekt genom att kombinera EPD-data med transportutsläpp och användas som verktyg för benchmarking av publicerade EPD:er.

- Ett nivåbaserat klassificeringssystem för ballast, liknande det som finns för betong, skulle kunna underlätta kravställning i upphandlingar och stimulera kontinuerliga klimatförbättringar hos producenterna.

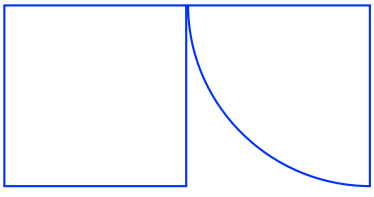
- Möjligheten att analysera nationell och regional massbalans begränsas idag av bristande standardisering och informationsdelning.



# Innehåll


1. Inledning 4
   1.1. Syfte 5
   1.2. Metodik 5
2. Skapa en EPD med verktyget Plantsmith 6
3. Utveckling av Plantsmith för hantering av återvunnet material 9
   3.1. Genomgång av kommande regelverk för ballast (c-PCR) 10
   3.2. Uppdaterade scenarion för beräkning av cirkulärt materialflöde 11
   3.3. Implementering av modeller för våtsiktning 12
   3.4. Rapportmallar för EPD:er och LCA:er för återvunnet material 12
4. Skillnader i miljöpåverkan mellan jungfruligt och återvunnet bergmaterial 14
5. Utbildningsmaterial för Plantsmith 16
   5.1. Information om hantering av avfall till återvunnet material 17
6. Kommunikation mellan producent och kund 18
   6.1. Användartest med fallstudie från Göteborgs Stad 20
   6.2. Kravspecifikation för upphandlingar av ballastmaterial 23
7. Utvärdering av regional och nationell massbalans av bergmaterial 25
8. Informationsspridning om projektet och utvecklingen 27
9. Slutsatser 28

Litteraturförteckning 29

# 1. Inledning

Efterfrågan på produktspecifika miljödata ökar snabbt inom bygg- och anläggningssektorn. Drivande faktorer är skärpta klimatkrav kopplade till EU-policyer samt det successiva införandet av den reviderade byggproduktförordningen (CPR-2024) och EU-kommissionens arbete inom ramen för CPR Acquis-processen, i kombination med nationella krav såsom klimatdeklarationer för byggnader. Denna utveckling innebär ökade krav på att redovisa tillförlitliga och spårbara klimatdata på produkt- och anläggningsnivå.

För bergmaterialproducenterna handlar behovet främst om att kunna ta fram miljödata och miljövarudeklarationer (EPD:er) på ett enklare, snabbare och mer kostnadseffektivt sätt. EPD:er (Environmental Product Declarations) är tredjepartsgranskade dokument som innehåller komprimerad information från en produkts livscykelanalys (LCA). För byggprodukter, såsom ballast, ska EPD:er följa standarden EN 15804+A2 samt de produktspecifika reglerna i den korresponderande PCR:en (Product Category Rules) (Boverket, u.å. a). Dessa dokument anger exempelvis vilka klimatindikatorer, såsom GWP (Global Warming Potential), som måste redovisas för produkten. EPD:er baserade på EN 15804+A2 utgör ett etablerat format för att redovisa klimatindikatorer i enlighet med de regelverk som successivt införs.

För kravställare och beställare handlar behovet om att kunna basera upphandlingar, klimatkrav och uppföljningar på jämförbara och verifierbara data. Trafikverket är ett exempel på en kravställare som redan idag har etablerade system och processer för att ta emot verifikat och miljöunderlag från förverifierade verktyg.

Inom projektet EPD Berg har verktyget Plantsmith utvecklats. Projektet adresserar ett växande behov av tillförlitliga, jämförbara och verifierbara miljödata för bergmaterial. Behovet drivs av kundkrav, särskilt för användning av ballast i asfalt och betong, samt av kommande krav i byggproduktförordningen.

Förutom ett generellt ökat behov av EPD:er har också ett ökat intresse för cirkulära ballastprodukter observerats. Exempelvis har Göteborgs kommun som mål att 50 % av inköpt bergmaterial ska vara återvunnet eller återanvänt till 2030, men endast ett fåtal EPD:er är publicerade för återvunnen ballast.

Det är därför viktigt att föra dialog med berörda aktörer för att öka producenternas och beställarens kompetens i att ställa krav på upphandling och användning av både jungfruligt och cirkulärt framställda ballastprodukter. Dessutom är det viktigt att skapa förutsättningar för samordning mellan olika byggprojekt och producenter när det kommer till cirkulär masshantering.

## 1.1. Syfte

Syftet med projektet är att utveckla och integrera metoder för miljöberäkning av återvunnet ballast i verktyget Plantsmith samt att utveckla stöd och information för producenter och beställare om återvunnet ballastmaterial. Målet är att öka användningen av och kunskapen om cirkulära ballastprodukter samt att skapa bättre förutsättningar för underlag för upphandling och masshantering.

## 1.2. Metodik

Denna del av projektet EPD Berg har pågått mellan januari 2024 och juni 2026. För att driva projektet framåt har möten med styrgruppen (styrgruppsmöten) och möten med alla parter (infomöten) genomförts kontinuerligt. Projektets tre arbetspaket, projektledning, plattform och affärsplan, har bedrivits parallellt under projekttiden. Aktiviteterna kopplade till syftet för detta delprojekt har genomförts under samma period.

Nedan beskrivs utvecklings- och undersökningsmetodiken för de huvudsakliga aktiviteterna i delprojektet:

| **Aktivitet** | **Metodik** |
|---|---|
| *Utveckling av kommunikationsverktyg mellan beställare och producent* | • Hjälp av företaget InfraVIS för utveckling av verktyget QuarryGIS för visualisering av miljödata.<br>• Arbete med referensfall i samarbete med Göteborgs Stad för att testa verktyget.<br>• Undersöka förutsättningar för regional och nationell massbalans. |
| *Integration av sekundära material i plattformen* | • Granskning av utkast till kommande c-PCR och deltagande i kommitté för arbetet med CPR aquis processen för att samla kunskap om hur regelverket kring sekundära material kan komma att se ut.<br>• Nulägesanalys och visualisering av skillnader i miljöpåverkan mellan jungfruligt och återvunnet material.<br>• Programmering och arbete med Plantsmith för att implementera identifierade funktioner, beräkningar och modeller, som kan krävas för hantering av sekundära material.<br>• Intervjuer med LCA-experter inom EPD Bergprojektet för granskning av scenarier i plattformen.<br>• Arbete med dokument för generering av EPD:er och LCA:er från plattformen som är anpassade för återvunnet material. |
| *Utveckling av utbildningsmaterial* | • Sammanställning av material för beskrivning av användning av Plantsmith och arbete med EPD och LCA. |

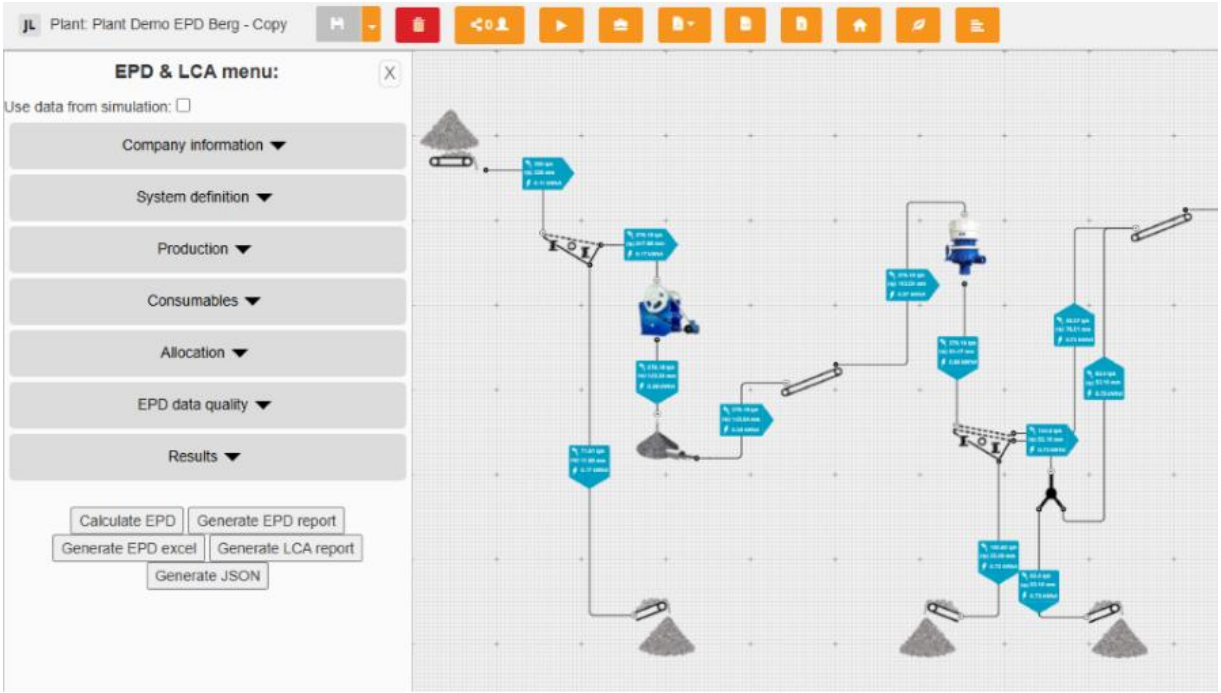
# 2. Skapa en EPD med verktyget Plantsmith

Plantsmith är ett webbaserat verktyg som kombinerar processimuleringar och miljöberäkningar för bergmaterialproduktion. Verktyget är särskilt utvecklat för ballastindustrin och gör det möjligt för användaren att modellera sin produktionsanläggning med flödesscheman, simulera produktionsprocesser och beräkna produkternas miljöpåverkan. Därigenom stödjer verktyget framtagningen av miljövarudeklarationer (EPD:er) och livscykelanalyser (LCA:er).

Flödesschemat, se Figur 1, möjliggör simulering av produktionen och analys av hur förändringar i layout och utrustning påverkar klimatavtrycket. Resultatet kan användas som beslutsstöd och underlag för produktionsplanering. Exempelvis vid optimering av befintliga processer eller vid planering av nya täkter:

- **Produktionsplanering:** Testa hur ändring i layout och utrustning påverkar klimatavtrycket. Skapa olika versioner av befintlig anläggning och jämför resultatet.

- **Stöd i beslut:** Använd kvantitativt underlag för att besluta om förändringar och strategier.




*Figur 1. Skärmdump från Plantsmith. Till vänster ses EPD & LCA-menyn och till höger ett flödesschema*

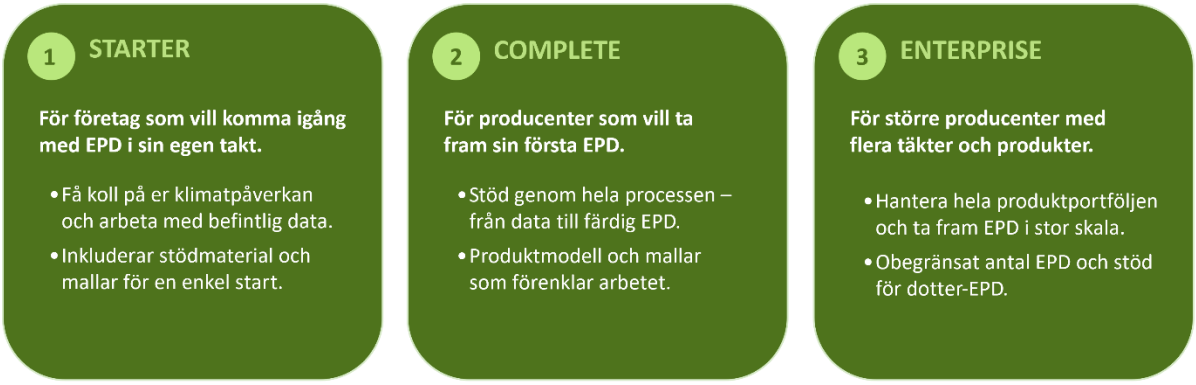
För att beräkna klimatpåverkan hos ballastprodukterna matar användaren in data över förbrukning av resurser, produktion och annan anläggningsspecifik information. Det möjliggör för verktyget att räkna ut värdena för de olika klimatindikatorerna som krävs för EPD:er och LCA-rapporter. Beräkningarna för klimatindikatorerna görs med LCA-data från Ecoinvent och modeller skapade i OpenLCA. Generellt kan användandet av sådan specifik miljödata ge ett lägre utslag på klimatpåverkan än användning av generiska data.

I verktyget går det därefter att generera EPD:er och LCA:er i Word-format, se Figur 2. De dokument som skapas blir förifyllda med den, genom verktyget, beräknade klimatpåverkan för de olika klimatindikatorerna. Dokumenten är utformade i enlighet med gällande krav för miljödokumentation för ballast och vägleder användaren i att färdigställa dokumentationen. Syftet är att stödja användaren att skapa underlag i enlighet med kraven på EPD:er och LCA:er, som kan skickas till granskning och sedan publiceras.




*Figur 2. Processen att skapa LCA och EPD med Plantsmith*

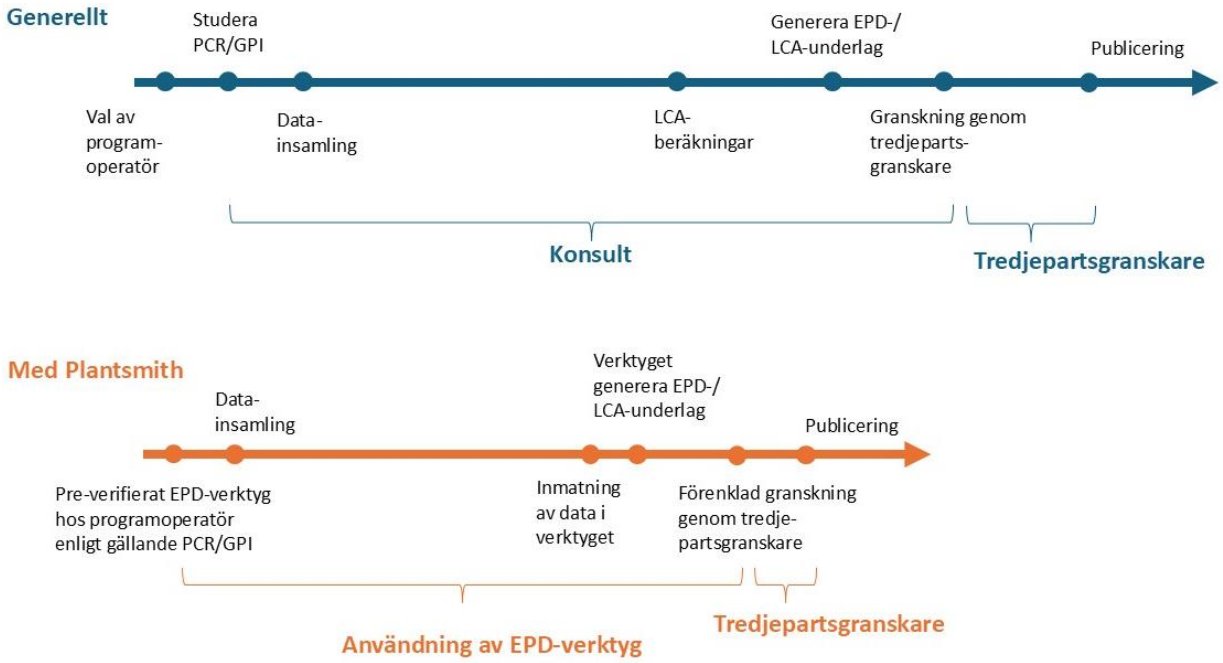
För Plantsmith har tre olika licensalternativ utvecklats för att möta behovet hos både mindre och större ballastproducenter, se Figur 3. Alternativen är anpassade för såväl företag som vill komma i gång med EPD:er, som producenter som tar fram EPD:er i större omfattning.




*Figur 3. De tre olika licensalternativen för Plantsmith: Starter, Complete och Enterprise*

Plantsmith är ett så kallat förverifierat EPD-verktyg, vilket förkortar tiden för tredjepartsgranskningen, se Figur 4. För att uppnå status som förverifierat verktyg har Plantsmith och dess dokumentation granskats av en extern verifierare. Det innebär att det som går att verifiera på verktygsnivå, exempelvis metodik, beräkningsstrukturer och miljödata för olika resurser, granskas enligt gällande PCR och GPI (General Programme Instructions).

EPD:er som tas fram i Plantsmith kan därför verifieras effektivare, eftersom flera av kraven som ställs på EPD:er redan är uppfyllda genom verktygets struktur och funktionalitet. Verktyget minskar behovet av manuella beräkningar och förenklar arbetet med att ta fram EPD:er, eftersom företagen inte behöver sätta sig in i PCR/GPI eller själva behöver göra uträkningarna för respektive klimatindikator.




*Figur 4. Bild som illustrerar skillnaden i arbetsflödet för framtagning av en EPD med ett förverifierat verktyg, såsom Plantsmith, respektive en generell process utan ett förverifierat verktyg*

# 3. Utveckling av Plantsmith för hantering av återvunnet material

En EPD innehåller information om klimatpåverkan från produktens samtliga livscykelsteg, vilka delas upp i olika moduler (Boverket u.å. b). Modulerna består i sin tur av informationsmoduler som förfinar uppdelningen i A1-A5, B1-B5, C1-C4. Se Figur 5 för förklaring av vad informationsmodulerna omfattar.

- **Modul A:** Byggskede
- **Modul B:** Användningsskede
- **Modul C:** Slutskede
- **Modul D:** Tillägg som beskriver positiv och negativ påverkan från produkten som ligger utanför systemgränsen

<table>
<tr><th colspan="4">Livscykelinformation byggnad</th><th>Tilläggsinformation</th></tr>
<tr><th colspan="2">A1–A5 Byggskede</th><th rowspan="2">B1–B7<br>Användningsskede</th><th rowspan="2">C1–C4<br>Slutskede</th><th rowspan="2">D<br>Fördelar och belastningar utanför systemgränsen</th></tr>
<tr><th>A1–A3<br>Produktskede</th><th>A4–A5 Bygg-produktionsskede</th></tr>
<tr><td rowspan="2">A1 Råvaru-försörjning</td><td rowspan="2">A4 Transport</td><td>B1 Användning</td><td rowspan="2">C1 Demontering, rivning</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>B2 Underhåll</td></tr>
<tr><td>A2 Transport</td><td rowspan="3">A5 Bygg- och installations-processen</td><td>B3 Reparation</td><td>C2 Transport</td></tr>
<tr><td rowspan="2">A3 Tillverkning</td><td>B4 Utbyte</td><td rowspan="2">C3 Restprodukt-behandling</td></tr>
<tr><td>B5 Ombyggnad</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>B6 Driftsenergi</td><td>C4 Bortskaffning</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>B7 Driftens vattenanvändning</td><td></td></tr>
</table>

*Figur 5. Översikt över modulerna och informationsmodulerna som inkluderas i en EPD (Bild från Boverket u.å. b).*

Det finns kriterier som reglerar när avfall betraktas som en produkt. I Sverige används olika EU-förordningar för End of Waste (EoW), alternativt miljöbalkens riktlinjer. Kriterierna fastställer vad som ska vara uppfyllt efter återvinningsprocessen är klar (Naturvårdsverket, u.å. a). Vid uppfyllda kriterier kan avfallet därefter betraktas som en produkt, och sägas ha uppnått End of waste state.

För återvunnet material blir både End of Waste state och miljöpåverkan för de olika modulerna viktigt, eftersom de avgör hur miljöpåverkan ska beräknas för det redan hanterade materialet, samt systemgränserna för det. I den kommande c-PCR:en för ballast förtydligas detta, vilket innebär att verktyget Plantsmith behöver anpassas.

## 3.1. Genomgång av kommande regelverk för ballast (c-PCR)

För ballastmaterial används idag PCR:en för byggprodukter. En PCR anger ramverket för hur en EPD ska skapas inom en viss produktkategori (EPD International, u.å.). En PCR kan kompletteras med en c-PCR (complementary Product Category Rules), vilket är ett regelverk som preciserar och anpassar den övergripande PCR:en för en viss produktgrupp. Just nu pågår ett arbete med att skapa en c-PCR för ballast.

En c-PCR för ballast kan alltså ge mer detaljerade och specifika riktlinjer för hur en EPD ska utformas, jämfört med den generella PCR:en för byggprodukter. Detta kan öka jämförbarheten mellan EPD:er för ballast, eftersom det kan bli tydligare hur alla producenter ska beräkna miljöindikationerna.

Sedan projektet startade har förutsättningarna och ramverken ändrats. Utveckling av c-PCR:en för ballast har dragit ut på tiden eftersom byggproduktförordningen (CPR) inte blivit färdigställd. I samband med revisionen av CPR-2024 hade projektet EPD Berg dock möjlighet att granska ett utkast till den dåvarande versionen av c-PCR:en, för att ge feedback till koordinatorn.

Enligt utkastet till c-PCR ska återvunnet obundet ballastmaterial hanteras enligt en cut-off-princip. När materialet har uppnått End of Waste status och betraktas som en produkt nollställs dess tidigare klimatbelastning. Rivning (C1), transport till avfallsbehandling (C2) och primär bearbetning (C3) inkluderas därför inte i EPD:n för det återvunna materialet. I stället börjar systemgränsen vid den punkt där materialet betraktas som en produkt, och endast de efterföljande processerna, det vill säga sekundär bearbetning och hantering inom den senare delen av modul A3, ska inkluderas.

För återvunnet material från betong och asfalt tillämpas samma cut-off-princip, men c-PCR:en specificerar att dessa material ofta kräver mer omfattande bearbetning innan end-of-waste state uppnås. För återvunnen betong, exempelvis krossad betong, och återvunnen asfalt gäller att rivning eller fräsning samt första behandlingssteg normalt ligger utanför systemgränsen och allokeras till den ursprungliga konstruktionen. Systemgränsen för EPD:n börjar först när materialet efter sortering, krossning och eventuell separation, till exempel av armering i betong eller bindemedel i asfalt, uppfyller krav för att användas som sekundärt aggregat eller återvunnet material i ny produktion. Därefter inkluderas endast den ytterligare bearbetningen och hanteringen, typiskt inom A3. För asfalt kan dock återföring till asfaltproduktion innebära att materialet behandlas som ett sekundärt insatsmaterial i en ny produkt, vilket kräver tydlig redovisning av hur det ersätter jungfruligt material i enlighet med EN 15804:s regler för sekundära råvaror.

Krossad betong har visat sig kunna ta upp koldioxid via karbonatisering (Rydén, 2025). C-PCR:en för betong anger dock att det ska uteslutas från beräkningarna. Med bättre kontroll på ursprunglig karbonatiseringsgrad innan krossning och ett regelverk för CO2-upptag i bygg- och anläggningsprojekt skulle det möjligen kunna introduceras.

Förtydligandet i c-PCR:en kan säkerställa konsekvent hantering av återvunnet material i enlighet med standarden EN 15804.

## 3.2. Uppdaterade scenarion för beräkning av cirkulärt materialflöde

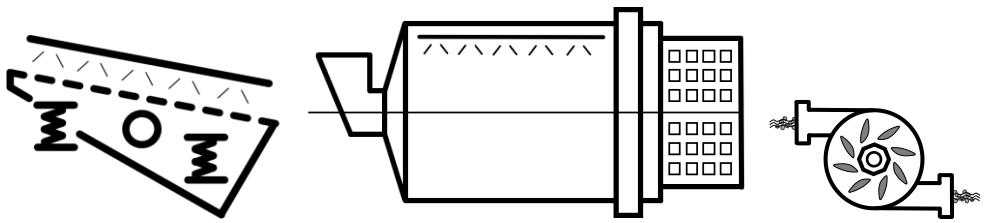
För att hantera återvunnet material, i enlighet med kommande c-PCR, har scenarier för C- och D-modulen utvecklats. De framtagna scenarierna används för att beräkna miljöpåverkan i Plantsmith och har granskats av en LCA-expertpanel inom EPD Berg-projektet. Se antagandena i Tabell 1.

*Tabell 1. Antaganden för scenarier i C- och D-modulerna för återvunnet material*

| | **Antagande för återvinningsscenario i C-modulen (Slutskedet)** |
|---|---|
| **1** | Rivningsaktiviteter antas falla under 1%-gränsen och är därför exkluderade från scenariot. |
| **2** | 50% av materialet är inte återvinningsbart men orsakar inga utsläpp till naturen på grund av materialets inerta egenskaper. |
| **3** | Det återvunna materialet är av samma kvalitet och är oförorenat; därför bedöms det ha en mindre risk för miljö och hälsa och kräver ingen ytterligare bearbetning. |
| **4** | Transportavstånd på 20 km antas baserat på branschkunskap. |
| **5** | Bakgrundsdatasetet antar en lastfaktor på 15,79 ton. |
| | **Antaganden för scenario i D-modulen (Tilläggsinformation - påverkan utanför systemgränsen)** |
| **1** | 50 % av materialet är inte återvinningsbart men orsakar inga utsläpp till naturen på grund av materialets inerta egenskaper. |
| **2** | Kvaliteten på det återvunna materialet är lika med originalprodukten. |
| **3** | Det jungfruliga materialet som behövs för att uppnå samma mängd produkt som används i den deklarerade enheten i studien kommer från samma produktionsanläggning. |

## 3.3. Implementering av modeller för våtsiktning

För att Plantsmith ska kunna hantera bearbetning av återvunnet material implementerades tre modeller för simulering av våtsiktning. De tre modellerna våtsikt, tvättrumma och vattenpump går att se i Figur 5. Att implementera vatten i verktygets simulering innebar anpassningar av massbalansen i systemet, för att kunna hantera både fast material och vatten samtidigt. Det krävde också anpassningar av dataströmmen mellan olika typer av modeller i verktyget, för att se till att massbalansen upprätthålls i den simulerade processen. Nya beräkningsmodeller utvecklades även för att använda användardefinierade vattenflöden, i stället för en fördefinierad konstant.



*Figur 6. Grafisk illustration av de nya implementerade modellerna våtsikt, tvättrumma och vattenpump*

## 3.4. Rapportmallar för EPD:er och LCA:er för återvunnet material

En EPD och LCA för återvunnet material skiljer sig något innehållsmässigt från miljödokumentation för produkter med endast jungfruligt material. Därför har plattformen uppdaterats så att användaren behöver ange vilken typ av anläggning som dokumentationen ska gälla för.

Användaren kan nu i plattformen välja anläggningstypen *återvinning – obundet material.* Det gör att verktyget väljer beräkningsscenarierna för återvinning av obundet material samt att rapportmallarna för återvunnet material är de som används vid generering av dokumentationen.

Användaren behöver också, enligt utkastet till den kommande c-PCR, ange i miljödokumentationen hur stor del av produktionen som kommer från externt material, med andra ord återvunnet material, schaktmassor eller entreprenadberg. I Plantsmith efterfrågas därför hur många ton av den totala produktionen som utgörs av återvunnet material. Den informationen följer sedan med in i EPD- och LCA-rapporten, på samma sätt som övrig information är programmerad att göra mellan plattformen och dokumentationen. Figur 7 visar hur tabellen för *Content information* ser ut i EPD-rapporten.

## Content information

| Product components | Weight, kg | Post -consumer recycled material, weight -% | Biogenic material, weight- % and kg C/kg |
|---|---|---|---|
| Site rock | 1000 | 0 | 0 resp. 0 |
| Externally sourced | - | 0 | 0 resp. 0 |
| TOTAL | 1000 | | |

*Figur 7. Tabellen som fylls med information kring andel återvunnet material i produktionen, i enlighet med krav i kommande c-PCR*

Två rapportmallar har verifierats och implementerats i Plantsmith för återvunnet obundet material, en för EPD och en för LCA. När användaren genererar mallarna skapas Word-dokument som innehåller kommentarer och anteckningar för att stödja användaren i att färdigställa dokumentationen. I LCA-rapporten finns en kompletterande bilaga med *contribution analysis* för att få en tydlig översikt över vilken resurs bidragit mest till de olika klimatindikatorerna.

Mallarna för återvunnet obundet material har anpassats på flera ställen. Den tydligaste skillnaden är i beskrivningen av modulerna i produktionsskedet A1-A3. Ett exempel på anpassning av LCA-rapporten finns under beskrivningen för A2 vilket specificerar om material har uppnått End of Waste. Se Figur 8 för ett exempel på beskrivningen i rapporten.

### 3.2 Transport of raw materials from supplier to factory & Internal Transport (A2)

1. Transport from the demolition site to the raw material stockpile is taken into account in the previous product system (e.g. in case of recycling of aggregates from concrete, asphalt) and therefore not included in this study. Module A2, therefore, accounts for internal mobile transport only.

2. Module A2 accounts for internal mobile transport and transportation of contracted rock to the site. Data regarding the amount of contracted rock transported to site was collected by [companyName] which amounted to [externalMass] tons.

Any fixed transportation solutions e.g., transportation during the manufacturing process with conveyors, is included under A3 as this has been deemed an integral part of the manufacturing system.

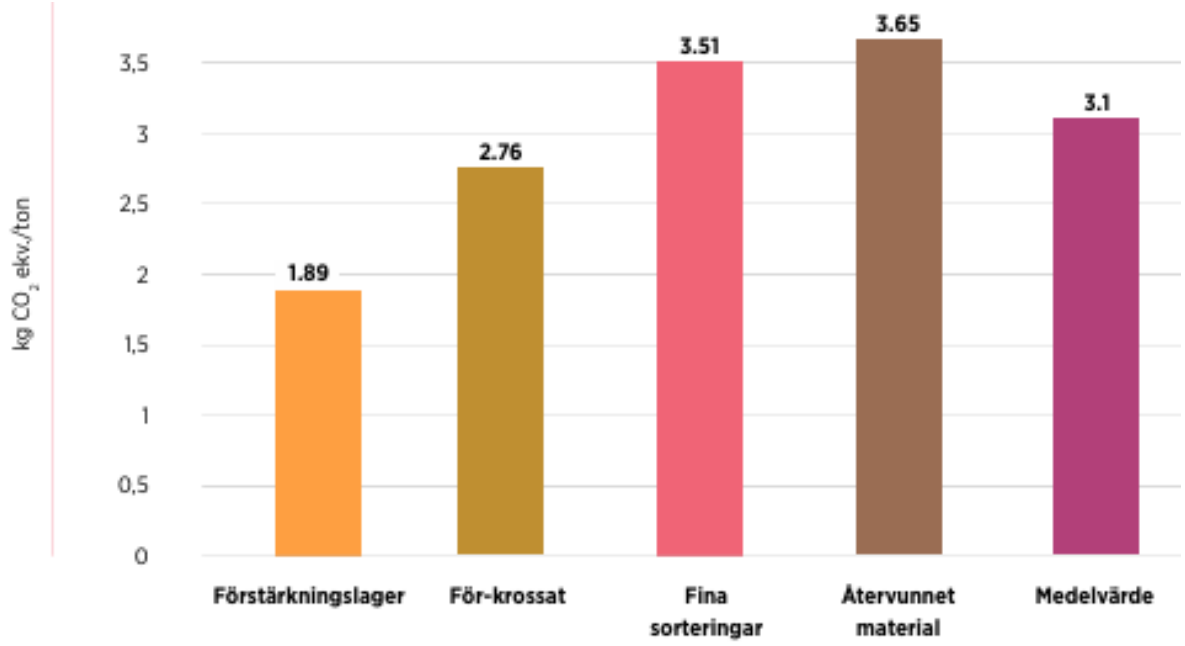
*Figur 8. Utklipp från rapportmallen för LCA med beskrivningar för A2*

Utkast till rapportmallar för återvunnen betong och asfalt har också utvecklats. För miljöberäkningar för återvinning av bundet material krävs bland annat alternativa scenarier för C- och D-modulen. För att hantera återvunnen betong och asfalt kommer användaren kunna göra på samma sätt som för återvinning av obundet material. Mallarna kommer implementeras i plattformen och verifieras i ett senare skede.

# 4. Skillnader i miljöpåverkan mellan jungfruligt och återvunnet bergmaterial

EPD:er för jungfruligt och återvunnet bergmaterial sammanställdes i en nulägesanalys, i samarbetet med Fossilfritt Sveriges färdplan för bergmaterialindustrin. Underlaget inkluderar alla tillgängliga EPD:er från svenska bergtäkter under perioden 2019–2024, som publicerats inom EPD Internationals ramverk. Resultatet visade att den genomsnittliga klimatpåverkan för ballast är 3,1 kg koldioxidekvivalenter/ton från produktionsskedet i A-modulen (Sveriges Bergmaterialindustri, 2024). Den faktor som hade störst betydelse för klimatpåverkan var om produktionen drevs med el eller diesel.

Endast ett fåtal av de publicerade EPD:erna avsåg återvunnet material. Medelvärdet för återvunnet bergmaterial uppgick till 3,65 kg $CO_2$ ekv. /ton (Sveriges Bergmaterialindustri, 2024). För fina sorteringar, som genomgått flera krossteg, var medelvärdet 3,51 kg $CO_2$ ekv. /ton, se Figur 9.




*Figur 9. Mängd koldioxidekvivalenter per ton material från ballast från olika krossteg, återvunnet material och medelvärdet från alla studerade EPD:er. Bild från rapporten Färdplan för fossilfri konkurrenskraft: bergmaterialindustrin (Sveriges Bergmaterialindustri, 2024).*

För EPD:erna för återvunnet material observerades en stor variation i miljöpåverkan. Närmare analys indikerade att variationen mellan dem till största del berodde på skillnader i tolkning av systemgränsen, som inte är tydligt definierad i PCR:en. De tillhörande LCA-rapporterna är dock inte tillgängliga att ta del av så, att variationen beror på systemgränsen kan inte bekräftas helt. Tydligare beskrivningar för systemgränsen, såsom i kommande c-PCR, hade kunnat leda till lägre värden för återvunnet material, eftersom inga emissioner från den ursprungliga produkten ska allokeras till det återvunna materialet och i många fall inte transporten till återvinningsanläggningen heller.

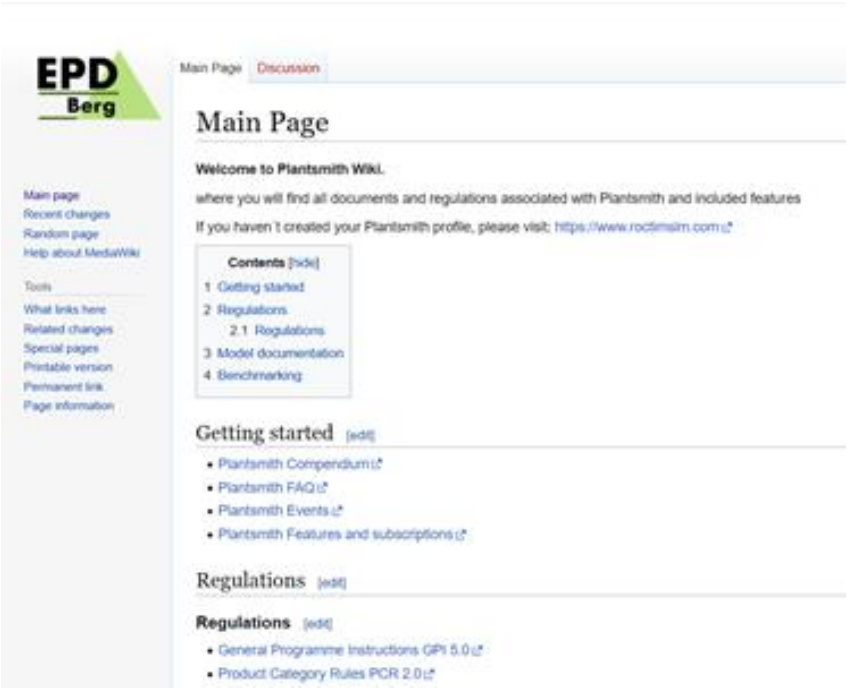
Projektet EPD Berg, tillsammans EU-projekten DigiEcoQuarry och Rotate, har sammanställd LCA rapporterna från flera för att utvärdera nyckelfaktorer till utsläppstrender. Rapporten från arbetet kommer att publicerasunder 2026, med titel *Identifying key attributes driving the environmental performance of aggregates production (Gowda et al., 2026).*

# 5. Utbildningsmaterial för Plantsmith

Under projektet har flera typer av utbildningsmaterial för Plantsmith utvecklats. Materialet har utformats för att möjliggöra ett mer självständigt arbete i plattformen samt bidra till ökad kunskap om framtagning av EPD:er inom bergmaterialindustrin. Det framtagna materialet omfattar en användarmanual, kursmaterial samt en Wiki-plattform med tillhörande chattbot. Användarmanualen har dessutom utgjort en viktig del av verifieringsprocessen och bidragit till att Plantsmith kunnat godkännas som ett förverifierat verktyg.

Användarmanualen beskriver Plantsmiths funktioner och användningsområden. Den innehåller bland annat en genomgång av användargränssnittet samt vägledning för datainsamling inför framtagning av EPD:er och LCA:er och exempel på hur data från en täkt kan se ut. Parallellt har även kursmaterial utvecklats för en utbildning inom EPD-arbete med koppling till Plantsmith.

För att komplettera användarmanualen utvecklades en Wiki-sida baserad på MediaWiki. Plattformen fungerar dels som en samlingsplats för användarmanualer och relevanta standarder, dels som ett kunskapsstöd med mer detaljerad information om enhetsmodeller, processmodellering och metodik i Plantsmith. Wiki-sidan är utformad som ett levande dokument som kontinuerligt uppdateras i takt med att nya funktioner implementeras och plattformen vidareutvecklas.




*Figur 10. Skärmbild från Wiki-sidan med information om Plantsmith och en samling av relevanta standarder och dokument för EPD:er för ballast*

En RAG-baserad (Retrival-Augmented Generation) chattbot integrerades med projektets Wiki-sida för att stärka användarstödet. Lösningen fungerar som en chattbot som identifierar och använder utvald information från tillgängliga dokument och kunskapskällor för att generera svar på användarens frågor. En fördel med det är

att kunna välja vilka dokument som chattboten har tillgång till, och att svaren enbart kan hämtas från de källorna. Exempelvis kan c-PCR för ballast läggas till när den är tillgänglig.

Samtidigt möjliggör källhänvisningar i chattsvaren att användaren kan spåra och verifiera det underlag som svaren baseras på. Detta bidrar till att öka tillförlitligheten samt minskar behovet av manuell informationssökning och sammanställning från olika källor. Lösningen kan därmed öka förutsättningarna för en mer enhetlig tolkning och tillämpning av standarder och riktlinjer för ballast.

## 5.1. Information om hantering av avfall till återvunnet material

Förutom att ge användaren information om hur återvunnet material hanteras i Plantsmith, hur systemgränsen ska dras och hur allokering ska hanteras, kan information om vilka lagar som gäller vid återvinning vara bra att känna till.

Avfall behöver upphöra att vara avfall för att kunna återvinnas, vilket sker i sista steget av återvinningsprocessen. Den verksamhet som återvinner materialet behöver själv avgöra om avfallet har uppnått kriterierna för att anses vara en produkt. Dessa kriterier återfinns i EU-förordningar för EoW eller i miljöbalken (Naturvårdsverket, u.å. a). När ett avfall kan klassas som en produkt omfattas det inte längre av avfallslagstiftningen, utan av kemikalielagstiftningen.

Eftersom det för tillfället inte finns några EoW-kriterier för bergmaterial är det kriterierna i miljöbalken som ska användas. I Miljöbalken kapitel 15 § 6 (SFS 1998:808) anges detta:

*”Avfall som har genomgått ett förfarande för återvinning upphör att vara avfall, om*

1. *ämnet eller föremålet ska användas för ett visst ändamål,*
2. *det finns en marknad för eller efterfrågan på sådana ämnen eller föremål,*
3. *ämnet eller föremålet uppfyller tillämpliga krav i lag eller annan författning, och*
4. *användningen av ämnet eller föremålet inte leder till allmänt negativa följder för människors hälsa eller miljön.”*

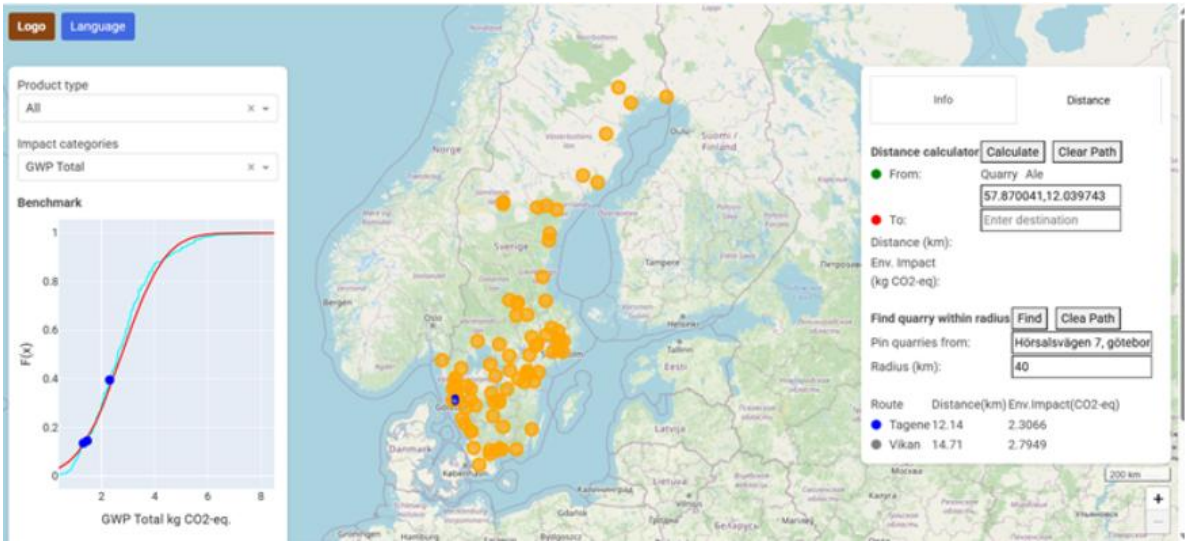
Förutom dessa kriterier är verksamheten också skyldig att föra anteckningar om material som upphört att vara avfall (Naturvårdsverket, u.å. a). Detta gäller enligt avfallsförordningen.

# 6. Kommunikation mellan producent och kund

För att stärka kommunikationen mellan beställare och producent utvecklades QuarryGIS tillsammans med företaget InfraVis. QuarryGIS är ett interaktivt verktyg som kombinerar EPD-data och regional massplanering. Applikationen kombinerar miljödata med geografisk information för att visualisera hur olika producenters bergmaterial presterar miljömässigt. Dessutom beräknar verktyget klimatpåverkan för transporter.

QuarryGIS använder externa tjänster för att kunna beräkna transportavstånd och därmed utsläpp från transporter. Tjänsten Nominatim används för att omvandla adresser till koordinater och OSRM (Open Source Routing Machine) för att beräkna körsträckorna. Distansen används därefter för att beräkna transportrelaterade utsläpp. Data hämtas från konfigurationsfiler, EPD-underlag och geokoordinatfiler som läses in och hålls synkroniserade genom hjälpfunktioner.

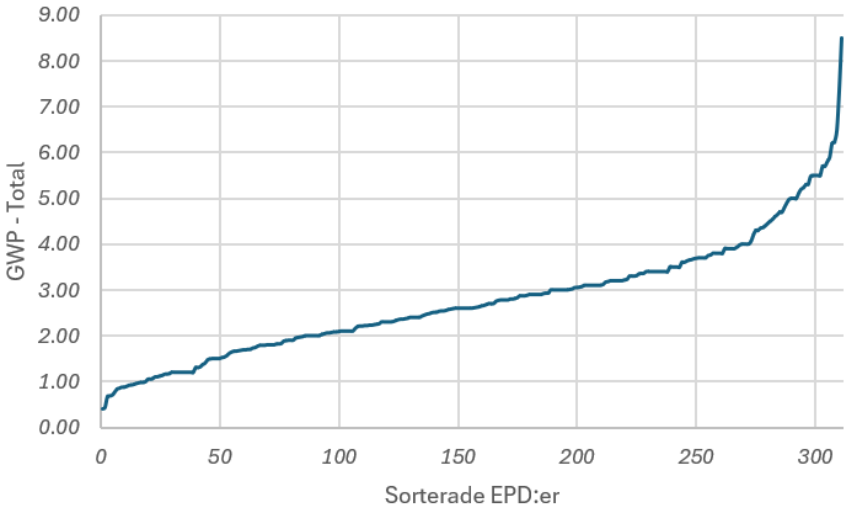
Användargränssnittet kombinerar en kartvy, benchmarkdiagram och en modul för transportberäkningar till olika täkter, se Figur 11. Kartan visar täkterna som har publicerade EPD:er i databasen. Med hjälp av filtreringen till vänster kan användaren välja att visa täkter som publicerat EPD:er för specifika produktkategorier.




*Figur 11. Användargränssnittet för QuarryGIS, utvecklat för Plantsmith*

För att beräkna transportsträcka och utsläpp definierar användaren först en startpunkt. Startpunkten definieras genom att användaren anger koordinater, adress eller placerar ut en nål på kartan. Slutpunkten kan sedan väljas för en specifik täkt. För att underlätta jämförelser kan användaren visa täkter inom en vald radie från projektområdet. Systemet redovisar då avståndet till respektive täkt tillsammans med transportens beräknade klimatpåverkan, vilket möjliggör en jämförelse mellan de olika alternativen.

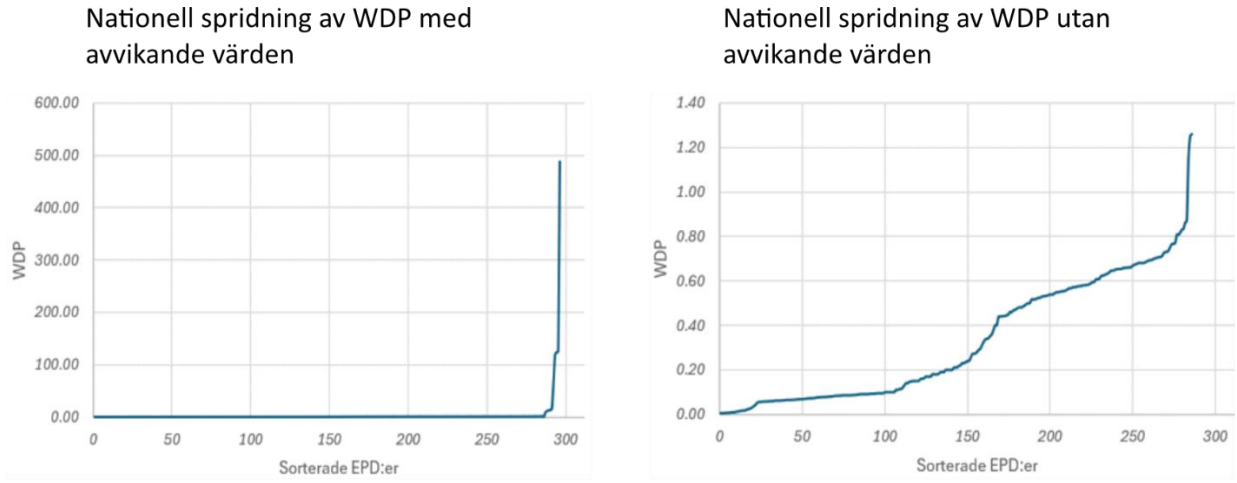
I benchmarkingdiagrammet kan användaren filtrera täkter på produkttyp och klimatindikator. Diagrammet kan användas för att jämföra hur en viss EPD står i förhållande till andra EPD:er för samma produktkategori. Exempelvis kan ett diagram för GWP (Global Warming potential) tas fram för de publicerade EPD:erna, se Figur 12.




*Figur 12. Nationell spridning av $CO_2$e-utsläpp från olika ballastprodukter*

Visualiseringen kan användas för kvalitetssäkring av EPD-data och för att identifiera avvikande värden inom en produktkategori. Tolkningen kan vara svår att göra för oerfarna användare. Exempelvis kan det vara svårt att avgöra om en klimatindikator för en EPD har ett ovanligt högt eller lågt värde. I vissa fall kan genereringen av miljödokumentationen resultera i felaktiga värden, och utan en referens för det värdet kan det vara svår att upptäcka.

WDP (Water Depletion Potential) identifierades som en indikator där flera publicerade EPD:er avvek markant från övriga observationer. Flera EPD:er rapporterade över 100 $m^3$ eq. /ton ballast, vilket ses som ett avvikande värde. När dessa EPD:er plockas bort ser spridningen annorlunda ut. Se Figur 13 för en jämförelse av diagrammen, med och utan de avvikande värdena.




*Figur 13. Nationell spridning av WDP, till vänster diagram där EPD:er med avvikande värden är inkluderade. Till höger är diagrammet när dessa avvikande EPD:er är bortplockade. Notera skillnaden i WDP på y-axeln*

## 6.1. Användartest med fallstudie från Göteborgs Stad

För att utvärdera användningen av QuarryGIS har data från ett infrastrukturprojekt från Göteborgs Stad använts; projektering Citybuss Backastråket. I projektets planeringsskede uppskattades behovet av inköpt bergmaterial av olika sorteringar till totalt 24 305 ton (12 150 $m^3$) bergmaterial (se Tabell 2). Dessutom beräknades 750 $m^3$ (cirka 1 200 ton) bergschakt och 30 000 ton MKM-massor (mindre känslig markanvändning) behövas transporteras bort

Bergmaterialet domineras av förstärkningslager av krossat berg 0–150 mm, vilka utgör cirka 86 % av den totala materielmängden. Ur ett livscykelperspektiv är klimatpåverkan främst kopplad till brytning, krossning och transporter av ballastmaterial.

*Tabell 2. Mängdförteckningen för planerade inköp av olika typer av bergmaterial, samt antagande för beräkningar*

| Material | Sortering | Mängder från underlag | Antagen tjocklek | Volym [$m^3$] | Massa [ton] |
|---|---|---|---|---|---|
| **Förstärkningslager** | Bergkross 0–150 mm | 10 510 $m^3$ | - | 10 510 | 21 020 |
| **Bärlager** | Bergkross 0–40 mm | 19 142 $m^2$ | 80 mm | 1531 | 3063 |
| **Rotspärrskonstruktion*** | Bergkross 0–18 mm | 235 $m^2$ | 150 mm* | 35 | 71 |
| **Justeringslager** | Bergkross 0–40 mm | 56 ton | - | 28 | 56 |
| **Obundet slitlager**** | Antaget 0–8 mm | 1 190 $m^2$ | 40 mm** | 48 | 95 |
| *Totalt:* | | | | **12 150 $m^3$** | **24 305 ton** |

*** Rotspärrskonstruktion:** Ingen tjocklek angavs i underlaget. För beräkning har en tjocklek om 150 mm antagits, vilket motsvarar typiska dimensioner för rotspärrar och skelettjordskonstruktioner i svensk stadsmiljö.

**** Obundet slitlager:** Sortering och tjocklek saknas i underlaget. För beräkning har ett obundet slitlager av bergkross 0/8 mm med tjockleken 40 mm antagits, vilket motsvarar vanlig praxis för gång- och cykelytor samt parkstråk i kommunala anläggningsprojekt.

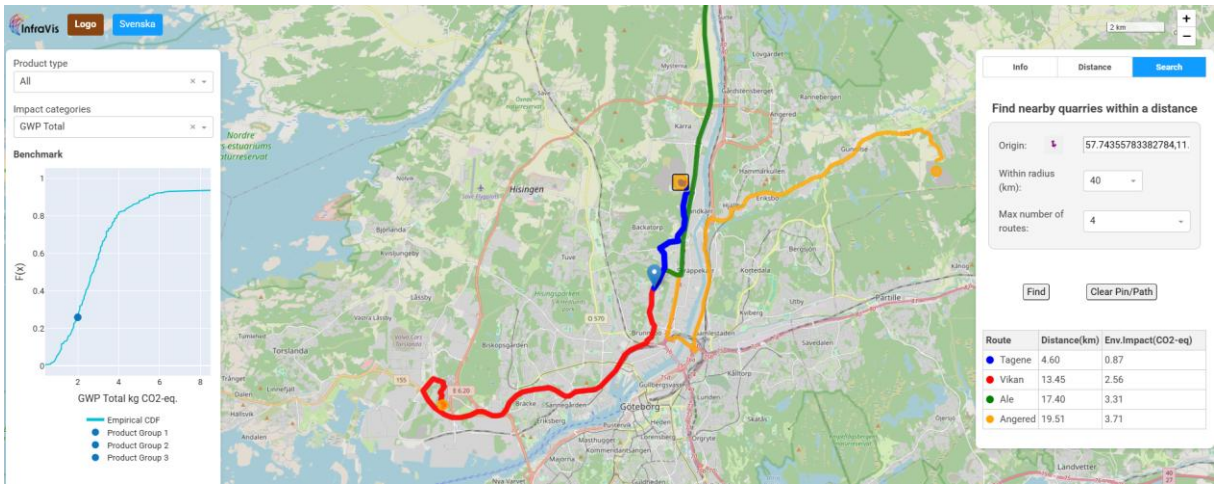
Beräkningen av volym och massa baserades på mängdförteckningen i underlaget samt kompletterande dimensioneringsantaganden för de material där lagertjocklek saknades. För rotspärrskonstruktionen har en tjocklek på 150 mm antagits och för det obundna slitlagret 40 mm. Antagandena baseras på vedertagen svensk anläggningspraxis för stadsgator, gång- och cykelvägar samt grönytekonstruktioner.

Först sammanställdes de närliggande täktverksamheterna. De tio närmaste täkterna för arbetsområdet för Citybussprojektet valdes ut. Dessa listades från närmast till längst avstånd från arbetsområdet (se Tabell 3). I tabellen anges också om anläggningen har publicerade EPD:er eller inte. Endast fyra täkter hade publicerade EPD:er och kunde därmed inkluderas i QuarryGIS; Tagenekrossen (NCC), Vikan (Swerock), Ale kross (Skanska) och Angeredskrossen (Skanska).

*Tabell 3. Sammanställning av de tio närmaste täkterna från arbetsområdet för projektet Citybuss. Avstånd från arbetsområdet anges från närmast till längst och om anläggningen har en EPD specificeras*

| Täkt / Anläggning | Producent | Avstånd till projekt [km] | Publicerad EPD |
|---|---|---|---|
| **Tagenekrossen** | NCC Industry | 5–8 | Ja |
| **Arendal Bergtäkt** | Swerock AB | 8–12 | Nej |
| **Arendal Krossanläggning** | Mimab AB | 10–12 | Nej |
| **Vikan Bergtäkt (Vikan Kross)** | Swerock AB | 12–18 | Ja |
| **Ale Kross / Ale Resurspark** | Skanska Industrial Solutions | 15–20 | Ja |
| **Kållered Bergtäkt** | Swerock AB | 20–25 | Nej |
| **Angeredskrossen** | Skanska Industrial Solutions | 20–25 | Ja |
| **Härryda Kross** | Fraktkedjan Väst | 25–30 | Nej |
| **Landvetterkrossen** | Veidekke | 30–35 | Nej |
| **Bugärde Bergtäkt** | Skanska Industrial Solutions | 35–40 | Nej |

Genom att ange citybussprojektets placering i QuarryGIS kunde avståndet till närliggande täkter fastställas och utvärdering av transporter utföras. Figur 14 visar optimala körsträckor till de fyra tidigare nämnda täkterna samt avstånd och utsläpp för transporten. Genom att välja en täkt kan den relativa prestandan i benchmarkingdelen för de olika ballastprodukterna analyseras ur miljösynpunkt. I Figur 14 är Tagenekrossen markerad.



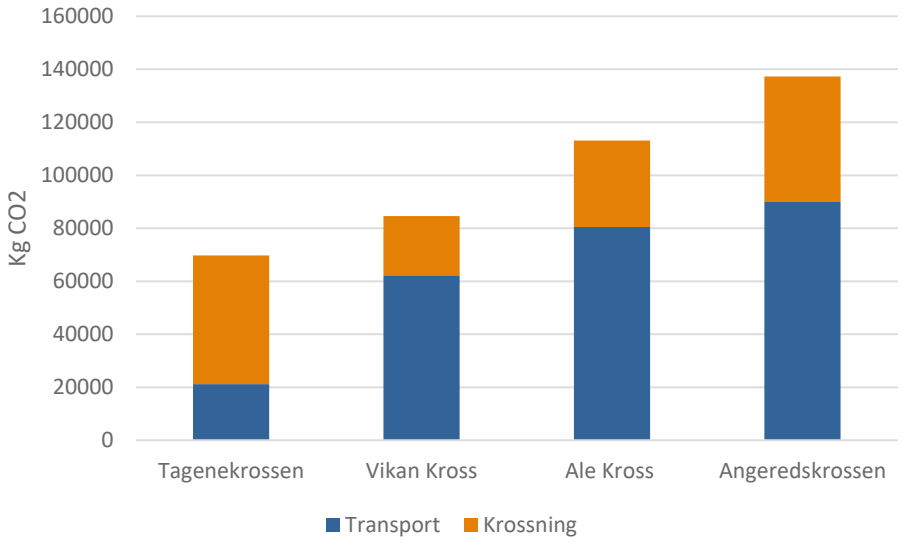

*Figur 14. Resultatet i QuarryGIS för körsträckorna för de fyra närmste täkterna med publicerade EPD:er*

Anläggningarnas produkter har olika mängd utsläpp inom respektive produktgrupp. Tabell 4 sammanställer informationen från de olika anläggningarna, hämtad från QuarryGIS. I tabellen anges avstånd till anläggning, utsläpp från tillhörande transport, utsläpp för produktion av olika produktgrupper/sorteringar vid från täkten och summan av utsläpp från bergmaterialproduktionen och transport.

*Tabell 4. Skillnad i utsläpp från bergmaterialproduktion och transport till arbetsområdet Citybuss från de fyra närmsta anläggningarna.*

| Täkt / Anläggning | Avstånd [km] | Utsläpp transport [$CO_2e$] | Utsläpp materialproduktion (Grind – Täkt) [$CO_2e$] | | | Utsläpp material inklusive transport (Grind – Projekt) [$CO_2e$] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0/150 | 0/40 | 0/18 | 0/150 | 0/40 | 0/18 |
| Tagenekrossen | 4.6 | 0.87 | 2 | 2 | 2 | 2.87 | 2.87 | 2.87 |
| Vikan Kross | 13.45 | 2.56 | 0.92 | 0.93 | 0.95 | 3.48 | 3.49 | 3.51 |
| Ale Kross | 17.4 | 3.31 | 1.32 | 1.47 | 2.31 | 4.63 | 4.78 | 5.62 |
| Angeredskrossen | 19.51 | 3.71 | 1.9 | 2.16 | 2.43 | 5.61 | 5.87 | 6.14 |

Genom att kombinera materialmängderna med utsläppsvärdena för respektive sortering och täkt kan klimatpåverkan från materialproduktion och transport beräknas. I Figur 15 visas de olika scenarierna och hur utsläppen fördelas mellan transport och krossning. Trots att 0/150-material från Tagenekrossen har de högsta produktionsutsläppen bland de studerade täkterna ger täkten den lägsta totala klimatpåverkan, tack vare sitt korta transportavstånd. Detta är särskilt betydelsefullt eftersom 0/150-materialet utgör cirka 86 % av den totala inköpta materialmängden.

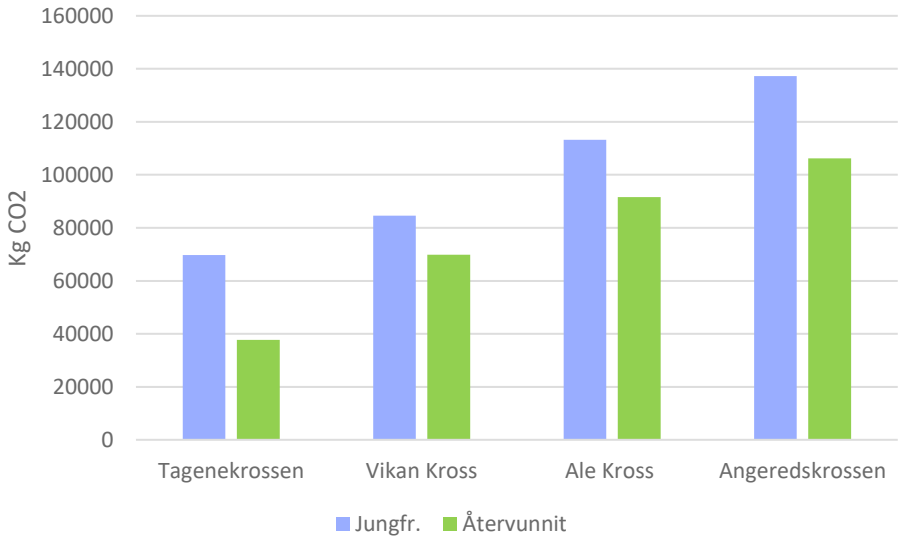



*Figur 15. Det totala utsläppet i de olika scenarierna för materialproduktion och transport för Citybuss Backastråket*

Mängden återvunnet material för de olika sorteringarna framgår inte av de publicerade EPD:erna. För att ändå kunna undersöka effekten av återvunnet material har hypotetiska scenarier tagits fram med stöd av resultaten från Gowda et al. (2026), som analyserade miljödokumentation från 16 täkter. Studien visade att koldioxidutsläppen generellt var relativt jämnt fördelade mellan informationsmodulerna A1, A2 och A3.

I de hypotetiska scenarierna antas en del av det jungfruliga materialet ersättas med återvunnet material. Detta minskar behovet av aktiviteter som sprängning, krossning och annan bearbetning av berg, vilket leder till lägre utsläpp i framför allt modulerna A1 och A3. Baserat på dessa antaganden uppskattas klimatpåverkan från materialproduktionen kunna minska med cirka 60 procent jämfört med nyproducerat material.

Utsläpp från transporter, hantering och vattenanvändning kvarstår däremot och kan i vissa fall öka beroende på lokala förutsättningar. Figur 16 visar resultaten för de studerade täkterna när antaganden om användning av återvunnet material tillämpas på de olika scenarierna.




*Figur 16. Jämförelse av utsläpp för de olika scenarierna mellan jungfruligt respektive återvunnet material*

## 6.2. Krav för upphandlingar av ballastmaterial

Vid upphandlingen av projektet Citybuss Backastråket ställdes inga specifika klimatkrav på ballastmaterial. Däremot fanns tydliga krav för material som armeringsstål, konstruktionsstål och cement/betong. Kravställningen varierade från specifika gränsvärden för klimatpåverkan, exempelvis <0,7 kg $CO_2$e/kg cement och <0,75 kg $CO_2$e/kg stål, till krav på att leverantören skulle kunna tillhandahålla EPD:er för de använda materialen.

För klimatförbättrad betong används sedan flera år ett etablerat klassificeringssystem där betongprodukter delas in i olika nivåer baserat på deras klimatprestanda i förhållande till en referensbetong. Systemet omfattar flera nivåer med successiv reducering av klimatpåverkan och används som stöd vid upphandlingar samt för att stimulera utvecklingen av betong med lägre klimatavtryck.

Ett motsvarande nivåbaserat system kan utvecklas för ballastmaterial. Syftet med ett sådant system hade varit att skapa en standardiserad metod för att definiera, jämföra och kommunicera olika nivåer av klimatprestanda. En enhetlig klassificering kan underlätta kravställning i upphandlingar, öka jämförbarheten mellan olika leverantörer och skapa incitament för kontinuerliga klimatförbättringar genom hela värdekedjan.

Systemet hade kunnat omfatta fyra nivåer, där respektive nivå representerar en successivt högre reduktion av klimatpåverkan jämfört med ett definierat referensmaterial. I Tabell 5 ges exempel på hur mycket lägre klimatpåverkan varje nivå skulle kunna ha. Klimatprestandan kan verifieras med hjälp av livscykelanalys och EPD:er, där förbättringar kan uppnås genom åtgärder såsom elektrifierad produktion, användning av fossilfri energi, optimerad logistik och ökad användning av återvunnet ballastmaterial. Detta skulle kunna ge marknaden tydliga utvecklingsmål och främja cirkulär materialanvändning.

*Tabell 5. Förslag på olika klassificeringsnivåer för ballast, åtgärder för att arbeta mot dem och exempel på vilka krav som företag kan ställa i upphandling*

| **Nivå** | **Klimatprestanda (jämfört med referensmaterial)** | **Exempel på åtgärder** | **Exempel på krav i upphandling** |
|---|---|---|---|
| **Nivå 1** | ≥ 10 % lägre klimatpåverkan | Grundläggande energieffektivisering, EPD tillgänglig | Krav på EPD och redovisning av klimatdata |
| **Nivå 2** | ≥ 20 % lägre klimatpåverkan | Förnybar el i produktionen, optimerad krossning | Max $CO_2$e-värde eller nivå 2 |
| **Nivå 3** | ≥ 35 % lägre klimatpåverkan | Elektrifierad produktion, optimerad logistik, hög resurseffektivitet | Krav på nivå 3 i projekt med höga klimatambitioner |
| **Nivå 4** | ≥ 50 % lägre klimatpåverkan | Fossilfri produktion och transporter, återvunnet ballastmaterial där lämpligt | Krav på klimatneutrala projekt |

Referensnivå skulle kunna definieras som den genomsnittliga miljöprestandan för ballast producerad i Sverige under ett referensår. Referensvärdet kan beräknas utifrån tillgängliga publicerade EPD:er. Den primära klassificeringsparametern föreslås utgöras av klimatpåverkan, uttryckt som kg $CO_2$e per ton ballast. På sikt kan klassificeringssystemet utökas med kompletterande hållbarhetsindikatorer, exempelvis primär energianvändning, andel förnybar energi, vattenanvändning och andel återvunnet material, för att ge en mer heltäckande beskrivning av ballastmaterialets miljöprestanda.

# 7. Utvärdering av regional och nationell massbalans av bergmaterial

Hantering av ballast och jord i infrastrukturprojekt är en stor utmaning för både kommuner och entreprenörer, som ansvarar för massbalans över flera projekt under strikta miljö- och kostnadsrestriktioner. Bristande samordning, distribuerade datasystem och avsaknad av gemensamma standarder leder ofta till ökade utsläpp, ineffektiv logistik och högre kostnader. Spårbarheten av material varierar dessutom genom projektens olika skeden, särskilt för jordmassor där information om ursprung, kvalitet och eventuell föroreningsgrad ofta är ofullständig eller svår att följa mellan projekt och internt.

En särskild utmaning gäller hantering och uppföljning av schaktmassor, där transportflöden, både mellan projekt och inom enskilda arbetsplatser, i många fall saknar tillräcklig mätning och systematisk uppföljning. Detta gäller exempelvis transporter till och från deponi, men även interna transporter inom projekt som kan bidra betydligt till projektens klimatavtryck. Samtidigt finns ett växande behov av bättre riskbedömning och spårbarhet kopplad till massornas kvalitet, exempelvis vid hantering av jord med olika föroreningsgrad eller låg materialkvalitet.

I dagsläget saknas tillräcklig datainsamling och strukturerad informationsdelning för att möjliggöra effektiva analyser av dessa flöden både på nationell och regional nivå. Inom SBUF-projektet Cirkulär Hantering av Massor i Bygg- och Anläggningsprojekt (projektnummer 13487) identifieras problemet med överblick över massor då flera aktörer och system är involverade och digitala verktyg skulle kräva process- och beteendeändring inom flera organisationer.

En förutsättning för att kunna etablera en regional och nationell massbalans är tillgång till standardiserad och strukturerad information om materialflöden. Idag genereras stora mängder data om ballastproducenternas interna managementsystem, olika transportsystem, entreprenörers verksamhetssystem och ekonomisystem, men informationen lagras ofta hos respektive aktör och enligt olika informationsmodeller. Avsaknaden av en gemensam standard för informationsutbyte, i kombination med att delar av uppgifterna är kommersiellt känsliga, begränsar möjligheterna att sammanställa och analysera materialflöden över organisationsgränser. Att göra det manuellt skulle kräva engagemang från alla aktörer inom systemet.

BEAst Supply 4.0 är den svenska branschstandarden för digital informationsutväxling inom bygg- och anläggningssektorns logistik. Standarden definierar ett gemensamt informationsformat för affärsmeddelanden och digitala följesedlar baserat på strukturerade XML- eller JSON-meddelanden, vilka kan utbytas mellan verksamhetssystem via API eller PEPPOL-nätverket. Genom standardiserade informationsfält och identifierare möjliggörs interoperabilitet mellan olika affärs-, transport- och produktionssystem. För varje materialleverans kan data såsom materialtyp, mängd, ursprungsanläggning, mottagningsplats, transportör, tidpunkt, fordonsidentitet samt referenser till EPD, klimatdata och projekt överföras maskinläsbart och automatiskt mellan aktörerna i leveranskedjan.

Genom att standardisera denna informationsöverföring kan data samlas in automatiskt från flera projekt och aktörer utan manuell hantering. Detta skapar förutsättningar för kontinuerlig uppföljning av materialflöden, förbättrad spårbarhet och utveckling av databaser för regional och nationell massbalans. För ballastmaterial innebär detta att materialets ursprung, transportsträckor, användningsområde och klimatprestanda kan kopplas samman i ett digitalt informationsflöde, vilket möjliggör analyser av resurseffektivitet, återanvändningspotential och klimatpåverkan över hela försörjningskedjan.

Arbetet med att utvärdera regional och nationell massbalans visade att utmaningarna kring tillgång till tillförlitliga, standardiserade och tillgängliga data var betydligt större än vad som ursprungligen bedömdes. För att hantera dessa frågeställningar formulerades därför ett uppföljningsprojekt, *Hållbarhetsdriven Operativ Planering för Massbalans* (projektnummer 14605), med syfte att utveckla metoder och digitala lösningar för insamling, delning och analys av data om materialflöden. Finansiering har sökts från Trafikverket, SBUF och Sweco. Vid tidpunkten för denna rapports färdigställande är projektet ännu inte fullfinansierat och arbetet har därför inte kunnat initieras.

# 8. Informationsspridning av projekt och utvecklingen

Under projektets gång har flera kommunikationsaktiviteter utförts. Bland annat medverkan på olika konferenser och publicering av både vetenskapliga och fackartiklar. I Tabell 6 sammanställs de olika aktiviteterna.

*Tabell 6. Översikt över aktiviteterna för informationsspridning och kommunikation i projektet*

| ***Aktivitet*** | ***Kommentar*** |
|---|---|
| **Medverkan på SBMI:s branschdagar** | Medverkan och presentation av projektet samt plattformen på två branschdagar, i mars och oktober 2025. |
| **Artiklar i branschtidningen Stenkoll** | ▪ EPD Berg på IVA:s 100-lista (December 2024)<br>▪ EPD Berg går i mål (Mars 2026)<br>▪ Plantsmith på plats (Maj 2026)<br>Dessutom återkommande annonser för Plantsmith och Roctim AB i Stenkoll. |
| **Vetenskaplig artikel** | Asbjörnsson, G., Sköld, A., Bhadani, K., Lee C., Gowda, V. & Hulthén, E. (2024). Development of production and environmental platforms for the European aggregates and minerals industries. Minerals Engineering, 206(2024). http://dx.doi.org/10.1016/j.mineng.2023.108519<br><br>Asbjörnsson, G., Lee, C., Almefeldt S., M., Johansson, A., & Evertsson, M. (2024). Integration of process simulation and environmental impact estimation for dry processing plants in an online platform. *Proceedings of the XXXI IMPC-International Minerals Processing Congress, USA, XXXI, 1018-1026, 978-0-87335-518-6 (ISBN)*<br><br>Gowda, V., Lee, C., Bhadani, K. Martinez R., P., Asbjörnsson, G. Frades L., C., Hulthén, E. & Evertsson, M. (2026). Identifying key attributes driving the environmental performance of aggregates production. Mineral Processing Circuits<br><br>Asbjörnsson, G., Bhadani, K., Hulthén, E. & Evertsson, M. (2026) A Digital Ecosystem for Environmental Benchmarking and Decision Support in Aggregate Production. European Symposium for Comminution and Classification |
| **Medverkan Aggregates Europe Sustainability Development Awards** | Medverkan på Aggregates Europe Sustainability development awards. Där Swerocks bidrag *World-leading aggregates industry-specific EPD platform debuts at Vändle quarry,* som använt Plantsmith, tog emot certifikat. |
| **IVA 100-lista 2024** | Ansökan 2024, projektet EPD-berg tog plats på Kungl. Ingenjörs-vetenskapsakademiens (IVA) 100-lista: Innovation genom tvärvetenskap. |
| **EPD-berg konferens** | Resultatkonferens för projektet med cirka 40 deltagare. (Maj 2026) |

# 9. Slutsatser

Den kommande c-PCR:n för ballast förväntas öka jämförbarheten mellan EPD:er genom tydligare regler för systemgränser, allokering och hantering av återvunnet material. Särskilt viktigt är införandet av en cut-off-princip, där utsläpp från den ursprungliga produkten inte förs över till det återvunna materialet. Detta skapar förutsättningar för en mer konsekvent och rättvis redovisning av klimatpåverkan för återvunna ballastprodukter.

Projektet har anpassat Plantsmith för att möta kraven i den kommande c-PCR:n. Arbetet har resulterat i nya rapportmallar för återvunnet material, implementering av processmodeller för våtsiktning samt utveckling av beräkningsförutsättningar för C- och D-modulerna. Därmed kan miljöberäkningar och dokumentation för återvunnet ballastmaterial genomföras i verktyget på ett sätt som är förenligt med det kommande regelverket.

Analysen av publicerade EPD:er från perioden 2019–2024 visade att återvunna material kunde redovisa högre utsläpp än jungfruliga material. Resultatet indikerar att variationer i systemgränser och beräkningsmetodik kan påverka resultaten i stor utsträckning, men det kan inte fastställas utan tillgång till LCA-rapporterna. Tydligare produktspecifika regler väntas därför bidra till mer jämförbara EPD:er och bättre synliggöra klimatfördelarna med återvunnet material.

För att stödja användningen av Plantsmith har ett utbildningspaket tagits fram bestående av användarmanual, kursmaterial, wiki och AI-baserat användarstöd. Materialet syftar till att underlätta framtagning av EPD:er och LCA:er samt bidra till en mer enhetlig tillämpning av standarder och regelverk inom branschen.

Projektet har även resulterat i utvecklingen av QuarryGIS, ett beslutsstödsverktyg som kombinerar EPD-data, geografisk information och transportberäkningar. Fallstudien tillsammans med Göteborgs Stad visade att verktyget kan användas för att jämföra material- och transportalternativ samt identifiera avvikande EPD-värden. Resultaten visade dessutom att transporternas klimatpåverkan ofta bidrar mer till utsläppen än materialproduktionen.

I det studerade fallet uppskattades klimatpåverkan från materialproduktionen kunna minska med omkring 60 % om återvunnet ballastmaterial ersatte jungfruligt material. Resultatet visar den betydande potential som återvinning kan ha för att minska ballastmaterialets klimatavtryck.

Branschen skulle kunna gynnas av ett nivåbaserat klassificeringssystem för ballast, motsvarande det som används för klimatförbättrad betong. Det skulle dels kunna underlätta kravställning i upphandlingar och skapa incitament för kontinuerliga klimatförbättringar hos producenter.

Slutligen konstateras att möjligheterna att analysera regional och nationell massbalans idag begränsas av bristande datastandardisering och informationsdelning mellan aktörer, vilket bekräftar fynd från tidigare studier. För att möjliggöra tillförlitliga analyser krävs gemensamma standarder för datainsamling och rapportering samt ett systematiskt utbyte av information.

# Litteraturförteckning


Boverket. (u.å. a) *Mer om miljövarudeklaration för byggprodukter (EPD).* https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/miljodata-och-lca-verktyg/miljovarudeklaration-for-byggprodukter-epd/

Boverket. (u.å. b). *Klimatdeklarationens omfattning.* *https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/gor-sa-har/omfattning/*

Brinkhoff, P., Norin, M., Janmar, L., Garção, R., Larsson, L., Jansson, R., Grandin, J., Lindberg, J. & Lundberg, K. (2020). *Cirkulär Hantering av Massor i Bygg- och Anläggningsprojekt.* Projektnummer 13487. https://www.sbuf.se/projektresultat/projekt?id=35c59f93-0182-4624-9803-f1ad7dcf424b

EPD International. (u.å.) *Product Category Rules.* https://www.environdec.com/services/what-is-pcr

European Committee for Standardization. (2021). *EN 15804:2012+A2:2019/AC:2021, Sustainability of Construction Works - Environmental Product Declarations - Core Rules for the Product Category of Construction Products* (EN 15804:2012+A2:2019/AC:2021).

Gowda, V., Lee, C., Bhadani, K. Martinez R., P., Asbjörnsson, G. Frades L., C., Hulthén, E. & Evertsson, M. (2026). Identifying key attributes driving the environmental performance of aggregates production. Mineral Processing Circuits. https://research.chalmers.se/publication/551991

Naturvårdsverket. (u.å. a). *Bedömning av när avfall upphör att vara avfall.* https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/avfall/bedomning-av-nar-avfall-upphor-att-vara-avfall/

Naturvårdsverket. (u.å. b). *Avfall och produkt – vilken lagstiftning gäller?.* *https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/avfall/farliga-amnen-vid-avfallshantering-och-atervinning/avfall-och-produkt---vilken-lagstiftning-galler/*

Rydén, N., Laninge, M., Linderoth, O., Brander, L. & Walfridsson, M. (2025). *Koldioxidupptag i krossad betong - Förstudie anläggningsprojekt.* Projektnummer 14156. https://www.sbuf.se/projektresultat/projekt?id=c2d184ce-95ba-4e58-a0c4-623760b50892

SFS 1998:808. *Miljöbalk*. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/miljobalk-1998808_sfs-1998-808/#K15

Sveriges Bergmaterialindustri (2024). *Färdplan för fossilfri konkurrenskraft: bergmaterialindustrin.* https://fossilfrittsverige.se/wp-content/uploads/2020/09/Bergmaterialindustrin_fardplan_uppgraderad_2024.pdf