

LCA-VERKTYG FÖR BALLASTINDUSTRIN

Erik Hulthén

Gauti Asbjörnsson

2019-05-15

LCA-verktyg för ballastindustrin



Slutrapport, SBUF forskningsprojekt 13495

15 maj 2019.

Dr. Erik Hulthén
Dr. Gauti Asbjörnsson

Institutionen för Industri- och
materialvetenskap
Chalmers tekniska högskola
41296 Göteborg



CHALMERS

Sammanfattning

Inom ballastindustrin försöker man aktivt minska sin miljöpåverkan. Det saknas dock ett gemensamt och neutralt sätt att beskriva hur mycket produktionen av en viss produkt kostar i miljöbelastning. I ett tidigare projekt (LCA-modul till simuleringsplattform) har det visats att man i en simulator kan summera miljöbelastningen från respektive maskin i ballastproduktion och fördela den på de produkter som tillverkas.

I detta projekt har vi arbetat vidare att förbättra simuleringsförmågan av miljöbelastningen från bergmaterialproduktion. Detta har skett genom att förbättra kvaliteten på simuleringarnas resultat (validering), förenkling av användargränssnitten och att sprida information om projektet och området. Projektet har genomförts som ett utvecklingsprojekt där vi använt den simulator som finns på Chalmers.

Resultatet av projektet har blivit:

- Ökad tillförlitlighet i de värden på miljöbelastningen på de medverkande företagens anläggningar.
- Reklam utåt att branschen tar sin miljöpåverkan på allvar och aktivt vill minska densamma.
- Ett nytt utvecklingsprojekt, delvis finansierat av Vinnova, med syfte att ta fram en skarp demonstrator som kan ta fram underlag till EPDer (Environmental Product Declarations).

Om projektet

Detta projekt har bedrivits på Chalmers tekniska högskola, institutionen för Industri- och materialvetenskap, forskargruppen Chalmers Rock Processing Systems, som ett seniorprojekt under hela 2018. Projektet har stöttats ekonomiskt från Svensk Byggbranschens utvecklingsfond, SBUF. Förutom Chalmers har tre svenska bergmaterialproducenter medverkat; NCC Industry, Skanska Industrial Solutions och Swerock. Projektet har organiserats så att utvecklingsaktiviteterna utgått från Chalmers och försök har gjorts på de medverkande företagens anläggningar. Dessutom har företagens experter inom miljöområdet, Kristine Ek (NCC), Camilla Sarin (Skanska) och Madeleine Fahlström (Peab, för Swerock), intervjuats och varit remissgrupp. Projektet har haft en styrgrupp bestående av Per Murén (SBUF / NCC), Kristoffer Hofling (NCC), Magnus Reuterwall (Skanska) och Monica Solding Almefelt (Swerock) som har haft sju Skypemöten (ungefär varannan månad).

Projektets inriktning har varit att förbättra det simuleringsverktyg som finns på Chalmers så att det blir mer användbart för bergmaterialsindustrin och att kommunicera detta.

Parallellt med projektet har ett arbete pågått i det av VINNOVA stöttade projektet "Implementera ett livscykelperspektiv i bergmaterialindustrin". Samma medverkande företag som i föreliggande projekt har varit med även i det projektet. Dessutom var IVL Svenska Miljöinstitutet med. Inriktningen på det projektet har varit att titta på förutsättningarna för att verkligen börja använda ett liknande verktyg som i

föreliggande projekt. Det har varit utformat som ett så kallat UDI-projekt (Utmaningsdriven innovation), steg 1, dvs. en förstudie. Det betyder att arbetet varit bredare och mer tittat på förutsättningar för verktyget än att verkligen förbättra själva verktyget som i föreliggande projekt. Projektet hänger dock ihop, och föreliggande SBUF-projekt har påverkats av det andra projektet.

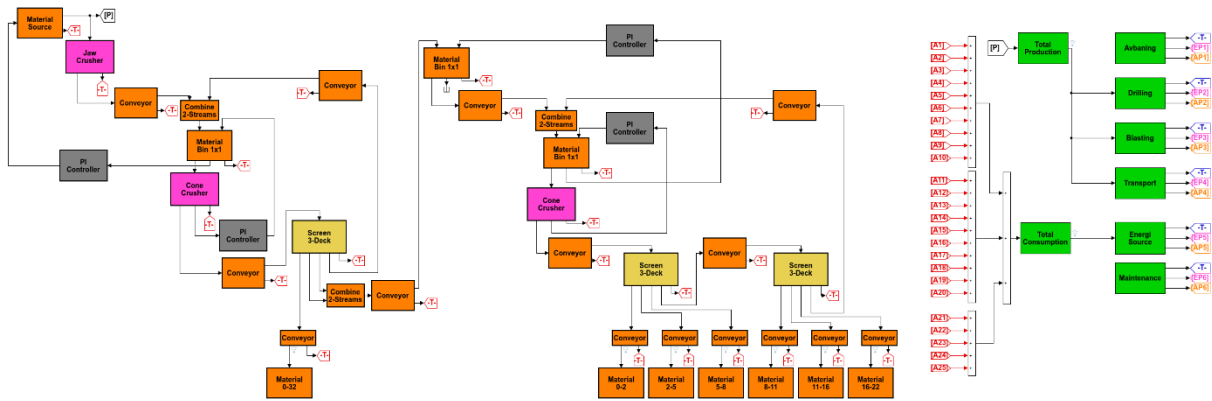
Bakgrund

Att miljön påverkas vid framställning av produkter är nästan ofrånkomligt. Detta gäller också ballastproduktion där miljöpåverkande aktiviteter finns inom hela produktionskedjan; sprängning, tvättning, avbaning, borring, krossning, siktning samt transporter (interna och externa). Alla dessa exempel på aktiviteter kräver energi, diesel eller el, och några kräver vatten. Vissa av de aktiviteter som sker kräver dessutom användning av kemikalier, andra orsakar buller, damm och vibrationer.

LCA (Life Cycle Assessment) är ett verktyg för att beräkna den totala miljöbelastningen som en produkt ger upphov till, både vad avser produktionen men också användning och avveckling. För att möjliggöra beräkning av LCA av produkter som innehåller ballast används databaser som innehåller data för alla möjliga processer och material som har tagits fram av ett antal företag och organisationer runt om i världen. För ballastprodukter har man hittills ofta ett värde på hur mycket ballast påverkar olika parametrar och om allokering sker är det drivet av massa (vikt) och inte aktuell process. Allokering utifrån massa kan leda till att grova sorteringar som 0/90 kan få stor miljöpåverkan utan att ha blivit krossat i något steg (enbart sprängt). Det saknas också ofta uppdaterad, nyanserad och lokalt relevant data. All ballast, oavsett geologi, produktionsätt, lokala förutsättningar och till och med produktsort har gets ett och samma värde. I UEPG:s rekommendationer för EPD:er för ballastproduktion rekommenderas 6 kg CO₂/ton. Ingen av de tidigare studerade processerna redovisade mer än 3 kgCO₂/ton utifrån registrerad produktion, elförbrukning, bränsleförbrukning och sprängning. Utöver det varierar CO₂ utsläpp mellan 10–1000 gCO₂/kWh från elproduktion beroende på vilket land i Europa det gäller, så att använda referenser från andra länder kan ge felaktiga resultat

Inom ballastindustrin försöker man aktivt minska sin miljöpåverkan genom att exempelvis minska på onödiga transporter, använda miljövänligare kemikalier, minska vibrationer, etc. Det saknas dock ett gemensamt och neutralt sätt att beskriva hur mycket produktionen av en viss produkt kostar i miljöbelastning.

Inom MinBaS Innovation har projektet LCA-modul till simuleringsplattform (VINNOVA nr 2015-02521 och SBUF nr 13158) visat att man i en simulator kan summera miljöbelastningen från respektive maskin i ballastproduktion och fördela den på de produkter som tillverkas. Själva LCA-simuleringarna görs i MATLAB Simulink, se Figur 1.



Figur 1. Simulinkmodell av en krossanläggning med LCA-modul till höger i bild.

Åtkomst har getts genom ett webgränssnitt för de medverkande företagen, se Figur 2. Värdena har inte varit validerade och användargränssnittet har ansetts kunna förbättras.

Maskin input		Process input		Produktion		Process output		
Material		Produktionsdagar	160 dagar	Total	348620 ton/år	0/32	0,81 kWh/ton	2,36 kWh/ton
Topsize F100	260 mm	Tillgänglighet	80 %	0/90	198 ton/h	0/16	0,16 L/ton	0,02 L/ton
Topsize F50	90 mm	Dieselförbrukning avbanning	2000 L	0/32	134 ton/h	246	GWP/ton	466 GWP/ton
Prim Kross		Avstånd mellan borrhål	3 m	0/2	21 ton/h	2/5	2,36 kWh/ton	2,37 kWh/ton
Sec Kross		Avstånd mellan borrar	3 m	2/5	17 ton/h	5/8	0,02 L/ton	0,02 L/ton
SS	120 mm	Sprängladdning	0,7 kg/m3	8/11	14 ton/h	8/11	2,43 kWh/ton	2,42 kWh/ton
Tert Kross		Avstånd till salva	1 km	11/16	13 ton/h	11/16	0,02 L/ton	0,02 L/ton
SS	60 mm	Snitt bränsleförbrukning hjullastare	20 L/km	16/22	19 ton/h	16/22	462 GWP/ton	462 GWP/ton
Pri Sikt		Hjullastare kapacitet	8 ton	Energy				
Aperture	65 mm	Snitt bränsleförbrukning grävmaskin	20 L/h	Diesel	80 m3	8/11	2,42 kWh/ton	2,42 kWh/ton
Aperture	35 mm	Avstånd till lagerhög	1 km	Electricity	517 MWh	11/16	0,02 L/ton	0,02 L/ton
Sec Sikt		Kross kalibreringsintervall	4 h	Environment				
Aperture	9 mm	Kross slitage	0,003 mm/ton	GWP	1 ton	16/22	462 GWP/ton	462 GWP/ton
Aperture	6 mm	Mantel byte	100000 ton	Sim	1,00 %	0-90	2,42 kWh/ton	0,05 kWh/ton
Aperture	3 mm	Mantel byte	100000 ton				0,02 L/ton	0,06 L/ton
Tert Sikt		Smörjolja	10000 L/år				462 GWP/ton	366 GWP/ton
Aperture	24 mm	Mängd entreprenörberg	0 ton/år					
Aperture	18 mm	Energi entreprenörberg	1 kWh/ton					
Aperture	12 mm	Anläggningsförbrukning	34464 kWh					
		Borr bränsleförbrukning	1 L/m					
		Borr djup	15 m					

Figur 2. Användargränssnitt (via webbläsare) som låter användaren mata in värden till simuleringen och ger resultatet tillbaka.

Syfte

Projektets inriktning har varit att förbättra förmågan att kunna prediktera åtgången av resurser (främst energi) vid produktion av ballast. Detta för att kunna fungera som underlag för Life-Cycle-Assessment (LCA) för produkter där ballast ingår, exempelvis ett hus. Huset kan innehålla betong, som bl.a. innehåller ballast. Medan projektet pågick har idén om att dessa simuleringar kan utgöra grunden i framtidens Environmental Product Declarations (EPDer) vuxit fram.

Simuleringsverktyget som finns på Chalmers skulle kunna användas som bas för detta. I detta projekt har jämförelser med företagens miljörapporter därför gjorts. Vidare har ett av syftena med så att det blir mer användbart för bergmaterialsindustrin och att kommunicera detta.

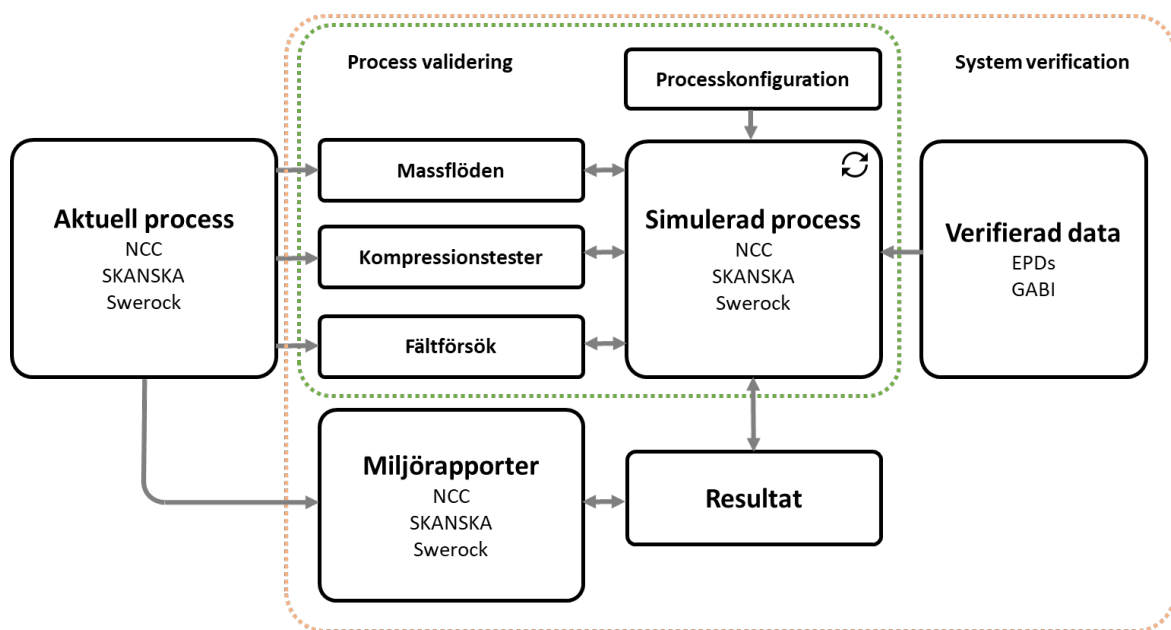
Mål

Projektet har haft tre mål:

- Validering av simuleringsprogrammets resultat gentemot företagens miljörapporter.
- Förenkling av användningen av simuleringsprogrammet
- Ökad kännedom om området (simulering av miljöparametrar) genom att sprida kunskap om detta projekt.

Metod

För valideringen används ämnesexperter inom respektive företag för att tillsammans med högskolan gå igenom simuleringsresultat och modeller och jämföra med de miljörapporter som finns. Se Figur 3.



Figur 3. Princip för hur data jämförts i valideringen av projektet.

Det konkreta arbetet med validering har bestått av två delar. Den ena delen har bestått av att förbättra den indata som den simulerade processen använder. Den har i sig gjort på tre olika sätt. Dels kompressionstester av bergmaterial från en av anläggningarna för att se så att modellerna kan prediktera vilken kraft det krävs för att krossa berget. Dels har fältförsök genomförts för att justera modellerna så att maskinmodellerna levererar ett rimligt resultat. Slutligen har processdata från en hel anläggning används för att se så att simuleringarnas resultat är rimligt. Detta har kombinerats med att indata hämtas bland annat från programmet Gabi för exempelvis

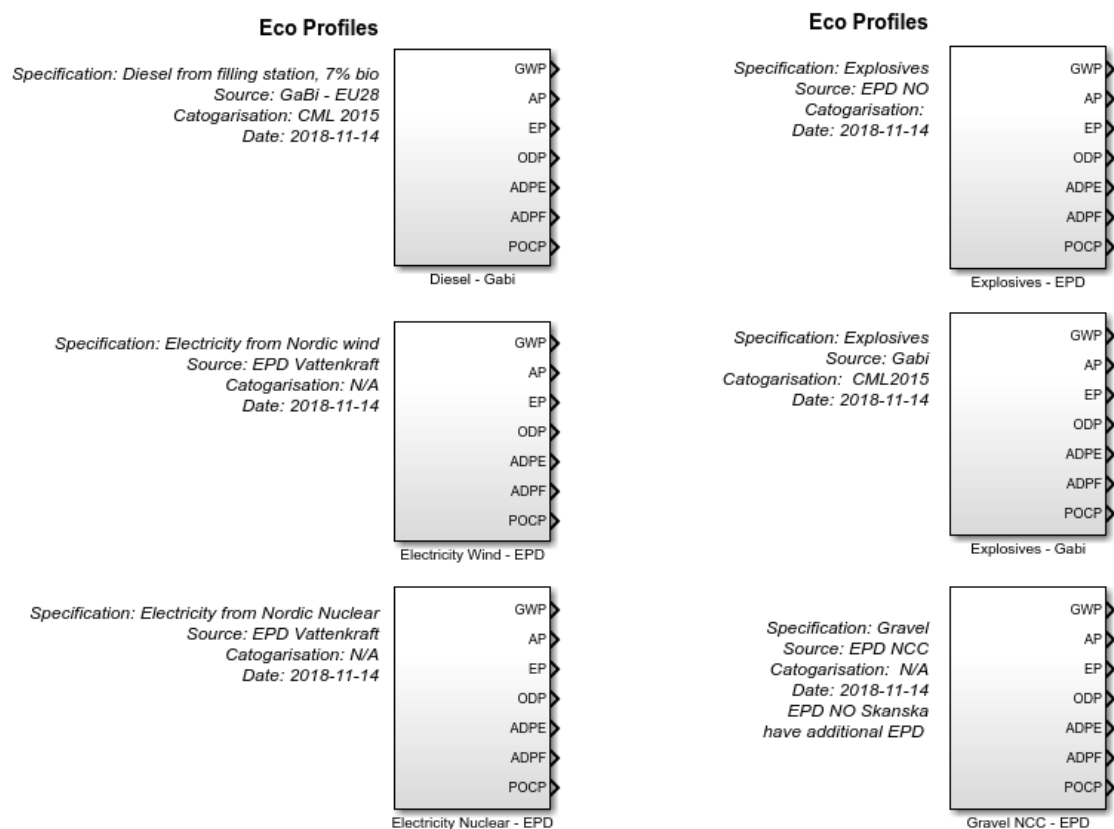
hur mycket GWP (Global Warming Potential) användningen av en viss sorts el ger upphov till. Den andra delen av valideringen har bestått i att jämföra resultatet från de simulerade processerna med företagens miljörapporter. Miljörapporterna levererar dock inte en skalär (en siffra) som resultat utan det har fått bli mer kvalitativa jämförelser.

Förenklingen av användningen var från början tänkt att implementeras med hjälp av ett web-interface i programmet Iconics, se Figur 2 ovan. Detta är fortfarande möjligt, men i och med skapandet av parallellprojektet "Implementera ett livscykelerspektiv i bergmaterialproduktion" har fokus förskjutits från webinterfacet till själva användningen av verktyget. Bland annat har det framkommit att möjligheten att själva konfigurera sin anläggning varit viktigt.

För resultatspridningen projektet medverkat vid SBMI:s branschdagar och i branschtidningen Stenkoll. Vidare har projektet nämnts vid de kurser som Chalmers medverkar i.

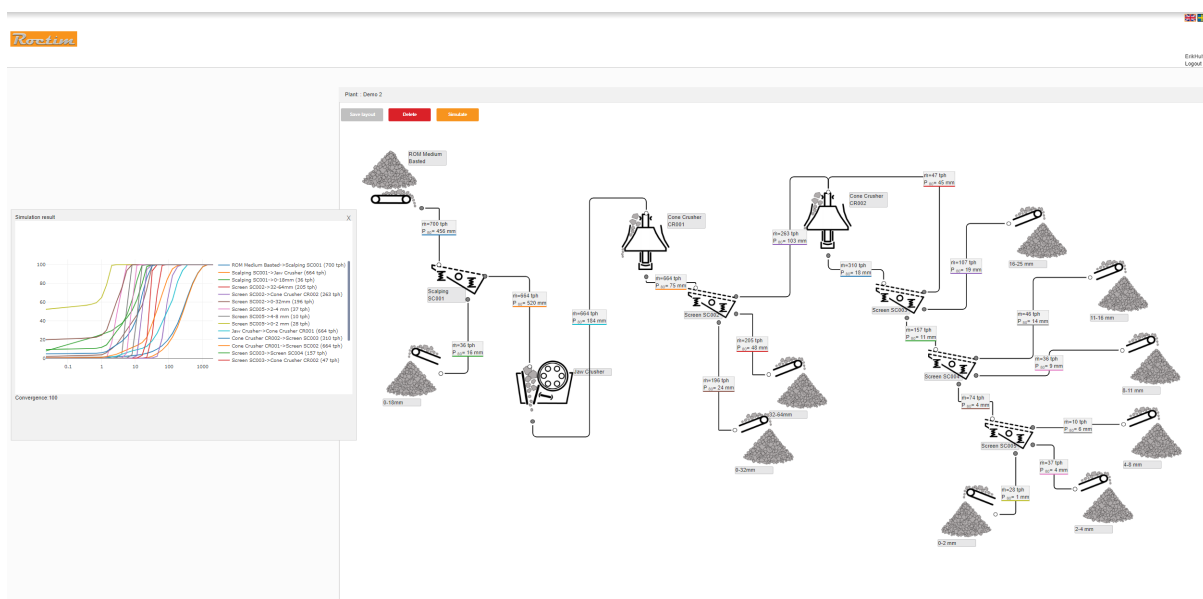
Resultat

Resultatet av valideringen är bättre indata till och utdata från simuleringarna. I Figur 4 kan några av de nya "block" som skapats i Simulink ses. Dessa kan nu användas för simulering.



Figur 4. Nya block för miljöpåverkan från olika råmaterial som används för simulering i Simulink.

Resultatet av arbetet med att förenkla användningen av simulatoren är att överge det statistiska webgränssnitten från Iconics som tidigare använts, se Figur 2, och istället invänta Roctims "Plantsmith". Roctims Plantsmith kan ses i figur 5. Detta simuleringsverktyg har samma modeller som tidigare använts i Simulink, men är helt webbaserat vilket gör att alla användare kan konfigurera sina anläggningar själva. Roctim är en av parterna i projektet "EPD Berg".



Figur 5. Användargränssnittet i den nya simulator "Plantsmith" som kommer kunna få en särskild EPD-modul.

Projektet har varit synligt på SBMIs branschdag och efterföljande artikel i Stenkoll, se Figur 6. Vidare har en stor artikel (ett helt uppslag) skrivits separat i samma tidning. Projektet har dessutom presenterats för deltagarna i SBMI:s kurs "Produktion 2" i februari 2018 och 2019.



rabelt kvartsdamm kommer inte ändras men några krav tillkommer. Ett sådant krav är att verksamhetsutövaren ska ha ett register över vilka som är exponerade för kvartsdamm om det kan utgöra hälsorisker.

Ytterligare en sannolik konsekvens är hårdare krav på dammsugare. Dammsugare för kvartsdamm kommer troligen att behöva vara avsedda för dammklass H (High hazard), istället för som idag M (Medium hazard).

Klimatkrav

Sven Hunhammar från Trafikverket talade om att Trafikverket nu ställer klimatkrav i sina upphandlingar och hur det fungerar i praktiken. Läs mer om detta i förra numret av Stenkoll (#146, sidorna 24-25). Även hur man miljödeklarerar ballast och transporter, ett ämne presenterat av Chalmers Gauri Asbjörnsson, behandlades i förra numret av Stenkoll (#146, sidorna 26-27).

Alternativa bränslen

Därefter tog Swea Energy's Christer Jansson över branschdagens stafettpinne med sitt föredrag om fossilfria maskiner. Det finns huvudsakligen två mer eller mindre fossilfria alternativ till diesel: HVO och RME.

HVO är hydrogenerad vegetabiliskolja, och RME är rapsmeylster. HVO har bra vinteregenskaper och ger ca 90 procent sänkning av koldioxidutsläppen, men är inte biologiskt nedbrytbar.

RME ger ca 70 procent sänkning av

Figur 6. Kollage med bilder från tidningen Stenkoll om projektet.

Digitalt verktyg beräknar miljöbelastning

Ett nytt projekt ska ge ballastindustrin besked om vad en viss produkt kostar i miljöbelastning; från produktion till avveckling. Det här är branschens digitalisering, säger projektledaren Erik Hulthén.

TEXT: HANS LUNDGREN

Det nya verktyget bygger vidare på den simuleringsplattform som forskare vid Chalmers tagit fram (läs mer i Stenkoll # 142). Där kan man simulera olika åtgärder och förändringar i krossar, siktar etcetera.

De saker som görs syns på den egna anläggningen och företagen kan direkt se hur de påverkar produktiviteten. Anläggningen kopplas in virtuellt. Operatörer ute på företagen loggar sedan in via internet och ser en bild på den egna processen.

Nu har forskare beviljats ett anslag från SBUF (Svenska byggbranschens utvecklingsfond) för att utveckla ett LCA (livscykelanalys)verktyg för ballastindustrin.

– Många krossanläggningar vet vad de får ut av sina processer och vad produktionskostar. Man har inte lika bra koll på livscykelanalyser, trots att både myndigheter och kunder börjar ställa miljö- och klimatkrav, säger Erik Hulthén, docent vid Chalmers och ansvarig för projektet.

Lättanvänt verktyg
Tanken är att företagen nu ska få ett användbart verktyg för att beräkna vilka LCA-värde produkterna på deras anläggningar har. Dessutom ger det en förståelse för hur mycket mer eller mindre miljöpåverkan en ändring av maskinställning eller arbetsstätt ger.

– Det blir ett sätt för företagen att beskriva för kunder, myndigheter och allmänheten hur man vill minska sin miljöpåverkan, säger Erik Hulthén.

Ballastproduktion påverkar miljön på flera sätt: sprängning, krossning, transporter med mera. Det är processer som kräver energi. Bland vatten, kemikalier används, de orsakar buller, damm och vibrationer.

Med den nya tekniken får varje anläggning ett verktyg för att minska miljöförningar och kunna berätta om det för kunder och myndigheter. Exempelvis för Trafikverket som bedömer miljöpåverkan innan det gör upphandlingar av entreprenader.

– Ina förbättrad och minskad miljöpåverkan ger större chans att få en entreprenad, säger Erik Hulthén.

Korrekta värden
Med den nya funktionen i simuleringsspelet kan industrin beräkna vad respektive produkt har för påverkan på miljön, vid såväl produktion som användning och avveckling. Resultatet blir korrekta värden av miljöbelastningen på anläggningen.

Sverulksmodell av en krossanläggning med LCA-modul till höger i bild.

Man ska på förhand kunna berätta vad anläggningen gör och hur den påverkar miljön. Detta är branschens digitalisering, säger Erik Hulthén.

**PRESENTATION
PÅ BRANSCHDAGEN
22 MARS**

”En förbättrad och minskad miljöpåverkan ger större chans att få en entreprenad.”
Erik Hulthén

Figur 7. Reportage om projektet i tidningen Stenkoll.

Slutsats och fortsatt arbete

Behovet av miljödeklarationer och vikten av att arbeta med miljöfrågor spås öka. Det blir viktigt att kunna omsätta koncernvisioner för minskad miljöpåverkan till praktiken. Idag finns det fortfarande ett glapp mellan de som sköter processerna, men inte har kunskap om LCA eller EPDer och de, oftast konsulter eller stabspersoner, som kan miljödeklarationer, men sällan är i en anläggning och inte så ofta styr produktionen. Med detta arbete som grund kommer användningen av simulering av miljöpåverkan kunna bli viktig både för företagens miljödeklarationer EPD (både för lagkrav och vid upphandling) och som styrverktyg när miljömål skall realiseras. Vinnova beviljade den 25 april 4,5 miljoner kronor till projektet EPF Berg, i vilket en demonstrator med ovanstående användning skall göras möjliga. Fokus kommer ligga mer på hur det används, båda hos operatörer och platschefer och miljöexperter, än på tekniken. Det är möjligt tack vare resultaten av bland annat detta projekt.

Tack

Vi vill tack SBUF för finansiellt stöd och de medverkande företagen för sitt engagemang och lån av anläggningar och material.