

Miljöbyggnad 3.0

- Kostnadsutredning och åtgärder för certifiering av stomme



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Institutionen för bygg- och miljöteknik / Byggproduktion

Examensarbete:
Oliver Ekström
Jesper Ekström

© Copyright Oliver Ekström, Jesper Ekström

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

2018

Sammanfattning

Titel

Miljöbyggnad 3.0 – Kostnadsutredning och åtgärder för certifiering av stomme

Författare

Oliver Ekström och Jesper Ekström

Handledare

Urban Persson, Avdelningen för byggproduktion, Lunds Universitet.

Ahmed Hadzimuratovic, Hållbarhetsspecialist & certifierad miljösamordnare, MVB.

Problemställning

1. Hur mycket koldioxid släpps ut vid tillverkning och transport av stommaterial per kvadratmeter, A_{temp} , i referensprojekten?
2. Är det möjligt att sänka koldioxidutsläppen med 5-30% i någon del av produktskede och transport, A1-A4, genom att byta leverantör, produkt eller transportsätt?
3. Vilka åtgärder krävs för att uppnå miljöbyggnad 3.0 guld för indikator 15, stommens och grundens miljöpåverkan och vad kommer dessa lösningar kosta per kvadratmeter A_{temp} ?
4. Hur mycket mer kommer det kosta att producera en byggnad, som referensprojekten, om den ska uppfylla miljöbyggnad 3.0 guld för indikator 15?

Syfte

Det här arbetet har som avsikt att utreda vilka åtgärder som krävs under produktion för att certifiera en byggnad till Miljöbyggnad 3.0 Guld för indikator 15, stommen och grundens miljöpåverkan. Samt vilka kostnader detta medför för entreprenören.

Metod

Metoden är en kvantitativ analys av miljöpåverkan hos olika byggprodukter enligt insamlade miljövarudeklarationer, EPD:er, som sedan viktats efter de krav Swedish Green Building Council ställt upp i sitt kalkylverktyg för Miljöbyggnad 3.0 Guld, indikator 15. Efter en kvantifiering av klimatpåverkan för de undersökta casen så som de ser ut idag så gjordes en ny kvantifiering med förbättrade produkter, som gav möjligheten att jämföra hur mycket de kan förbättras. Denna skillnad kan man i senare skede försöka sätta en kostnad på och i sin tur utreda vad det kan komma att kosta extra för att certifiera en byggnad enligt tidigare nämnt certifikat.

Utöver detta har en ren analys av hur betongs klimatpåverkan varierar med olika tillsatsmaterial gjorts. Samt en analys av kostnader som tillkommer för transporter och liknande.

Slutsatser

Kvantifieringen av CO_2 utsläpp för case 1 – ISLK respektive case 2 - Föraren kom fram till 42 och 125 CO_2 per A_{temp} och med redovisade förändringar gick det att sänka till 38 och 109 CO_2 per A_{temp} .

Granskningen av möjlighet att sänka utsläppen vid tillverkning av betong visade att tillsats av flygaska sänkte CO_2 -utsläppen med ca 10% per 10% cement som byttes ut mot flygaska. Samt påvisade att flygaska hade positiva egenskaper gällande försurning och övergödning.

Prismässigt visar det sig att kostnaden för transporter går att både miljöeffektivisera och sänka på en och samma gång genom att i största möjliga mån ersätta långa sträckor med tåg eller fartyg. Kostnaden gick här att sänka med 5 000 - 6 000 kr för respektive projekt.

Slutligtvis visade det sig att om man byter till miljövänligare betong så ökade kostnaden med ca 5% per m^3 vilket i ISLK medförde en prisökning på ca 57 500 kr. Vilket tillsammans med sänkningen från transporterna slutade runt 52 500 kr. Detta jämfördes med entreprenadkostnaden på 81 000 000 kr till en ökning på cirka 0,06%. Samma beräkningar för Föraren resulterade i en kostnadsökning på 164 000 kr eller 0,23% av entreprenadkostnaden.

Alla priser exklusive moms.

Nyckelord

koldioxid, betong, stål, flygaska, slagg, kvantifiering, transport, kalkyl, Miljöbyggnad, pris, klimatpåverkan

Abstract

Title

Miljöbyggnad 3.0 - Cost study and measures needed for certification of building framework.

Authors

Oliver Ekström and Jesper Ekström

Supervisors

Urban Persson, Department of Building Production, Lund University.

Ahmed Hadzimuratovic, Sustainability Specialist & Certified Environmental Co-ordinator, MVB.

Problems

1. How much carbon dioxide is released in the production and transport of stock per square meter, A_{temp} , in the reference projects?
2. Is it possible to reduce carbon dioxide emissions by 5-30% in any part of product shipment and transport, A1-A4, by switching supplier, product or mode of transport?
3. What measures are needed to achieve Miljöbyggnad 3.0 gold for indicator 15, the environmental impact of the body and the ground and what will these solutions cost per square meter A_{temp} ?
4. How much more will it cost to produce a building, such as the reference projects, whether it will meet the Miljöbyggnad 3.0 gold for indicator 15?

Purpose

This work is intended to investigate what measures are required during production to certify a building for Miljöbyggnad 3.0 Gold for Indicator 15, the body and the environmental impact of the framework. And what costs this entails for the contractor.

Method

The method is a quantitative analysis of the environmental impact of various construction products according to the collected environmental product declarations, EPDs, which were then weighted according to the requirements of the Swedish Green Building Council in its calculation tool for Miljöbyggnad 3.0 Gold, indicator 15. After a quantification of the climate impact of the investigated cases as they look today, a new quantification was made with improved products, which made it possible to compare how much they can be improved. This difference can be made at a later stage, trying to put an expense on and in turn investigating what it may cost extra to certify a building according to the previously mentioned certificate.

In addition, a clean analysis of how concrete's climate impact varies with different additives has been made. As well as an analysis of costs incurred for transport and the like.

Conclusions

Quantification of CO_2 emissions for case 1 - ISLK and case 2 - Föraren arrived at 42 and 125 CO_2 per A_{temp} and with reported changes it was possible to reduce to 38 and 109 CO_2 per A_{temp} .

The review of the possibility of lowering emissions in the manufacture of concrete showed that the addition of fly ash reduced CO_2 emissions by about 10% per 10% cement that was exchanged for fly ash. As well as demonstrated that fly ash had positive properties for acidification and eutrophication.

In terms of price, it appears that the cost of transport can be both environmentally efficient and lower at one and the same time by replacing long distances with trains or ships as much as possible. The cost went here to reduce by 5,000 - 6,000 SEK for each project.

Finally, it turned out that if you switch to more environmentally friendly concrete, the cost increased by about 5% per m^3 , which resulted in a price increase of about 57,500 SEK in ISLK. Which, together with the reduction from transport, ended around 52,500 SEK. This was compared with the contract cost of 81,000,000 SEK to an increase of approximately 0.06%. The same calculations for the Driver resulted in a cost increase of 164,000 SEK or 0.23% of the construction cost.

All prices excluding VAT.

Keywords

carbon dioxide, concrete, steel, fly ash, slag, quantification, transport, calculation, environmental building, price, climate impact

Förklaringar och förkortningar

A_{temp} – Invändig area i kvadratmeter av alla vindsplan, våningsplan och källarplan som värms upp till mer än $10^{\circ}C$. (Boverket 2014)

A1-A3 – Den period i en produkts livscykel från utvinning av råvara till färdig produkt.

A4 – Den period i en produkts livscykel som beskriver transport av produkt färdig för montage.

AP – Acidific Potential, försurningspotential, syftar till påverkan av SO_2 på klimatet.

CO_2 – Koldioxid, om inget annat anges så syftas koldioxidutsläpp i kg.

EP – Eutrophication Potential, övergödningspotential, syftar till påverkan av N_x på klimatet.

EPD – Environmental Product Declaration, Miljövarudeklaration.

GWP – Global warming potential, potential för globaluppvärmning, syftar till påverkan av CO_2 på klimatet.

ISLK – Internationella Skolan Lunds Kommun.

IVL – Svenska miljöinstitutet.

Kvantifiering – Fastställning av mängder.

LCA – Livscykelanalys.

Mkr – Miljoner kronor.

NRMCA – National Ready Mix Concrete Association.

N_x – Kväve och kväveföreningar, övergödande klimatpåverkan, om inget annat anges så syftas kväveutsläpp i kg.

Sekundärmaterial – Tillsatsmaterial som ersätter cement i tillverkning av betong.

SGBC – Sweden Green Building Council.

SO_2 – Svaveldioxid, försurande klimatpåverkan, om inget annat anges så syftas svaveldioxidutsläpp i kg.

Vct – Vattencementtal.

ISO – International Standards Organisation

Förord

Denna rapport är ett examensarbete skrivet av Jesper och Oliver Ekström under vårterminen 2018 på Högskoleingenjörsprogrammet - Byggt teknik med arkitektur 2018. Det innefattar 22,5 högskolepoäng.

Om inget annat anges är tabeller och figurer producerade av författarna.

Vi vill rikta ett tack till våra handledare Urban Persson och Ahmed Hadzimuratovic som har varit ett stort stöd under hela processen. Vi vill även tacka MVB, Green Cargo, Betongindustri och Peikko för att de försett oss med viktiga uppgifter för arbetet.

Innehållsförteckning

1 Inledning	2
1.1 Bakgrund	2
1.2 Syfte och målformulering	3
1.3 Problemformulering	3
1.4 Motivering av examensarbetet	3
1.5 Avgränsningar	3
1.6 Disposition	4
2 Teori	6
2.1 LCA – Livscykelanalys	6
2.2 Euroklassning – fordon	6
2.3 Miljöbyggnad 3.0	7
2.4 EPD – Miljövarudeklaration	9
3 Metod	11
3.1 Genomförande	11
3.2 Undersökningar	11
3.3 Kvantifiering av CO₂	12
3.4 Beräkning av pris per ton och kilometer för transporter	13
4 Empiri	15
4.1 Fallstudier	15
4.1.1 Case 1 - ISLK.....	15
4.1.2 Case 2 - Föraren 2 & 3.....	15
4.2 Kvantifiering av CO₂ i (A1-A4) för respektive case	15
4.2.1 Case 1 - ISLK.....	15
4.2.2 Case 2 - Föraren 2 & 3.....	18
5 Analys	21
5.1 Sammanfattning kvantifiering av CO₂	21
5.2 Sänkning av klimatpåverkan genom tillsättning av slagg/flygaska	22
5.3 Granskning av ytterligare två faktorer utöver GWP	24
5.4 Kostnader från transporter	26
5.5 Kostnader som tillkommer för att uppnå miljöbyggnad 3.0 guld för indikator 15	28
6 Diskussion och slutsats	30
6.1 Fallstudier	30
6.2 Kvantifiering av CO₂ i (A1-A4) för respektive case	30
6.3 Sänkning av klimatpåverkan genom tillsättning av slagg/flygaska	31
6.4 Kostnader för transporter	31

6.5 Kostnader som tillkommer för att uppnå miljöbyggnad 3.0 guld för indikator 15	32
6.6 Fortsatta undersökningar	32
7 Referenser	34
8 Bilagor.....	37
8.1 Bilaga 1	38
8.2 Bilaga 2.....	39
8.3 Bilaga 3.....	40
8.4 Bilaga 4.....	41
8.5 Bilaga 5.....	42
8.6 Bilaga 6.....	43
8.7 Bilaga 7.....	44
8.8 Bilaga 8.....	45
8.9 Bilaga 9.....	46
8.10 Bilaga 10.....	47
8.11 Bilaga 11.....	48
8.12 Bilaga 12.....	49
8.13 Bilaga 13.....	50
8.14 Bilaga 14.....	51
8.15 Bilaga 15.....	52
8.16 Bilaga 16.....	53

1 Inledning

1.1 Bakgrund

En hållbar utveckling består av tre mindre delar en ekonomisk-, en ekologisk- och en social del. Detta för att lättare analysera ett problem ur en hållbarhetssynpunkt. Detta måste dock förtydligas att dessa delar inte helt går att separera från varandra, då helheten i slutändan beror på hur delarna samverkar. (Dahlin 2015)

Klimatet är ett stort problem för en hållbar utveckling, utsläpp av växthusgaser, markanvändning och livsmedelsproduktionen påverkar den ekologiska utvecklingen negativt. Detta går att koppla ihop med den sociala delen, om ekologiskt hållbara alternativ inte används kan det leda till sociala konsekvenser t.ex. lägre avkastning från jordbruket eller förgiftade vattendrag. Detta i sin tur leder till ekonomiska konsekvenser, pengar som måste spenderas för att rena vattendrag eller att bonden förlorar pengar för att skörden inte är så stor som den kunde varit. (Dahlin 2015)

Det finns i många fall ett starkt samband mellan förnybarhet och hållbar utveckling, det betyder att jordens resurser bör användas i lika stor eller mindre utsträckning som den kan återskapa dem. Dock går det inte att säga att förnybarhet är samma sak som hållbar utveckling, då det finns exempel på förnybara material som inte är så bra för en hållbar utveckling. Det finns även icke förnybara material som kan räknas som hållbara om de används i mindre skala och inte förbrukas på en mycket lång tid. (Dahlin 2015)

På grund av detta har det uppkommit en hel del olika miljöcertifieringar; LEED, BREEAM, Miljöbyggnad och så vidare. Rapporten kommer titta närmare på den del av Miljöbyggnad som behandlar stommen och grundens miljöpåverkan och vilka förändringar byggbranschen står inför för att certifieringen ska kunna bli en byggnorm.

Miljöbyggnad, som återfinns i teorin, är framtagen speciellt för den svenska marknaden och det finns idag över 1000 byggnader i Sverige som är certifierade enligt miljöbyggnad. (Sweden Green Building Council 2018)

Frågan är då vilka förändringar i produktionstänket som miljöbyggnad medför. I Indikator 15, som rapporten är avgränsad till, ska produkterna som ingår i byggnaden granskas utifrån hur stor miljöpåverkan de har med hänsyn till koldioxidutsläpp. För Miljöbyggnad 3.0 Brons för indikator 15 räcker det att utgå ifrån schablonvärden på materialen men om ett projekt ska certifieras för Silver eller Guld måste miljöpåverkan baseras på EPD:er samt transportmedel och sträckor. Speciellt för guld är att det måste finnas åtgärder och lösningar för att sänka utsläppen ytterligare 10% utifrån silver. (Sweden Green Building Council 2018)

På grund av förändringarna i produktion och materialval så kan detta medföra nya kostnader för entreprenörerna. Men eftersom det fortfarande inte är en norm så är det idag oklart hur stora kostnadspåslag det kan bli. SGBC påstår att Miljöbyggnad är ett kostnadseffektivt certifieringssystem vilket är vad det här arbetet utreder till viss mån. (Sweden Green Building Council 2018)

1.2 Syfte och målformulering

Det här arbetet har som avsikt att utreda vilka åtgärder som krävs under produktion för att certifiera en byggnad till Miljöbyggnad 3.0 Guld för indikator 15, stommen och grundens miljöpåverkan. Samt vilka kostnader detta medför för entreprenören.

1. Kvantifiering av koldioxidutsläpp för uppförandet av en stomme i ett representativt flerbostadshus och skola.
2. Utreda vilka åtgärder som krävs för att sänka utsläppen av CO₂ från stommen med 5-30%.
3. Specificera exempellösningar med kostnadsförslag vid nyproduktion av flerbostadshus och skola som ska certifieras miljöbyggnad 3.0 guld för indikator 15.
4. Jämföra vilka kostnader exempellösningarna medför gentemot vad de representativa byggnaderna kostat.

Utreda om möjligt ytterligare två variabler förutom koldioxid i punkt 2. Förbrukningspotential och övergödningspotential vid tillverkning av stommens beståndsdelar.

1.3 Problemformulering

1. Hur mycket koldioxid släpps ut vid tillverkning och transport av stommateriäl per kvadratmeter, A_{temp} , i referensprojektet?
2. Är det möjligt att sänka koldioxidutsläppet med 5-30% i någon del av produktkedan och transport, A1-A4, genom att byta leverantör, produkt eller transportsätt?
3. Vilka åtgärder krävs för att uppnå miljöbyggnad 3.0 guld för indikator 15, stommens och grundens miljöpåverkan och vad kommer dessa lösningar kosta per kvadratmeter A_{temp} ?
4. Hur mycket mer kommer det kosta att producera en byggnad, som referensprojektet, om den ska uppfylla miljöbyggnad 3.0 guld för indikator 15?

1.4 Motivering av examensarbetet

Examensarbetet är på MVBs förfrågan om att utreda och komma med förslag på åtgärder som kan sänka koldioxidutsläppet vid produktion med 5-30% samt en kostnadsuppskattning för ett kalkylpåslag som branschen kan använda sig av vid byggnad av Miljöbyggnad-certifierade byggnader.

1.5 Avgränsningar

Rapporten begränsar sig till de två referensprojekt som MVB erhållit samt endast en del av indikator 15, i miljöbyggnad 3.0. Den del som är granskad är stommateriäl så som betong, armering och stål. Detta innebär att rapporten bortser från trä och isoleringsmaterial på grund av dess komplexitet.

Eftersom indikator 15 i miljöbyggnad 3.0 endast kräver redovisning av materials klimatpåverkan under framtagning av produkt så är rapporten begränsad till de delar i produkternas livscykel som hanterar råvaruuttag till och med transport till arbetsplats (A1-A4).

Arbetet sker i nära samarbete med MVB och rapporten begränsar därför produkter och leverantörer till de MVB vanligtvis arbetar med.

- Rapporten utgår enbart ifrån de referensprojekt som MVB erhållit.
- Rapporten hanterar stomme samt grund men bortser från isoleringsmaterial i indikator 15 i miljöbyggnad 3.0.
- Rapporten hanterar inte trästommar.
- Rapporten granskar endast råvaruutvinning till och med transport (A1-A4), ej brukstid, inbyggnad eller rivning.
- Material och produkter begränsas till de som vanligtvis används av MVB.
- Rapporten avgränsas till att främst undersöka klimatpåverkan i koldioxid-utsläpp, men i de fall data varit tillämpbar har övergödning och försurning även granskats.

1.6 Disposition

Kapitel 1 – Inledning

I kapitlet beskrivs bakgrund till rapporten, det ges även en motivering till examensarbetet. För att ge en bättre förståelse av rapporten redovisas även syfte, målformuleringar och avgränsningar.

Kapitel 2 – Teori

I detta kapitlet redovisas den tidigare kunskap som ligger till grund för examensarbetet. Här förklaras mer ingående vad Miljöbyggnad, EPD:er och LCA är och vad det används till. Även en kort beskrivning om vad Euroklassade fordon är finns i detta kapitel.

Kapitel 3 – Metod

Här beskrivs vilka metoder som använts vid studiens genomförande.

Kapitel 4 – Empiri

Kapitlet redogör för rapportens empiri. De fallstudier som gjorts och även kvantifieringen av CO₂ utsläppen.

Kapitel 5 – Analys

Här analyseras de resultat framkommit av empirin.

Kapitel 6 – Diskussion och slutsats

Här diskuteras de resultat som framkommit av empirin och analysen för att slutsatser sedan ska kunna dras för att svara på frågeställningarna.

2 Teori

2.1 LCA – Livscykelanalys

En livscykelanalys är en metod som först togs fram i U.S.A. på 70-talet som beskriver ett materials klimatpåverkan från vaggan till graven. Detta är intressant då det beskriver i vilken del av materialets livstid som den största möjligheten för utveckling och förbättring finns (Jönsson & Tillman 1999).

När man ska göra en LCA sker undersökningen genom fyra olika delar. Först ska man börja med att formulera målen av analysen, sen sker en kontroll av flöden, kvantifiering av miljöpåverkan och till sist en tolkning av resultatet. Det finns ett iterativt förhållande mellan de olika stegen vilket betyder att ett utbyte sker mellan delarna, detta kan medföra att justeringar av målformuleringen kan behöva göras under studiens gång (SLU 2018).

ISO har därför tagit fram två standarder för hur man sammanställer den data man får ut. ISO 14040 innehåller principer om hur man ska strukturera en LCA och 14044 är mer fokuserat på utförandet och har mer detaljerade krav (Bergman & Olsson 2017).

När en LCA görs så analyseras materialets miljöpåverkan under alla delar av dess livslängd. Dessa delar kan exempelvis vara:

- A1, Råvaruuttag
- A2, Transport till fabrik
- A3, Tillverkning av produkt
- A4, Transport av produkt
- A5, Montage
- B1, Användning
- C1-C4, Avfallshantering

Vid framställandet av en livscykelanalys så kvantifieras miljöbelastningen för att få så hög säkerhet som möjligt, detta görs genom att granska olika indikatorer som exempelvis:

- Koldioxid, CO₂
- Svaveldioxid, SO₂
- Kväveoxider, NO_x
- Kvicksilver, Hg

Dessa brukar hänvisas till hur de påverkar miljön på specifika sätt till exempel; klimatpåverkan, försurning och övergödning. Denna rapport kommer i första hand hantera koldioxidutsläpp (Jönsson & Tillman 1999).

2.2 Euroklassning – fordon

EU har sedan 1970 arbetat med att stärka kraven på farliga miljöutsläpp från fordon. 1992 infördes Euro 1 klassen som standardiserade katalysatorer på bensindrivna fordon. Denna var bara fas 1 i EUs plan att stegvis sänka de tillåtna emissionerna hos alla fordon i EEC, den Europeiska Ekonomiska Gemenskapen.

Euroklassning hanterar i dagsläget fem stycken faktorer:

- Kolmonoxid, CO
- Kolväten, HC
- Kväveoxider, NO_x
- Partikelämnen med hänsyn till vikt, PM
- Partikelämnen med hänsyn till antal, PM

1992 när de första ändringarna infördes, t.ex. att blyad bensin byttes ut och att alla bilar skulle ha katalysatorer. Då låg gränserna på 2,72gCO/km och HC+NO_x värdena låg på 0,97g/km. Den standard som gäller i dag är Euro VI (6) och blev antagen i september 2015 och kraven har skärpts ytterligare, 22 år senare ligger kraven på 0,5gCO/km och HC+NO_x värdena ligger på 0,17g/km.

(The Automobile Association Developments Limited [GB] 2017)

2.3 Miljöbyggnad 3.0

Miljöbyggnad är en svensk miljöcertifiering framtagen av Swedish Green Building Council, SGBC. Miljöbyggnad hanterar ett antal olika indikatorer där byggnadens klimatpåverkan, energianvändning och inneklimat betygsätts med brons, silver eller guld. Varav medelbetyget bestämmer byggnadens slutgiltiga betyg.

Systemet är utvecklat för den svenska marknaden och därför väldigt relevant för svenska byggprojekt, stora som små.

Miljöbyggnad 3.0 släpptes i Maj 2017 och blev obligatorisk för certifieringar i januari 2018.

För att uppnå Miljöbyggnad guld krävs det att 70% av materialens klimatpåverkan baseras på EPD:er och att miljöpåverkan från betyget Silver sänks med minst 10% genom att byta ut material eller transportsätt.

(Sweden Green Building Council 2018)

Beräkningsverktyget från SGBC är uppbyggt i Excel där korrekta CO₂ värden från EPD:er förs in. Även vikt på alla material som använts redovisas, detta för att beräkna den totala vikten CO₂ som släpps ut under produktionen av materialen. Ytterligare tar verktyget hänsyn till transportsträckor för transporter med tåg, båt eller lastbil. Alla transportsätt har ett eget schablonvärde på hur mycket CO₂ som släpps ut per kilometer och ton fraktgods. Detta beräknas på vikten material som ska transporteras och körsträckan. I den sista delen av beräkningsverktyget ska en sänkning på 10% utifrån tidigare beräknat värde redovisas genom egna åtgärder i produkt- och transportval. Exempel på sätt att minska utsläppen kan vara att minska vikten material som används, ändra transportsätt eller hitta andra material som har lägre klimatpåverkan.

(Bilaga 1)

Beräkningsverktyget från SGBC för Miljöbyggnad 3.0 indikator 15, har varit till grund för koldioxidberäkningarna, där CO₂ värdena satts in och beräknas. Verktyget har en funktion som visar om det finns tillräckligt med EPD:er för att uppnå miljöbyggnad 3.0 Guld för indikator 15 och det beräknar automatiskt hur mycket CO₂ utsläppen måste sänkas per kvadratmeter A_{temp} för att klassa byggnaden som guld för indikator 15. För att uppnå guld måste CO₂ utsläppen sänkas med minst 10% utifrån kravet på Silver.

De beräkningar som används i beräkningsverktyget redovisas nedan.

1. För att beräkna klimatpåverkan, kg CO₂ utsläpp, vid produktion av ett projekt måste det beräknas hur mycket som släpps ut under produktionen av byggmaterialet. Detta sker genom att multiplicera massan för materialet m_m som används med proportionalitetskonstanten ψ_x . Resultatet blir då massan CO₂ som släppts ut under tillverkningen av produkten i stegen A1-A3. I formel (1) beräknas klimatpåverkan med generiska värden för de produkter som inte har några EPD:er redovisade.

$$m_m \cdot \psi_x = m_{CO_2,x} \quad \text{Formel (1)}$$

m_m är materialets massa i kg.

ψ_x är proportionalitetskonstanten för utsläpp i kgCO₂/kg för generiskt schablonvärde, G, eller EPD värde, EPD.

$m_{CO_2,x}$ är klimatpåverkan i kgCO₂.

2. För att beräkna transporternas miljöpåverkan (A4) multipliceras massan m_m med antalet kilometer produkten ska transporteras, detta görs för respektive transportmedel, lastbil (lb), tåg och fartyg (ft). Värdena multipliceras sedan med en omvandlingsfaktor för transporter, här är det viktigt att observera att transporterna är baserade på massan m_m uttryckt i ton. Det vill säga att resultatet måste divideras med 1000.

$$(\gamma_{lb} \cdot l_{lb} + \gamma_{tåg} \cdot l_{tåg} + \gamma_{ft} \cdot l_{ft}) \cdot \left(\frac{m_m}{1000}\right) = m_{CO_2,A4} \quad \text{Formel (2)}$$

m_m är materialets massa i kg.

γ_x är miljöpåverkan i kgCO₂/km · ton för respektive transportsätt.

l_x är transportsträckan i km för respektive transportsätt.

$m_{CO_2,x}$ är klimatpåverkan i kgCO₂.

3. För att få den totala massan CO₂ som släppts ut adderas summan av alla massor för EPD:er, generiska värden där EPD:er inte varit tillgängligt samt alla utsläpp från transporter till byggarbetsplatsen.

Därefter divideras totalsumman med A_{temp} för att erhålla en vikt på CO₂ utsläppen per A_{temp} .

$$\frac{\Sigma m_{CO_2,A1-A4}}{A_{temp}} = \frac{\Sigma(m_{CO_2,EPD} + m_{CO_2,gen} + m_{CO_2,trans})}{A_{temp}} \quad \text{Formel (3)}$$

A_{temp} är uppvärmd area för byggnaden i m², enligt beskrivning i förklaringar och förkortningar.

Övriga enheter enligt tidigare.

Utöver detta ska miljöpåverkan sänkas med 10% av det värdet som beräknades i formel (5). Detta görs genom förslag på förändringar av exempelvis produkt eller transportsätt. Sedan beräknas den nya massan med samma beräkningar formel 1-3.

2.4 EPD – Miljövarudeklaration

En miljövarudeklaration, eller EPD (Environmental Product Declaration) är ett verktyg för att jämföra och kommunicera olika produkters miljöpåverkan. EPD:er kan användas inom många olika branscher, inte enbart inom byggbranschen. Regler för processer kring framtagande av EPD:er beskrivs i ISO-standarden ISO 14025 som släpptes 2006.

(Tasaki et al. 2017)

I en EPD framgår information och tekniska data kring en produkts miljöpåverkan i form av exempelvis koldioxidutsläpp, försurning, energiåtgång med mera; i de olika stadierna i produktens livscykel, vanligtvis A1-A3 (produktion av material exklusive transport till arbetsplats). En EPD säger nödvändigtvis inte att produkten är miljövänlig, endast att produkten är miljömässigt utvärderad och analyserad. De ska verifieras av en tredje part för att säkerställa kvaliteten och noggrannheten av dem. Ett sätt att verifiera är att använda ett förverifierat verktyg eller beräkningsprogram. Även om verktyget är verifierat i förväg så skall varje unik EPD tredjepartsgranskas.

(Environdec 2018)

3 Metod

3.1 Genomförande

För att bestämma mängden koldioxidutsläpp av stommaterialen som användes vid produktion av de båda projekten har data om vikter och mängder hämtats direkt ur MVB:s kalkyler och projektpärmar. Sedan togs det kontakt med leverantörerna för att efterfråga EPD:er för deras produkter. Dessa EPD:er kunde sedan användas för att kvantifiera varje produkts klimatpåverkan.

De data som samlats in fördes in i SGBC:s beräkningsverktyg för indikator 15 som var till hjälp för beräkningarna. I de fall EPD:er inte funnits tillgängliga användes schablonvärden som återfinns i de beräkningsverktygen.

Efter att kvantifieringen var färdig bestämdes kvalitativa lösningar för att sänka klimatpåverkan med minst 10%, detta för att kunna uppnå Miljöbyggnad 3.0 Guld för indikator 15. Dessa lösningar var att byta ut materialen mot likvärdiga produkter hos andra tillverkare som hade EPD:er med lägre klimatpåverkan. En annan lösning som föreslogs var att byta ut lastbilstransporterna mot tåg i så stor utsträckning som möjligt.

Efter de kvalitativa förändringarna gjorts så bestämdes den kvantitativa skillnaden i klimatpåverkan mellan dessa.

För att undersöka om det är möjligt att sänka koldioxidutsläppen i någon del av tillverkningen av produkterna så kontaktades tillverkare av betong och stål. Betongtillverkare föreslog tillsättning av flygaska i cementblandningen som en möjlig åtgärd. Ståltillverkare som kontaktats har inte återkommit med några förslag på sänkningar.

I samband med det hittades en EPD från NRMCA som beskrev förändringen av betongens klimatpåverkan beroende på tillsats av flygaska och/eller slagg. Denna ligger som grund för undersökningen av hur mycket det är möjligt att sänka klimatpåverkan hos betong. Den stärks även av en liknande skillnad i klimatpåverkan av flygaska som Betongindustri kommit med.

För att undersöka kostnader så har transportkostnaderna uppskattats av en representant för Green Cargo samt att betongkostnaderna, med tillsats av flygaska, har uppskattats av Betongindustri. Med detta kunde kostnadsskillnaden för att uppnå miljöbyggnad 3.0 guld för indikator 15 bestämmas.

Utifrån kostnader på betongen och entreprenadkostnader av MVB så kunde det därefter sammanställas hur mycket det påverkade totalkostnaden samt hur stor del av projektkostnaden detta skulle innebära.

3.2 Undersökningar

Undersökningen redovisar utredningen av case-studierna som hanterar uppförandet av stommen för en representativ skolbyggnad samt lägenhetsbyggnad. Underlaget till utredningarna är hämtat från MVB:s kalkyler samt inköpsredovisning i respektive projekt, dessa är på grund av sekretess inte inkluderade i källorna men de är inte heller nödvändiga för projektets precision.

Projekten i fråga är valda eftersom de är representativa för andra projekt MVB arbetar med.

Det ena projektet är certifierat som miljöbyggprogram syd, miljöklass B. Miljöbyggprogram syd är numera förlegat och på inget sätt associerat med Miljöbyggnad hos SGBC.

För att kunna göra en kvalitativ utredning på vad det kan komma kosta för entreprenören i kalkylpåslag när det ska uppföras en byggnad som ska uppnå miljöbyggnad 3.0 Guld så måste projekten utredas, med hänsyn till CO₂ emission, i hur de ser ut idag. Då kan det undersökas vilka förändringar som måste göras och därav förhoppningsvis komma fram till vad det kan kosta.

Utredningen baseras på EPD:er och leveranssträckor som samlats in ifrån leverantörerna som är relevanta i vederbörande projekt och som är leverantörer MVB är vana att arbeta med.

3.3 Kvantifiering av CO₂

Kvantifieringen utreds genom att ta fram stommaterialens vikt ur kalkyler tillhandahållna av MVB, betongens vikt har uppskattats genom att multiplicera med medeldensiteten $\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$. Detta för att kunna användas i senare beräkningar.

$$m = \rho \cdot V \quad \text{Formel (4)}$$

m, massan för materialet i kg.

ρ , densiteten för materialet i kg/m^3 .

V, volymen för materialet i m^3 .

Tabell 1 - Omräkning från kubikmeter till kilogram enligt formel (4) för betong i respektive case.

Case 1 - ISLK	m ³	kg
Betong C30/37	779	1791470
Betong C25/30	2	4600
Case 2 - Föraren 2 & 3		
Betong C30/37	2254	5183510
Betong C25/30	77	178020

Stålets vikt har bestämts genom tabeller på specifika balkar. Massan för samtliga armeringsjärn har hämtats direkt ur MVB:s kalkyler.

(BEgroup vkr 2018, ipe 2018, HEA 2018, armering, 2018)

3.4 Beräkning av pris per ton och kilometer för transporter

Uppgifter om pris per mil har erhållits genom telefonsamtal med en representant från Green Cargo och är väldigt generella uppgifter, en sammanfattning av samtalet finns i bilaga 16. Prisuppgifterna är 70kr/vagn och mil med tåg samt 150kr/mil med lastbil. Tåget är billigare per mil men kan endast lasta max 50 ton/vagn. Lastbilen kan lasta ca 70 ton om ett släp inkluderas.

Nackdelen med tåg är att avlastnings möjligheterna är begränsade till vissa orter, lasten måste därför transporteras den sista biten med lastbil oavsett.

Transportsträckorna rapporten hanterar har antagits via Google maps ifrån fabriken adress till respektive projekt. I tabellerna (7 & 11) har transportsträckan antagits med tåg från fabrik till Malmö C där de lastats om till lastbil för transport sista biten till byggarbetsplatsen.

För att kunna använda priserna för att beskriva fraktkostnaderna i projekten måste dessa räknas om till pris per ton och kilometer. Beräkning av priset per ton och kilometer sker enligt formel (5) där ϵ_x är priset per kilometer för respektive transportsätt och θ_x är priset per ton och kilometer. Resultaten återfinns i tabell (2) nedan.

$$\theta_x = \frac{\epsilon_x}{m_l} \quad \text{Formel (5)}$$

Tabell 2 - Beräkning av pris per ton och kilometer för transport med tåg respektive lastbil. Priser exkl moms enligt Green Cargo 2018.

Fordon	Lastvikt (ton)	Pris per kilometer (kr/km)	Pris per ton och kilometer (kr/ton*km)
Godståg	50	7	0,14
Lastbil	70	15	0,21

Med de data som beräknas i tabell (2) beräknas sedan kostnaderna för att transportera hela vägen med lastbil samt kostnaden att transportera allt material via tåg till Malmö C för omlastning till lastbil för resterande sträcka. Mer om detta går att läsa i tabellerna (7 och 11) i analysen.

4 Empiri

4.1 Fallstudier

4.1.1 Case 1 - ISLK

Internationella skolan i Lund (ISLK) är, som det låter, en skola. Projektet är en om- och tillbyggnad på 10 300 kvadratmeter av en byggnadsminnesskyddad byggnad från 1871, även omgivande park är skyddad och särskild hänsyn har tagits vid bygget. Projektet bestod av två delar; den första är själva skolan som består av en betongstomme, och den andra är idrottshallen som till största delen består av en stålstomme. I den här rapporten behandlas endast nyproduktionen, ej ombyggnaden.

Byggnaden är idag certifierad enligt Miljöbyggnad 2.2 Silver och har skett per Generalentreprenad av MVB. Arbetet beställdes av Lundafastigheter och pågick mellan juni 2016 och december 2017.
(MVB ISLK 2018)

4.1.2 Case 2 - Föraren 2 & 3

Föraren är ett bostadsprojekt i centrala Malmö på cirka 6000 kvadratmeter. Projektet omfattar 44 st lägenheter som består av 3-4 rum och kök samt 10 st LSS boenden. Sammanlagt 54 st lägenheter samt butikslokal på markplan. Lägenheterna är anpassade för barnfamiljer och har försetts med antingen balkong eller uteplats. Byggnaden är certifierad enligt en äldre norm, miljöbyggprogram syd.

Stommen består av betong och beställare var MKB Fastigheter AB, projektet pågick mellan 2015- 2017 och var klart för inflytt sommaren 2017.
(MVB Föraren 2018)

4.2 Kvantifiering av CO₂ i (A1-A4) för respektive case

4.2.1 Case 1 - ISLK

Genom beräkning så som i teorin har CO₂-emissionerna kvantifierats för de båda case-studierna. I den mån EPD:er funnits tillgängliga har de använts och i vidare fall har generella schablonvärden använts vid beräkning. För ISLK har två beräkningar gjorts, då det inte funnits tillräckligt med EPD:er tillgängliga finns det ett värde med de projektspecifika EPD:er som gått att få tag på och en vidare beräkning där EPD:er hämtats från Norwegian EPD Foundation för att komplettera beräkningarna. Detta för att visa vilken skillnad ett EPD-värde har mot ett generellt värde.

Vid beräkningarna för de totala utsläppen $kgCO_2/A_{temp}$ användes formel (1 & 2) ifrån teorin. Detta dividerades sedan med A_{temp} enligt formel (3) för att få ett värde som omfattas i Miljöbyggnad och är mer jämförbart.

Att veta om tabellerna nedan är att totalsumma syftar till summa av EPD:er med komplettering av generiskt resultat i de fall EPD saknas.

Som framgår i tabell (3) har ISLK utan tillräckligt många EPD:er ett värde på $54kg CO_2/A_{temp}$

Tabell 3 – Beräkning CO₂ utsläpp för material ISLK, tabell baserad på bilaga 1 – Byggvaror i Silver & Guld, otillräckligt med EPD:er för att uppnå Miljöbyggnad 3.0 silver för indikator 15.

ISLK					
Material	Massa (kg)	Generisk schablon (kgCO ₂ /kg)	EPD värde (kgCO ₂ /kg)	Generiskt resultat (kgCO ₂)	EPD resultat (kgCO ₂)
Betong C30/37	1791470	0,15		268721	0
Betong C25/30	4600	0,15		690	0
HDF	1173830	0,15		176075	0
Armeringsjärn	74176	1	0,37	74176	27445
Stålbalkar	15847	6	2,95	95082	46749
Stål S355	18621	6	1,97	111726	36683
Summa:				726469	110877
Totalsumma EPD:er					556362
kgCO₂/Atemp				71	54

I tabell (4) framgår det att ISLK, med kompletterande uppgifter från Norwegian EPD Foundation har ett värde på $42 \text{ kg CO}_2 / A_{temp}$ vilket är $12 \text{ kg CO}_2 / A_{temp}$ lägre än tabell 6. De EPD:er som används finns i bilaga 4,5,6,7,8,9.

Tabell 4 - Beräkning CO₂ utsläpp för material ISLK, tabell baserad på bilaga 2 – Byggvaror i Silver & Guld, beräkning med tillagda EPD:er från Norwegian EPD Foundation för att uppnå minst 50% klimatpåverkan baserad på EPD:er.

ISLK					
Material	Massa (kg)	Generisk schablon (kgCO ₂ /kg)	EPD värde (kgCO ₂ /kg)	Generiskt resultat (kgCO ₂)	EPD resultat (kgCO ₂)
Betong C30/37	1791470	0,15	0,107	268721	191687
Betong C25/30	4600	0,15	0,11	690	506
HDF	1173830	0,15	0,112	176075	131469
Armeringsjärn	74176	1	0,37	74176	27445
Stålbalkar	15847	6	2,95	95082	46749
Stål S355	18621	6	1,97	111726	36683
Summa:				726469	434539
kgCO₂/Atemp				71	42

Tabell (5) beskriver föreslagna åtgärder för att sänka CO₂ utsläppen med minst 10% genom att byta ut EPD:er som använts i tidigare beräkningar mot likvärdiga produkter hämtade från Norwegian EPD Foundation (bilaga 10,11,12,13,14) som har ett lägre klimatfotspår under produktionen. Produkter som använts finns beskrivna i bilaga 2. Även här innebär skillnaden mellan före och efter föreslagna förändringar en sänkning på: $12 \text{ kg CO}_2 / A_{temp}$.

Tabell 5 – Beräkning, med förändringar av produktval och transportsätt, av CO₂ utsläpp för material ISLK. Tabell baserad på bilaga 2 – Byggsvaror i Guld.

ISLK	Massa (kg)	Generisk schablon (kgCO ₂ /kg)	EPD värde (kgCO ₂ /kg)	Generiskt resultat (kgCO ₂)	EPD resultat (kgCO ₂)
Betong C30/37	1791470	0,15	0,094	268721	168398
Betong C25/30	4600	0,15	0,081	690	373
HDF	1173830	0,15	0,112	176075	131469
Armeringsjärn	74176	1	0,33	74176	24478
Stålbalkar	15847	6	2,94	95082	46590
Stål S355	18621	6	1,32	111726	24580
Summa:				519661	395888
Total klimatpåverkan med EPD:er					395888
kgCO₂/m², Atemp					38

Hur stora utsläpp som transporterna bidrar med, innan några förändringar är gjorda ligger utsläppen på $5 \text{ kg CO}_2 / A_{temp}$ vilket går att utläsa i tabell (6).

Tabell 6 - Beräkning av CO₂ utsläpp för transporter till ISLK, tabell baserad på bilaga 2 – Transport i Silver.

ISLK	Massa (kg)	Sträcka lastbil (km)	Sträcka tåg (km)	Transport lastbil (kgCO ₂ /ton*km)	Transport tåg (kgCO ₂ /ton*km)	Resultat lastbil (kgCO ₂)	Resultat tåg (kgCO ₂)
Betong C30/37	1791470	82	0	0,18	0,05	26442	0
Betong C25/30	4600	82	0	0,18	0,05	68	0
HDF	1173830	82	0	0,18	0,05	17326	0
Armeringsjärn	74176	459	0	0,18	0,05	6128	0
Stålbalkar	15847	975	191	0,18	0,05	2781	151
Stål S355	18621	633	0	0,18	0,05	2122	0
Summa:						54867	151
Totalsumma:						55018	
						5	kgCO₂/Atemp

Tabell (7) beskriver skillnaden av att tvinga Leverantörerna med produkter som inte är producerade i närområdet att transportera varorna med tåg till närmsta avlastningsplats, vilket ger ett värde på $3 \text{ kg CO}_2 / A_{temp}$. Sänkningen blir då $2 \text{ kg CO}_2 / A_{temp}$.

Tabell 7 - Beräkning, med förändringar av produktval och transportsätt, av CO₂ utsläpp för transporter till ISLK, tabell baserad på bilaga 2 – Transport i Guld.

ISLK							
Material	Massa (kg)	Sträcka lastbil (km)	Sträcka tåg (km)	Transport lastbil (kgCO ₂ /ton*km)	Transport tåg (kgCO ₂ /ton*km)	Resultat lastbil (kgCO ₂)	Resultat tåg (kgCO ₂)
Betong C30/37	1791470	19	0	0,18	0,05	6127	0
Betong C25/30	4600	19	0	0,18	0,05	16	0
HDF	1173830	82	0	0,18	0,05	17326	0
Armeringsjärn	74176	19	582	0,18	0,05	254	2159
Stålbalkar	15847	19	1169	0,18	0,05	54	926
Stål S355	18621	19	681	0,18	0,05	64	634
Summa:						23840	3719
Totalsumma:						27559	
						3	kgCO₂/Atemp

4.2.2 Case 2 - Föraren 2 & 3

Tillgången av EPD:er har varit bra men de EPD:er som beskriver betongen är inte tredjepartsgranskade, vilket kan ses som en felkälla.

Det finns tillräckligt med EPD:er för att certifiera byggnaden till Miljöbyggnad 3.0 silver för indikator 15 och CO₂-utsläppen ligger på 125kgCO₂/A_{temp} (A1-A4) enligt tabell (8).

Tabell 8 - Beräkning CO₂ utsläpp för material Föraren 2&3, tabell baserad på bilaga 3 – Byggvaror i Silver & Guld

Föraren 2 & 3					
Material	Massa (kg)	Generisk schablon (kgCO ₂ /kg)	EPD värde (kgCO ₂ /kg)	Generiskt resultat (kgCO ₂)	EPD resultat (kgCO ₂)
Betong C30/37	5183510	0,15	0,107	777527	554636
Betong C25/30	178020	0,15	0,111	26703	19760
Plattbärlag	56000	0,15	0	8400	0
Armeringsjärn	73685	1	0,37	73685	27263
Summa:				886315	601659
Totalsumma EPD:er					610059
kgCO₂/Atemp				181	125

För att certifiera Miljöbyggnad 3.0 guld krävs det sänkningar på 10% vilket motsvarar ca 13kgCO₂/A_{temp}. För att sänka värdena i tabell (8) har det undersökts om tillsats av flygaska i betongrecepten kan sänka koldioxid-utsläppen. Vilket nya EPD:er ifrån Betongindustri visar att det gör. Även här har liknande produkter använts, de nya EPD:er som används är hämtade från Norwegian EPD Foundation och det nya värdet är 109kg CO₂/A_{temp} detta beräknas i tabell (9).

Tabell 9 - Beräkning, med förändringar av produktval och transportsätt, av CO₂ utsläpp för material Föraren 2 & 3, tabell baserad på bilaga 3 – Byggsvaror i Guld.

Föraren 2 & 3					
Material	Massa (kg)	Generisk schablon (kgCO ₂ /kg)	EPD värde (kgCO ₂ /kg)	Generiskt resultat (kgCO ₂)	EPD resultat (kgCO ₂)
Betong C30/37	5183510	0,15	0,094	777527	487250
Betong C25/30	178020	0,15	0,081	26703	14420
Plattbärlag	56000	0,15	0	8400	0
Armeringsjärn	73685	1	0,33	73685	24316
Summa:				886315	525986
Total klimatpåverkan med EPD:er					534386
kgCO₂/m², Atemp					109

Tabell 10 - Beräkning av CO₂ utsläpp för transporter till Föraren 2 & 3, tabell baserad på bilaga 3 – Transport i Silver

Föraren 2 & 3							
Material	Massa (kg)	Sträcka lastbil (km)	Sträcka tåg (km)	Transport lastbil (kgCO ₂ /ton*km)	Transport tåg (kgCO ₂ /ton*km)	Resultat lastbil (kgCO ₂)	Resultat tåg (kgCO ₂)
Betong C30/37	5183510	19	0	0,18	0,05	17728	0
Betong C25/30	178020	19	0	0,18	0,05	609	0
Plattbärlag	56000	578	0	0,18	0,05	5826	0
Armeringsjärn	73685	1021	0	0,18	0,05	13542	0
Summa:						37705	0
Totalsumma:						37705	
						8	kgCO₂/Atemp

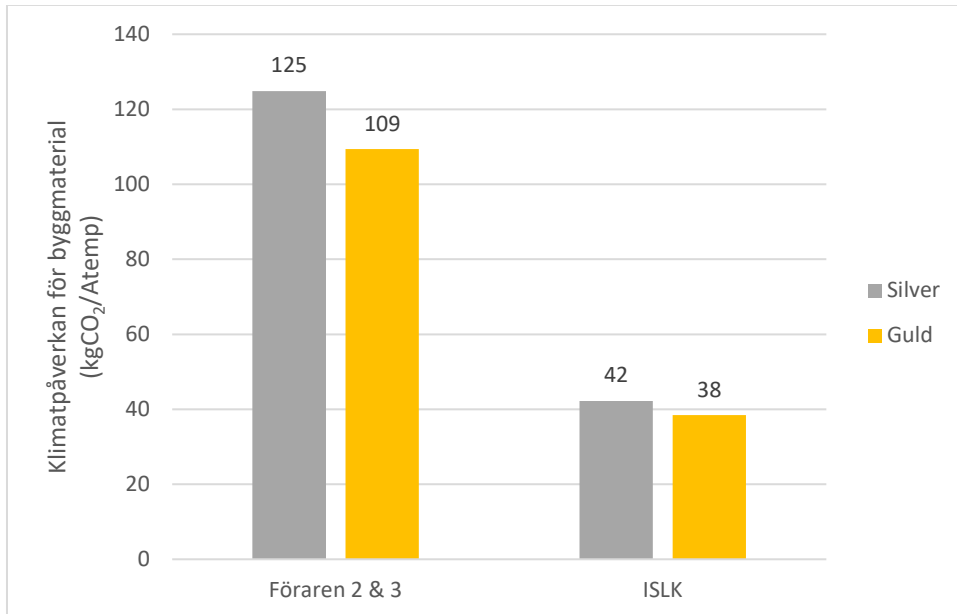
Som tabell (10) visar har transporterna ett utsläpp på $8\text{kg CO}_2/A_{temp}$ från fabrik till byggarbetsplatsen. Genom att tvinga leverantörerna även här att använda sig av tåg vid transporter av produkter som inte tillverkats i närområdet blir det nya värdet $5\text{kg CO}_2/A_{temp}$ enligt tabell (11).

Tabell 11 - Beräkning av förändring av CO₂ utsläpp för transporter till Föraren 2 & 3, tabell baserad på bilaga 3 – Transport i Guld

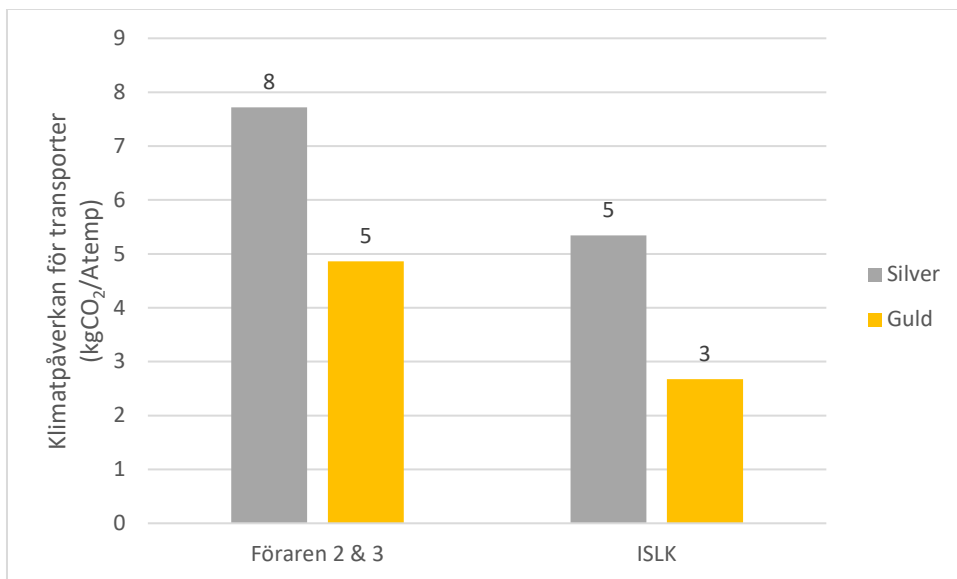
Föraren 2 & 3							
Material	Massa (kg)	Sträcka lastbil (km)	Sträcka tåg (km)	Transport lastbil (kgCO ₂ /ton*km)	Transport tåg (kgCO ₂ /ton*km)	Resultat lastbil (kgCO ₂)	Resultat tåg (kgCO ₂)
Betong C30/37	5183510	19	0	0,18	0,05	17728	0
Betong C25/30	178020	19	0	0,18	0,05	609	0
Plattbärlag	56000	2	576	0,18	0,05	20	1613
Armeringsjärn	73685	2	1019	0,18	0,05	27	3754
Summa:						18383	5367
Totalsumma:						23750	
						5	kgCO₂/Atemp

5 Analys

5.1 Sammanfattning kvantifiering av CO₂



Figur 1 – Sänkning av klimatpåverkan för byggmaterialen med de förändringar i EPD-urval som gjorts.



Figur 2 - Sänkning av klimatpåverkan för transportererna med de förändringar i EPD-urval som gjorts.

Den procentuella skillnaden för utsläpp innan och efter åtgärder på byggmaterial för ISLK är $\frac{38}{42} = 9,5\%$ samt den procentuella skillnaden för transportererna till ISLK är $\frac{3}{5} = 40\%$. Då blir den totala procentuella sänkningen enligt figur (1 & 2), A1-A4 för ISLK $\frac{41}{47} \approx 13\%$

Den procentuella skillnaden för utsläpp innan och efter åtgärder för byggmaterial på Föraren 2 & 3 är $\frac{109}{125} \approx 13\%$ vilket är tillräckligt för att uppnå guld. Även här har det ändå undersökts om transportererna kan minska utsläppen ytterligare och resultatet blev att den procentuella

skillnaden för transporter $\frac{5}{8} \approx 38\%$, här adderas också värden från figur (1 & 2) vilket ger en total sänkning i Föraren 2 & 3 A1-A4 på $\frac{114}{133} \approx 14\%$

Sänkningen som krävs för att uppnå Miljöbyggnad 3.0 Guld är 10% för både tillverkning och transport tillsammans. I båda fallen ISLK och Föraren har sänkningar över 10% varit möjliga och därför går det att med dessa metoder sänka utsläppen 13% för kombinerad stål och betongstomme samt 14% för ren betongstomme.

5.2 Sänkning av klimatpåverkan genom tillsättning av slagg/flygaska

Genom att ha tillsatser i betongen kan dess klimatpåverkan sänkas eftersom det går åt mindre cement, om tillsatsmaterialets klimatpåverkan är bättre än cementens det vill säga.

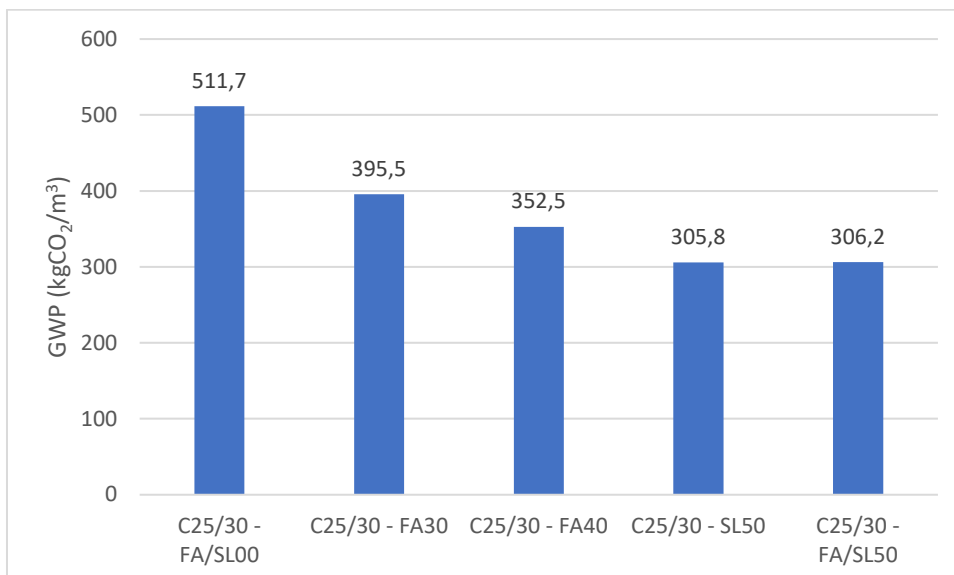
NRMCA, National Ready Mix Concrete Association, har släppt en EPD som granskat 72 st olika betongtyper i Nordamerika. EPD:n beskriver koldioxidutsläppet vid olika mängder flygaska alternativt slagg, ett normalt mineraliskt ämne som utvinns ur rester i masugnar vid järntillverkning. Se bilaga 15

Diagrammen nedan utgår ifrån den data som återfinns i NRMCA:s rapport och beskriver hur mycket koldioxidutsläppen kan sänkas utifrån den procentuella andelen flygaska/slagg. Se bilaga 15

Förkortningarna i diagrammen är uppbyggda enligt följande:

C30/37 – FA40; Där C30/37 beskriver tryckhållfasthetsklassen, FA/SL beskriver sekundärmaterialet: flygaska/slagg och 40 beskriver procenthalten av sekundärmaterialet, där 40 betyder 40-49%.

- GWP, Global Warming Potential, Klimatpåverkan i $\text{kg CO}_2/\text{m}^3$

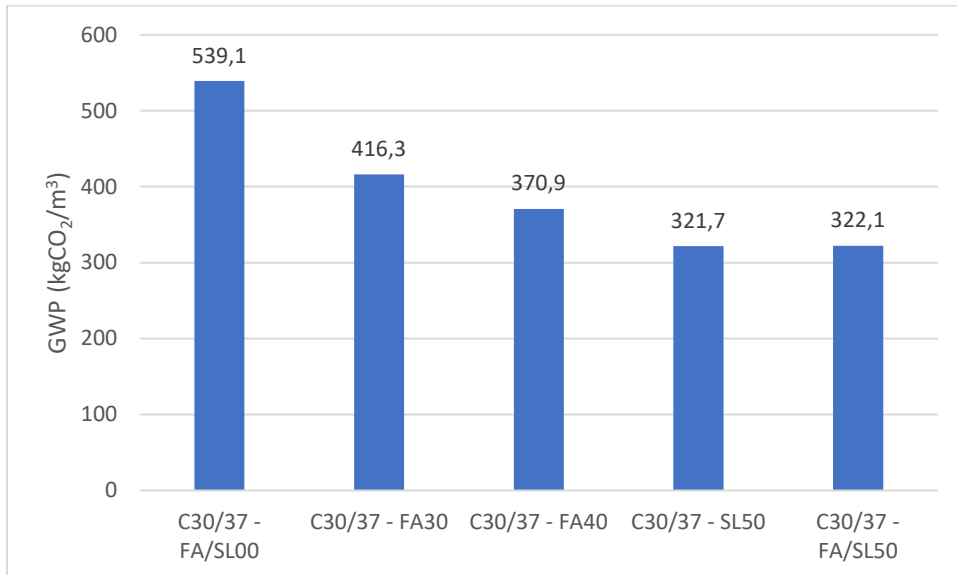


Figur 3 - Global warming potential för varierande mängd sekundärmaterial för betong med hållfastheten C25/30 enligt NRMCA 2016.

Figureerna (3 & 4) tar endast hänsyn till faktorn GWP, Global warming potential, som återfinns i NRMCA:s EPD. Även om tillsättning av slagg påvisar bäst minskning av

koldioxidutsläpp så påvisar alla andra indikatorer en lägre förbättring än vid tillsättning av flygaska. Mer om detta går att läsa i bilaga 15.

FA/SL50 beskriver utsläppen för betongen om 50% av cementen byts ut mot 20% flygaska och 30% slagg. Vad som inte framgår i figurerna (3 & 4) är att denna medför en förbättring på resterande indikatorer gentemot SL50, om än inte lika bra som FA40. Det vill säga att FA/SL50 är det bättre av två världar miljömässigt.



Figur 4 - Global warming potential för varierande mängd sekundärmaterial för betong med hållfastheten C30/37 enligt NRMCA 2016.

Vad som kan utläsas ur figurerna (3 & 4) är att tillsättning av flygaska sänker koldioxidhalten med ca 30% mellan NRMCA:s FA/SL00 och FA40. Det går även att utläsa att tillsättning av mer slagg ger en ännu bättre sänkning i CO₂. Slagget medför dock större resursåtgång och klimatfotspår än flygaskan i nästan alla undersökta parametrar.

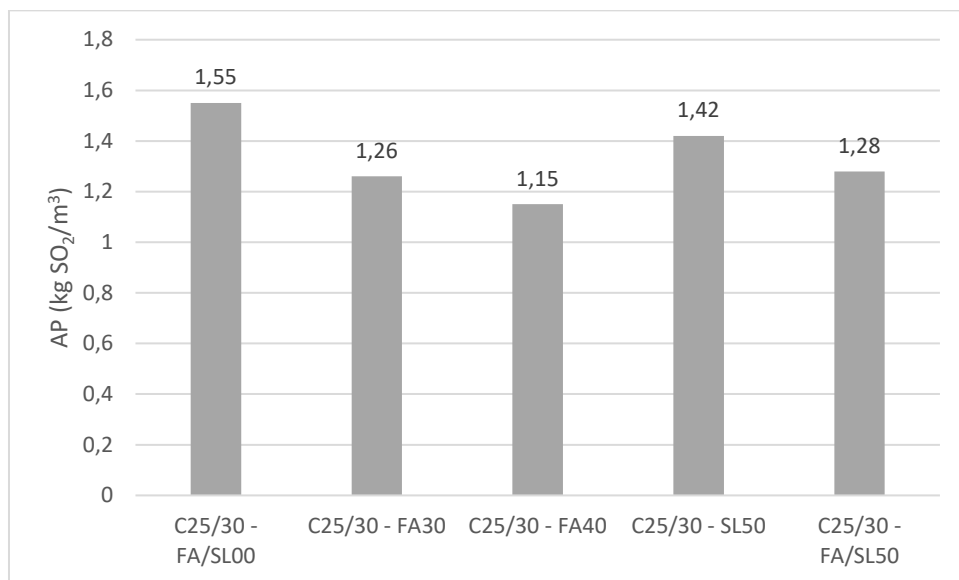
Endast genom en tillsättning av 10% mer flygaska, mellan FA30 och FA40, är en sänkning av koldioxidutsläppen med ca 10-11% möjlig.

Även i avsaknad av svenska EPD:er om slaggets påverkan, så kan den procentuella differensen antas vara densamma. Det är även värt att påpeka att värdena i NRMCA:s EPD är något högre än de svenska EPD:er vi baserar undersökningen på.

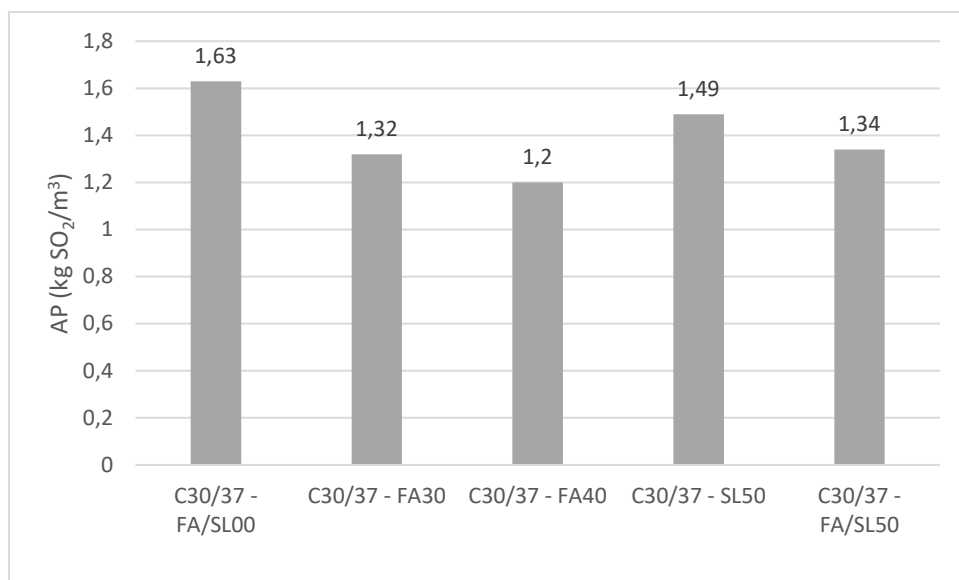
5.3 Granskning av ytterligare två faktorer utöver GWP

Utöver koldioxiden så kan det vara av intresse att granska två andra faktorer som tillsats av flygaska och/eller slagg kan påverka. De granskade faktorerna, utifrån NRMCA:s EPD, är:

- AP, Acidific Potential, försurningspotential i kg SO₂ per m³ betong.
- EP, Eutrophication Potential, övergödningspotential i kg N per m³ betong.



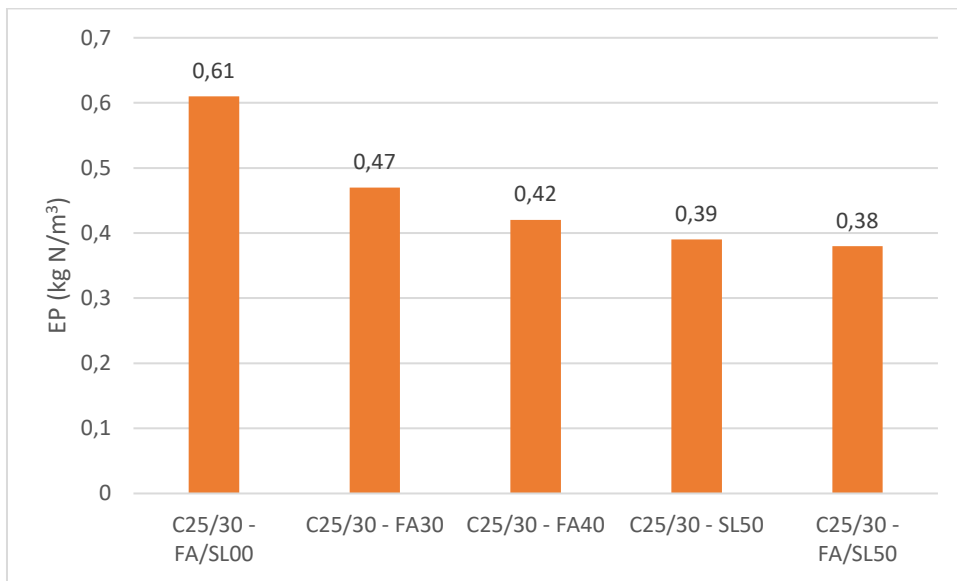
Figur 5 - Försurningspotential för betong med hållfasthetsklass C25/30 för olika tillsatser av sekundärmaterial enligt NRMCA 2016.



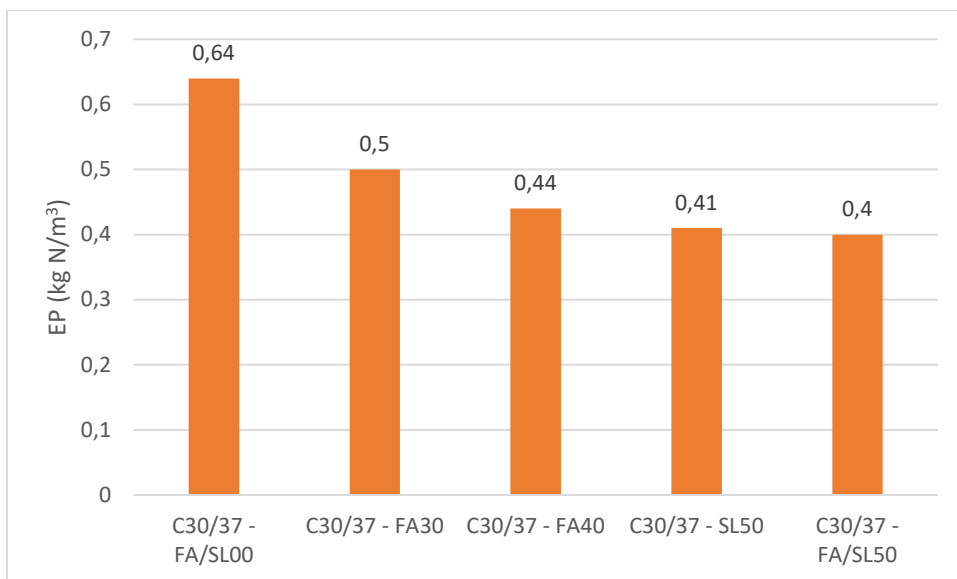
Figur 6 - Försurningspotential för betong med hållfasthetsklass C30/37 för olika tillsatser av sekundärmaterial enligt NRMCA 2016.

Som går att utläsa ur figur (5 & 6) så sänker tillsatsen av sekundärmaterial försurningspotentialen. Som går att utläsa ur figur (5 & 6) så sänker tillsatsen av sekundärmaterial försurningspotentialen, flygaskan mer så än slagget. Detta innebär att ur en synpunkt vinklad mot försurning så är det bättre att tillsätta flygaska än att tillsätta slagg.

Även den kombinerade produkten påvisar en så liten förbättring att den inte kan rekommenderas utifrån endast den här faktorn.



Figur 7 - Övergödningspotential för betong med hållfastheten C25/30 för olika tillsatser av sekundärmaterial enligt NRMCA 2016.



Figur 8 - Övergödningspotential för betong med hållfastheten C25/30 för olika tillsatser av sekundärmaterial enligt NRMCA 2016.

Figurerna (7 & 8) beskriver övergödningspotentialen på samma som tidigare undersökta fall. Här framgår det att oavsett vilket sekundärmaterial som tillsätts så kommer övergödningspotentialen att sjunka. I detta fall kan slutsatsen dras att det inte är så mycket vad som tillsätts utan mer hur mycket av cementen som tas bort.

Överlag för alla indikatorer undersökta så kan slutsatsen dras att ju lägre hållfasthetsklass desto lägre utsläpp.

Detta kan användas praktiskt genom att göra djupare konstruktionsanalyser från fall till fall och inte använda hållfasthetsklasser utöver den absolut minsta nödvändiga. Dock är den procentuella skillnaden 4-6% och gör därför inte så stor skillnad i det stora hela.

Det har även gjorts ett försök att undersöka klimatpåverkan hos Euroklassade lastbilar, men den standarden hanterar bara kolmonoxid i g/kWh, motoreffekt, och inte kgCO₂/km och ton. Det går inte att utesluta att utsläppen av CO₂ skulle bli mindre, det går bara inte att empiriskt bevisa.

Utsläppen från lastbilarna beror på många faktorer, vilken effekt som motorn har, hur långt den kör, stadstrafik eller landsväg mm. Detta gör det svårt att uppskatta hur stora utsläppen blir i verkligheten. Rapporten utgår därför utifrån de schablonvärden som SGBC har tagit fram.

5.4 Kostnader från transporter

För att beräkna möjliga besparingar eller kostnader för transporterna så har priser tagits fram utifrån telefonkontakt med Green Cargo. Dessa räknas, sedan tidigare, om i tabell (2) och är som bakgrund till vidare tabeller för beräkningsstegen.

Tabell 12 - Kostnadsberäkning av transporter endast med lastbil till ISLK. Priser exkl moms enligt tabell 2 och vikter enligt bilaga 2.

ISLK					
Material	Pris lastbil (kr/ton*km)	Pris tåg (kr/ton*km)	Avstånd lastbil (km)	Vikt (ton)	Tot. pris lastbil (kr)
Betong C30/37	0,21	0,14	82	1791,5	30812
Betong C25/30	0,21	0,14	82	4,6	79
HD/F	0,21	0,14	82	1173,8	20213
Armeringsjärn	0,21	0,14	459	74,2	7150
Peikko Deltabeam	0,21	0,14	1166	15,8	3880
Stål S355	0,21	0,14	1166	18,6	4560
				Summa:	66694
				Avrundad summa:	67000

Som framgår i tabell (12), där alla transporter har antagits gå via lastbil. Uppgår summan för transporterna till 67 000 kr för Case 1 – ISLK.

Tabell 13 - Kostnadsberäkning av transporter med tåg till Malmö C och lastbil till ISLK. Priser exkl moms enligt tabell 2 och vikter enligt bilaga 2.

ISLK							
Material	Pris lastbil (kr/ton*km)	Pris tåg (kr/ton*km)	Avstånd lastbil (km)	Avstånd tåg (km)	Vikt (ton)	Tot. pris lastbil (kr)	Tot. pris tåg (kr)
Betong C30/37	0,21	0,14	82		1791,5	30849	0
Betong C25/30	0,21	0,14	82		4,6	79	0
HD/F	0,21	0,14	82		1173,8	20213	0
Armeringsjärn	0,21	0,14	19	450	74,2	296	4673
Peikko Deltabeam	0,21	0,14	19	1169	15,8	63	2594
Stål S355	0,21	0,14	19	1169	18,6	74	3048
Summa:						51575,2	10314,1
Avrundad totalsumma:						62000,0	

Efter föreslagen förändring enligt tabell (13) så sänks transportkostnaden för ISLK till 62 000 kr. En sänkning på 5 000 kr.

Tabell 14 - Kostnadsberäkning av transporter endast med lastbil till Föraren 2 & 3. Priser exkl moms enligt tabell 2 och vikter enligt bilaga 3.

Föraren 2 & 3					
Material	Pris lastbil (kr/ton*km)	Pris tåg (kr/ton*km)	Avstånd lastbil (km)	Vikt (ton)	Tot. pris lastbil(kr)
Betong C30/37	0,21	0,14	19	5183,5	20682
Betong C25/30	0,21	0,14	19	178,0	710
Plattbärlag Sverige	0,21	0,14	578	32,0	3884
Plattbärlag Tyskland	0,21	0,14	1021	24,0	5146
Armeringsjärn	0,21	0,14	570	73,7	8820
Summa:					39242,6
Avrundad summa:					40000,0

Samma beräkningar görs även för Case 2 – Föraren 2 & 3. Där den första beräkningen uppgår till 40 000 kr enligt tabell (14).

Tabell 15 - Kostnadsberäkning av transporter med tåg till Malmö C och lastbil till Föraren 2 & 3. Priser exkl moms enligt tabell 2 och vikter enligt bilaga 3.

Föraren 2&3							
Material	Pris lastbil (kr/ton*km)	Pris tåg (kr/ton*km)	Avstånd lastbil (km)	Avstånd tåg (km)	Vikt (ton)	Tot. pris lastbil (kr)	Tot. pris tåg (kr)
Betong C30/37	0,21	0,14	19	0	5183,5	20682	0
Betong C25/30	0,21	0,14	19	0	178,0	710	0
Plattbärlag Sverige	0,21	0,14	3	575	32,0	20	2576
Plattbärlag Tyskland	0,21	0,14	3	1019	24,0	15	3424
Armeringsjärn	0,21	0,14	3	567	73,7	46	5849
Summa:						21474,2	11849,0
Avrundad totalsumma:						34000,0	

Efter att transportererna letts om med tåg till Malmö C för att sedan omlastas för lastbilstransport till arbetsplatsen så har kostnaden sjunkit till 34 000 kr enligt tabell (15). En sänkning på 6 000 kr.

5.5 Kostnader som tillkommer för att uppnå miljöbyggnad 3.0 guld för indikator 15

Tabell 16 – Kostnadspåverkan på respektive projekt av byte till flyggaskebetong samt transporter med tåg i största möjliga utsträckning. Data från MVB 2018.

ISLK	Kostnad betong (kr)	Kostnad betong +5% (kr)	Skillnad i transportkostnader (kr)	Summa	Procent av entr.kostnad (%)
Entreprenadkostnad (kr)					
81 000 000 kr	1 150 000 kr	57 500 kr	-5 000 kr	1 202 500 kr	1,48%
Föraren 2 & 3					
Entreprenadkostnad (kr)					
70 000 000 kr	3 400 000 kr	170 000 kr	-6 000 kr	3 564 000 kr	5,09%

Tabell 17 - Procentuell prisökning av åtgärder, betong och transport, i relation till entreprenadkostnad. Data från MVB 2018.

ISLK	Kostnadsökning (kr)	Procent av entr.kostnad (%)
Entreprenadkostnad (kr)		
81 000 000 kr	52 500 kr	0,06%
Föraren 2 & 3		
Entreprenadkostnad (kr)		
70 000 000 kr	164 000 kr	0,23%

I tabell (17) framgår det att prisökningen för ISLK är 52 500 kr samt 164 000 kr för Föraren 2 & 3. Kostnadsökningen för alla förändringar blir ca 0,06% respektive ca 0,23% av entreprenadkostnaden.

6 Diskussion och slutsats

6.1 Fallstudier

De EPD:er som granskats hanterar endast utvinning av råvara till och med färdigt byggmaterial. (A1-A3 i materialets livscykel). De EPD:er som tillhandahållits från Betongindustri är inte tredjepartsgranskade vilket kan vara en svaghet i undersökningen. Siffrorna i dem är dock inte helt orimliga vid jämförelse med andra EPD:er på marknaden. De är framtagna i ett program utvecklat av Svensk Betong som baseras på EPCC, Likvärdig prestanda hos bindemedel, principen.

6.2 Kvantifiering av CO₂ i (A1-A4) för respektive case

Under kvantifieringen upptäcktes ett fel i beräkningsprogrammet. När beräkningar för CO₂ utsläppen gjordes för transporter står det i verktyget utsläppen beräknas i kgCO₂/ton och km. Detta stämmer inte med de värden som matas in i verktyget, där värden matas in som vikt i kg och inte ton. Detta ger ett resultat som är en faktor 10³ fel. SGBC har kontaktats om detta men har inte återkommit med kommentar.

Det har upplevts svårt att få tag på EPD:er överlag och en del leverantörer vet inte vart deras produkter kommer ifrån vilket försvårat det ännu mer då det även varit omöjligt att veta varifrån en produkt kommer. Detta hände när kvantifieringen av armeringsjärn på Case 2 - Föraren skulle utföras, där har längsta avståndet antagits. HEA balkarnas tillverkningsplats är också okänd och har antagits att de kommer från Finland tillsammans med Deltabeam balkarna från PEIKKO.

För Case 1 - ISLK gjordes en kvantifiering på de EPD:er som gick att få tag på för produkter som använts till projektet. Trots att projektet är certifierat enligt Miljöbyggnad 2.2 Silver har det varit svårt att ta del av de EPD:er som använts, de EPD:er som varit tillgängliga har inte varit tillräckliga för att certifiera byggnaden till Silver igen. För att kunna göra en beräkning av Miljöbyggnad 3.0 Guld behövdes det därför fyllas ut med EPD:er för produkter liknande de som använts i projektet, transportavstånden som använts för de produkterna är verkliga avstånd från fabriken där produkterna tillverkas till byggarbetsplatsen, för tåg har Malmö Central använts som avlastningsplats.

Avlastningsplatsens geografiska position är mindre relevant. Den skiljer mycket mellan olika projekt och omlastning kan inte alltid vara möjlig på den närmsta avlastningsplatsen, samt alla avstånd är avrundade. Slutsatsen ger en procentuell skillnad och är därför inte bunden till den geografiska positionen.

För Case 1 - ISLK är det svårt att sänka CO₂ utsläpp för stålkonstruktioner, då det finns krav på en viss stålqualität kan inte receptet ändras som för betong för att minska utsläppen. Det finns väldigt små variationer i utsläppen på de EPD:er för ståltillverkningen, detta gör att ett projekt med bara stål eller som i fallet ISLK kombinerat stål och betongstomme är det svårt att enbart genom sänkningar för material. Sänkningen som gick att göra var på 9,5% vilket innebär att transporterna också måste ändras. Utfallet blev då totalt 13% vilket är rimligt då transporterna står för en liten del av de totala utsläppen men en stor del av sänkningen.

Kvantifieringen av ISLK och Föraren visar att med en kombinerad stål- och betongstomme är ett mycket miljövänligare alternativ då skillnaden i utsläpp är $125\text{kg CO}_2/A_{temp}$ mot $42\text{kg CO}_2/A_{temp}$. Detta är en skillnad på $83\text{kg CO}_2/A_{temp}$ vilket i sig beror på stålstommens uppbyggnad gentemot betongstommens uppbyggnad. Det används mer material per stomdel t.ex. en vägg, i en betongstomme gjuts hela väggen men en stålstomme består av reglar och balkar som utgör mindre material per väggarea.

Sammanfattningsvis är det svårt att få tag i EPD:er och därför bör det tas i hänsyn redan vid upphandling av leverantörer. I samband med detta kan leverantörernas expertis utnyttjas och de kan komma med förslag på förbättrade produkter. Det bör även finnas med att alla produkter som inte produceras i närområdet till byggarbetsplatsen ska transporteras med tåg. Det är bättre ur en miljösynpunkt att bygga stommen i stål än betong.

6.3 Sänkning av klimatpåverkan genom tillsättning av slagg/flygaska

Undersökningen har ej analyserat om flygaska eller slagg har annan påverkan på betongen; i form av hållfasthet, torktid eller dylikt. Dock har Betongindustri, som leverantör, kommit med möjlig påverkan som kan tänkas behöva undersökas djupare.

Tillsats av flygaska kan, enligt Betongindustri, ge en tätare betong som därmed kommer innehålla mer vatten och ta längre tid att torka.

Ett högre vct kan medföra en längre byggtid för att betongen ska torka, alternativt att värmeslingor byggs in i betongen för att påskynda torktiden. Båda dessa alternativ medför en stor extrakostnad, en snabb estimering av vad det skulle kosta på Föraren om elslingor skulle behöva användas till uttorkningen av betongen uppgick till ca 1 400 000 kr endast för elkostnader, men detta är ingenting som rapporten tar hänsyn till.

Sammanfattningsvis: en sänkning av koldioxidutsläppen med 30% är möjlig om man utgår ifrån betong, baserad på ren portlandcement, utan någon tillsatts av flygaska eller slagg. Samt en sänkning på ca 10% koldioxid vid tillsättning av 10% mer flygaska. Detta speglas även i EPD:er från Betongindustri som påvisar en sänkning av koldioxiden med ca 9-10% på en ökning av 12% tillsatt flygaska. Viktigt att uppmärksamma här är att i Sverige används en portlandkomposit istället för ren portlandcement, denna innehåller flygaska.

Slagget har negativ påverkan på andra faktorer än koldioxid men har mest fördelaktig förbättring på just den faktorn. Det bästa ur båda världarna är att tillsätta slagg och flygaska för att balansera ut de olika parametrarna. Här behöver undersökas om de tillsatserna har några materiella egenskaper som kan vara fördel- eller ofördelaktiga.

6.4 Kostnader för transporter

Beräkningarna har utgått ifrån att allt har transporterats med lastbil från leverantör till arbetsplats. Speciell hänsyn har inte tagits för eventuella externa tillverkares leverans till leverantör, detta för att det varit svårt att uppskatta.

Ett beslut togs att jämföra idealfallet, att allt transporteras med tåg till Malmö C och lastades om till lastbilar, med att ta lastbil hela vägen. Eftersom detta bevisar den största möjliga besparingen/kostnaden.

Intressant nog så är det billigare och miljövänligare att i största mån transportera med tåg.

Kostnaderna för transporter är endast baserade på en källa, vilket var över telefon. Detta medför en viss risk i värdet av dem men rapporten utgår ifrån att de är korrekta. Oavsett värdenas korrekthet så medför de en sådan liten skillnad att den är nästintill försumbar.

En annan brist som beräkningarna tagit avsteg ifrån är att även om en tågagn kan transportera 50 ton så kanske emballaget tar upp för stor volym för att fylla den vikten. Likaså för transport med lastbil.

6.5 Kostnader som tillkommer för att uppnå miljöbyggnad 3.0 guld för indikator 15

Priset på betongen med tillsats av 12% flygaska uppskattas av leverantör till en prisökning på max 5%, detta baseras på att deras miljövänliga produkter ligger ca 1-3% högre i pris än standardprodukter.

Kostnaden för tiden som måste läggas ner på arbetet att sätta ihop allt administrativt för certifiering samt att ställa upp alla uppgifter i beräkningsprogrammet från SGBC bör också beaktas, men är svårare att empiriskt anta. Enligt MVB:s hållbarhetsspecialist & certifierade miljösamordnare så kommer denna kostnad vara nästintill försumbar på mångmiljonprojekt.

Anledningen till att kostnaderna skiljer sig så mycket mellan case 1 – ISLK och case 2 – Föraren 2 & 3 är att rapporten granskat var förändringar är möjliga. Stålet var inte lika påverkningbart under tillverkning som betongen var och betongen gjorde därför större skillnad.

Kostnaderna för materialen varierar mycket med marknaden och därför ansågs en procentuell prisskillnad vara den mest lämpliga.

6.6 Fortsatta undersökningar

Möjligheter för fortsatta studier inom ämnet förespråkas. Särskilda ämnen som skulle kunna vara av relevans är:

- Påverkan av tillsatsmaterial på betongen och möjliga förslag/undersökningar av nya tillsatsmaterial än de undersökta i rapporten.
- Effekten på uttorkningstider av betongen och åtgärder, elslingor eller dylikt, för att sänka tiderna samt kostnader för detta skulle vara av intresse för MVB att utreda djupare.
- Att fortsätta undersöka resterande indikatorer i Miljöbyggnad 3.0 för att få ett helhetsperspektiv av vad det kostar att uppföra en byggnad certifierad enligt Miljöbyggnad 3.0 guld.

7 Referenser

Automobile Association Developments Limited [GB]. (2017). Limits to improve air quality and health. <https://www.theaa.com/driving-advice/fuels-environment/euro-emissions-standards> (Hämtad 2018-05-03)

Bergman & Olsson (2017) - <http://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1082876/FULLTEXT01.pdf> (Hämtad 2018-06-10)

Beräkning Vikt armeringsnät. <http://www.begroup.com/sv/BE-Group-sverige/Produkter/Armering/Produktinformation/Armeringsnat/> (Hämtad 2018-04-12)

Boverket. (2014). Atemp. <https://www.boverket.se/sv/byggande/bygg-och-renovera-energieffektivt/Atemp/> (Hämtad 2018-05-13)

Dahlin, J. (2015). Hållbar utveckling - En introduktion för ingenjörer. ISBN 978-91-44-09266-9. ss 21-29

Environdec. (2018). Verification. <https://www.environdec.com/Creating-EPDs/Steps-to-create-an-EPD/Verification/> (Hämtad 2018-05-13)

Environdec. (2018). What is an EPD®?. <http://www.environdec.com/en/What-is-an-EPD/> (Hämtad 2018-03-28)

Jönsson, Å. & Tillman, A. (1999). Livscykelanalys (LCA) av betong. Svensk byggtjänst. ISBN 91-7332-906-1

MVB – Föraren <http://mvbab.se/projekt/referensprojekt/kv-foraren-malmo/> (Hämtad 2018-05-11)

MVB – ISLK <http://mvbab.se/projekt/skolor/internationella-skolan-lund/> (Hämtad 2018-05-11)

MVB AB. (2018). Hållbart byggande. <http://mvbab.se/hallbart-byggande/> (Hämtad 2018-04-26)

Norwegian EPD Foundation (2018) <http://epd-norge.no/> (Hämtad 2018-04-11)

SIS – Swedish Standards Institute. (2015) Detta är ISO 14001. <https://www.sis.se/iso14001/dettariso14001/> (Hämtad 2018-05-04)

SIS – Swedish Standards Institute. (2015). Skapa och införa ditt miljöledningssystem. <https://www.sis.se/iso14001/skapaochinfradittmiljledningssystem/> (Hämtad 2018-05-04)

SLU. *Vad är livscykelanalys*. (2018) - <https://www.slu.se/institutioner/energi-teknik/forskning/lca/vadar/> (Hämtad 2018-06-10)

Sweden Green Building Council. (2018). Avgifter I miljöbyggnad. <https://www.sgbc.se/avgifter-i-miljobyggnad> (Hämtad 2018-05-04)

Sweden Green Building Council. (2018). Om miljöbyggnad. <https://www.sgbc.se/om-miljoebyggnad> (Hämtad 2018-03-19)

Tasaki, T., Shobotake, K., Nakajima, K. & Dalhammar, C. (2017). International Survey of the Costs of Assessment for Environmental Product Declarations. Diss., Lunds Universitet. (Hämtad 2018-03-21)

BEgroup. *IPE*. (2018). http://www.begroup.com/sv/BE-Group-sverige/Produkter/Stal_ror/Sortiment/Balk/Balk_IPE/ (Hämtad 2018-04-12)

BEgroup. *HEA*. (2018). http://www.begroup.com/sv/BE-Group-sverige/Produkter/Stal_ror/Sortiment/Balk/Balk_HEA/ (Hämtad 2018-04-12)

BEgroup. *VKR*. (2018). http://www.begroup.com/sv/BE-Group-sverige/Produkter/Stal_ror/Sortiment/Halprofiler-VKRKKRVCKR/Halprofiler_VKR/ (Hämtad 2018-04-12)

11 Bilagor

- 12.1 Bilaga 1 - Beräkningsverktyg, miljöbyggnad 3.0 indikator 15 ISLK ver 1
- 12.2 Bilaga 2 - Beräkningsverktyg, miljöbyggnad 3.0 indikator 15 ISLK ver 2
- 12.3 Bilaga 3 - Beräkningsverktyg, miljöbyggnad 3.0 indikator 15 Föraren 2 & 3 ver 1
- 12.4 Bilaga 4 - EPD, Betongindustri C25/30
- 12.5 Bilaga 5 - EPD, Betongindustri C30/37
- 12.6 Bilaga 6 - EPD, Celsa Armering
- 12.7 Bilaga 7 - EPD, Svensk Betong HD/F
- 12.8 Bilaga 8 - EPD, Peikko Deltabeam
- 12.9 Bilaga 9 - EPD, Peikko Stålkonstruktioner
- 12.10 Bilaga 10 - EPD, Betongindustri C25/30, +12% flygaska
- 12.11 Bilaga 11 - EPD, Betongindustri C30/37, +12% flygaska
- 12.12 Bilaga 12 - EPD, Contiga Stålbalkar
- 12.13 Bilaga 13 - EPD, Norsk Stål Armering
- 12.14 Bilaga 14 - EPD, Norsk Stål Armeringsnät
- 12.15 Bilaga 15 - EPD, NRMCA; National Ready Mix Concrete Association Betong
- 12.16 Bilaga 16 - Intervjuer, diverse

11.1 Bilaga 1

Beräkningsverktyg, miljöbyggnad 3.0 indikator 15 ISLK ver 1

11.2 Bilaga 2

Beräkningsverktyg, miljöbyggnad 3.0 indikator 15 ISLK ver 2

Indikator 15 Stommens och grundkonstruktionens klimatpåverkan
Beräkning och redovisningsverktyg för MB3 vers 15.3 171115

Anledning till versionsuppdatering: Rättad enhet till generiska uppgifter för betong. Och därefter motsvarande för trä.
 Detta verktyg används i MB3 tills IVL:s verktyg publiceras - det innebär ingen skillnad i sak. Båda verktygen använder samma startdata.
 Håll muspekaren över kommenterade celler så dyker hjälptexter upp.
 Om något är oklart, ni upptäcker fel eller det finns någon funktion som behöver förtydligas så hör av er till miljöbyggnad@abc.se så fixar vi till det.
 Uppgifter i de prickade rutorna kan inte ändras
 Ni fyller i rutorna där text eller siffror är röda



Ange byggnadens A _{total} [m ²]	10 300	BRONS			Byggsvaror i SILVER och GULD				Transport i SILVER						Klimatpåverkan per byggvaror från tillverkning och transport		
		Generiska uppgifter i kgCO ₂ /kg	Vikt, kg	Definiert och totalt anta kg CO ₂	Tillräckligt många EPD'er för GULD	Klimatpåverkan i kgCO ₂ /kg med EPD'er och generiska	Klimatpåverkan för transportsätt, generiska data i kgCO ₂ /tonkm			Transport av byggvaror			Klimatpåverkan av transport, kgCO ₂				
C30/37		0,150	1 791 470	268 721	0,11	Betongindustri	191 687	0	0,18	0,05	0,05	82,0				26 442	2 18 129
C25/30		0,150	4 600	690	0,11	Betongindustri	511	0	0,18	0,05	0,05	82,0				68	578
Prefabricerad betong för husbyggnad		0,150	0						0,18	0,05	0,05						0
HDF		0,150	1 173 830	176 075	0,11	Betongindustri	131 469	0	0,18	0,05	0,05	82,0				17 326	1 48 795
Glasull		3	0						0,18	0,05	0,05						0
Stenull		3	0						0,18	0,05	0,05						0
Cellplast EPS		5	0						0,18	0,05	0,05						0
Cellplast XPS		6	0						0,18	0,05	0,05						0
Cellplast PUR		4	0						0,18	0,05	0,05						0
Armeringsjärn		1	35 813	35 813	0,37	Celso stavel (2012)	13 251	0	0,18	0,05	0,05	459,0				2 959	16 210
Armeringsstål S10150		1	38 233	38 233	0,37	Celso stavel (2012)	14 145	0	0,18	0,05	0,05	459,0				3 159	17 305
Armeringsstål B150		1	130	130	0,37	Celso stavel (2012)	48	0	0,18	0,05	0,05	459,0				11	59
Peikko Dehabeam		6	15 847	95 082	2,94	Peikko Dehabeam (2017)	46 590	0	0,18	0,05	0,05	975,0	191		2 933	49 523	
Sålkonstruktioner SWL		6	0						0,18	0,05	0,05					0	0
Stål S355		6	18 621	111 726	1,97	Peikko Steelstructures (2017)	36 683	0	0,18	0,05	0,05	633,0			2 122	38 805	
Spjällåtar och halkakör		3	0						0,18	0,05	0,05					0	0
Hvylat virke		0,064	0						0,18	0,05	0,05					0	0
Limträ		0,133	0						0,18	0,05	0,05					0	0
KI-trä		0,200	0						0,18	0,05	0,05					0	0
Summa i kgCO ₂				726 469				42									48

För BRONS: Klimatpåverkan med generiska data, kgCO₂/A_{total}

BRONS	71
-------	----

Tillräckligt många EPD'er för GULD	0
Summa EPD och generiska data i kgCO ₂ /A _{total}	42

För SILVER krävs minst kgCO ₂ /A _{total} EPD'er	21
För GULD krävs minst kgCO ₂ /A _{total} EPD'er	30

Klimatpåverkan vid produktion av byggvaror, plus A1, A2 och A3 med generiska data.

Klimatpåverkan vid produktion och transport av byggvaror, plus A1, A2, A3 och A4.
 Minst 70 % av klimatpåverkan för produktion av byggvarorna baseras på produktens specifika EPD'er.
 Klimatpåverkan från transporter beräknas med generiska uppgifter för transport och faktiska transportsträckor.
 Klimatpåverkan från A1, A2, A3 och A4 i kgCO₂/m²A_{total} ska vara 10 % lägre än SILVER.

Klimatpåverkan per byggvaror från tillverkning och transport

Redovisning av åtgärder som minskar klimatpåverkan från byggvaror	Skriv själv in klimatpåverkan från byggvaror = VIKT i kg x kgCO ₂ /kg	Projektspecifika klimatdata för transportsätt	Annat avstånd (km)	Beskrivning	Annat vikt, kg	Annat klimatpåverkan i kgCO ₂ /kg	Summa
	0,09	Betongindustri Silvatt flygaska (2012)	158 398				14 217
	0,08	Betongindustri Silvatt flygaska (2012)	373				30
	0,11	Ingen ändring	125 600				10 908
	0,33	Norrsk stål armeringsjärn (2015)	11 639				3 945
	0,31	Norrsk stål armeringsstål (2015)	11 852				3 673
	0,31	Norrsk stål armeringsstål (2015)	40				13
	2,94	Ingen ändring	46 590				13 770
	1,32	Corntiga (2013)	24 580				32 016
Summering av klimatpåverkan efter åtgärder vad gäller byggvaror, kgCO ₂ /A _{total}			38				48

Med angivna åtgärder har klimatpåverkan sänkts med

Redovisning av åtgärder som minskar klimatpåverkan från byggvaror	Skriv själv in klimatpåverkan från byggvaror = VIKT i kg x kgCO ₂ /kg	Projektspecifika klimatdata för transportsätt	Annat avstånd (km)	Beskrivning	Annat vikt, kg	Annat klimatpåverkan i kgCO ₂ /kg	Summa
	0,09	Betongindustri Silvatt flygaska (2012)	158 398				14 217
	0,08	Betongindustri Silvatt flygaska (2012)	373				30
	0,11	Ingen ändring	125 600				10 908
	0,33	Norrsk stål armeringsjärn (2015)	11 639				3 945
	0,31	Norrsk stål armeringsstål (2015)	11 852				3 673
	0,31	Norrsk stål armeringsstål (2015)	40				13
	2,94	Ingen ändring	46 590				13 770
	1,32	Corntiga (2013)	24 580				32 016
Summering av klimatpåverkan efter åtgärder vad gäller transporter, kgCO ₂ /A _{total}			3				40,45

Total klimatpåverkan från byggvaror o 40,45

GULD
 Klimatpåverkan vid produktion och transport av byggvaror, plus A1, A2, A3 och A4.
 Minst 70 % av klimatpåverkan för produktion av byggvarorna baseras på produktens specifika EPD'er.
 Klimatpåverkan från transporter beräknas med generiska uppgifter för transport och faktiska transportsträckor.
 Klimatpåverkan från A1, A2, A3 och A4 i kgCO₂/m²A_{total} ska vara 10 % lägre än SILVER.

Klimatpåverkan vid produktion och transport av byggvaror, plus A1, A2, A3 och A4.
 Minst 70 % av klimatpåverkan för produktion av byggvarorna baseras på produktens specifika EPD'er.
 Klimatpåverkan från transporter beräknas med generiska uppgifter för transport och faktiska transportsträckor.
 Klimatpåverkan från A1, A2, A3 och A4 i kgCO₂/m²A_{total} ska vara 10 % lägre än SILVER.

11.3 Bilaga 3

**Beräkningsverktyg, miljöbyggnad 3.0 indikator 15
Föraren 2 & 3 ver 1**

11.4 Bilaga 4

**EPD, Betongindustri
C25/30**



Svensk Betong

Underlag för EPD för fabriksbetong och prefab enligt EN 15804

INFORMATION

Datum: 2018-04-11

Produkt: C25/30 16 S4

Övrig information: Malmöfabriken

Deklarerad enhet:

1 m³

Denna beräkning av miljöpåverkan är utförd enligt EN 15804, en europeisk standard som styr vilka påverkansfaktorer som ska deklarerars i en EPD för byggprodukter och hur de ska beräknas. I beräkningen ingår alla obligatoriska delar enligt EN 15804 (A1-A3) och som omfattar påverkan från råvaruutvinning och fram till leverans på byggplats. De data som redovisas i en EPD kan användas som indata i en beräkning av en byggnads miljöprestanda som utförs enligt EN 15978.

Vid bedömning av en hel byggnads miljöprestanda bör man utöver data från EPD'n ta hänsyn till byggnadens livslängd. Betong är ett material med lång livslängd, mer än 100 år, det är en viktig egenskap och byggnadens påverkan bör därför bedömas per driftsår om jämförelser ska göras. Underhållsbehovet under hela livscykeln ska också beaktas liksom påverkan från användning, rivning och återvinning. En av betongens unika egenskaper är värmelagringsförmågan som ger förutsättningar för låg energiförbrukning och effektuttag under byggnadens driftstid. Förutom den miljöpåverkan, som beräknas i en LCA, finns dessutom flera andra hållbarhetsaspekter som måste beaktas, tex ingående farliga kemikalier, brandsäkerhet, fuktsäkerhet och ljudisolering.

Miljöpåverkan		Produktion			Konstruktion		
Påverkanskategorier	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	A1-A3
Klimatpåverkan (GWP 100 år)	kg CO2-ekv.	194,52	6,641	0,494	-	-	201,66
Ozonnedbrytning (ODP)	kg R11-ekv.	1,2E-06	6,5E-07	3,9E-07	-	-	2,20E-06
Försurning (AP)	kg SO2-ekv.	2,0E-01	9,2E-02	2,3E-03	-	-	2,97E-01
Övergödning (EP)	kg PO4-ekv.	5,4E-02	9,7E-03	8,9E-04	-	-	6,47E-02
Marknära ozonbildning (POCP)	kg C2H4-ekv.	2,7E-02	2,4E-03	1,7E-04	-	-	2,97E-02
Resursutarmning material (ADP)	kg Sb ekv.	4,6E-04	1,0E-07	1,1E-06	-	-	4,62E-04
Resursutarmning energi (ADP-fossila bränslen)	MJ	5,5E+02	6,3E+01	3,9E+01	-	-	6,51E+02

Resursanvändning

Resurs	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	A1-A3
Förnybar primärenergi använd som energi	MJ, eff. värmevärde	137,18	0,36	20,89	-	-	158,43
Förnybar primärenergi använd produkten	MJ, eff. värmevärde	-	-	-	-	-	0,00
Total förnybar primärenergi	MJ, eff. värmevärde	137,18	0,36	20,89	-	-	158,43
Icke-förnybar primärenergi använd som energi	MJ, eff. värmevärde	781,99	90,54	40,67	-	-	913,21
Icke-förnybar primärenergi använd i produkten	MJ, eff. värmevärde	47,88	-	-	-	-	47,88
Total icke-förnybar primärenergi	MJ, eff. värmevärde	829,87	90,54	40,67	-	-	961,09
Sekundära material	kg	34,72	-	-	-	-	34,72
Sekundära förnybara bränslen	MJ, eff. värmevärde	195,13	-	0,32	-	-	195,45
Sekundära icke-förnybara bränslen	MJ, eff. värmevärde	238,92	-	1,10	-	-	240,03
Vatten	m3	2,73	-	-	-	-	2,73

Övrig miljöinformation som beskriver avfallskategorier och utflöden

Avfallskategorier	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	A1-A3
Farligt avfall	kg	1,9E-03	-	-	-	-	1,9E-03
Icke-farligt avfall	kg	1,9E+00	-	-	-	-	1,9E+00
Radioaktivt avfall	kg	4,9E-02	-	-	-	-	4,9E-02
Komponenter för återanvändning	kg	-	-	-	-	-	0,0E+00
Material för återvinning	kg	-	-	-	-	-	0,0E+00
Material för energiåtervinning	kg	-	-	-	-	-	0,0E+00
Exporterad energi	MJ per energibärare	-	-	-	-	-	0,0E+00

11.5 Bilaga 5

**EPD, Betongindustri
C30/37**



Svensk Betong

Underlag för EPD för fabriksbetong och prefab enligt EN 15804

INFORMATION

Datum: 2018-04-11

Produkt: C30/37 16 S4

Övrig information: Malmöfabriken

Deklarerad enhet:

1 m³

Denna beräkning av miljöpåverkan är utförd enligt EN 15804, en europeisk standard som styr vilka påverkansfaktorer som ska deklarerars i en EPD för byggprodukter och hur de ska beräknas. I beräkningen ingår alla obligatoriska delar enligt EN 15804 (A1-A3) och som omfattar påverkan från råvaruutvinning och fram till leverans på byggplats. De data som redovisas i en EPD kan användas som indata i en beräkning av en byggnads miljöprestanda som utförs enligt EN 15978.

Vid bedömning av en hel byggnads miljöprestanda bör man utöver data från EPD'n ta hänsyn till byggnadens livslängd. Betong är ett material med lång livslängd, mer än 100 år, det är en viktig egenskap och byggnadens påverkan bör därför bedömas per driftsår om jämförelser ska göras. Underhållsbehovet under hela livscykeln ska också beaktas liksom påverkan från användning, rivning och återvinning. En av betongens unika egenskaper är värmelagringsförmågan som ger förutsättningar för låg energiförbrukning och effektuttag under byggnadens driftstid. Förutom den miljöpåverkan, som beräknas i en LCA, finns dessutom flera andra hållbarhetsaspekter som måste beaktas, tex ingående farliga kemikalier, brandsäkerhet, fuktsäkerhet och ljudisolering.

Miljöpåverkan		Produktion			Konstruktion		
Påverkanskategorier	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	A1-A3
Klimatpåverkan (GWP 100 år)	kg CO2-ekv.	226,92	7,000	0,494	-	-	234,42
Ozonnedbrytning (ODP)	kg R11-ekv.	1,2E-06	7,1E-07	3,9E-07	-	-	2,25E-06
Försurning (AP)	kg SO2-ekv.	2,3E-01	1,0E-01	2,3E-03	-	-	3,38E-01
Övergödning (EP)	kg PO4-ekv.	6,0E-02	1,1E-02	8,9E-04	-	-	7,18E-02
Marknära ozonbildning (POCP)	kg C2H4-ekv.	3,1E-02	2,7E-03	1,7E-04	-	-	3,43E-02
Resursutarmning material (ADP)	kg Sb ekv.	5,4E-04	1,2E-07	1,1E-06	-	-	5,38E-04
Resursutarmning energi (ADP-fossila bränslen)	MJ	6,6E+02	6,1E+01	3,9E+01	-	-	7,57E+02

Resursanvändning

Resurs	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	A1-A3
Förnybar primärenergi använd som energi	MJ, eff. värmevärde	154,40	0,35	20,89	-	-	175,64
Förnybar primärenergi använd produkten	MJ, eff. värmevärde	-	-	-	-	-	0,00
Total förnybar primärenergi	MJ, eff. värmevärde	154,40	0,35	20,89	-	-	175,64
Icke-förnybar primärenergi använd som energi	MJ, eff. värmevärde	905,45	93,71	40,67	-	-	1039,84
Icke-förnybar primärenergi använd i produkten	MJ, eff. värmevärde	71,82	-	-	-	-	71,82
Total icke-förnybar primärenergi	MJ, eff. värmevärde	977,27	93,71	40,67	-	-	1111,66
Sekundära material	kg	40,42	-	-	-	-	40,42
Sekundära förnybara bränslen	MJ, eff. värmevärde	227,19	-	0,32	-	-	227,51
Sekundära icke-förnybara bränslen	MJ, eff. värmevärde	278,18	-	1,10	-	-	279,28
Vatten	m3	2,76	-	-	-	-	2,76

Övrig miljöinformation som beskriver avfallskategorier och utflöden

Avfallskategorier	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	A1-A3
Farligt avfall	kg	2,2E-03	-	-	-	-	2,2E-03
Icke-farligt avfall	kg	2,2E+00	-	-	-	-	2,2E+00
Radioaktivt avfall	kg	5,7E-02	-	-	-	-	5,7E-02
Komponenter för återanvändning	kg	-	-	-	-	-	0,0E+00
Material för återvinning	kg	-	-	-	-	-	0,0E+00
Material för energiåtervinning	kg	-	-	-	-	-	0,0E+00
Exporterad energi	MJ per energibärare	-	-	-	-	-	0,0E+00

11.6 Bilaga 6

EPD, Celsa Armering

<https://gryphon4.environdec.com/system/data/files/6/8564/epd305%20Celsa%20Steel%20Service%202018.pdf>

ENVIRONMENTAL PERFORMANCE DECLARATION

Declared unit; 1 tonne of average reinforcement product in Sweden	Unit/tonne	A1 Upstream processes	A2 Transports to the core process	A3 Core process	A4 Transport to the construct site*	A1-3 Total
Impact category result						
Climate change	kg CO ₂ eq.	330	37	1.6	28	370
Acidification	kg SO ₂ eq.	0.5	0.28	9.3 · 10 ⁻⁴	0.086	0.78
Eutrophication	kg PO ₄ ³⁻ eq.	0.11	0.066	2.3 · 10 ⁻⁴	0.022	0.17
Stratospheric ozone depletion	kg CFC-11 eq.	2.85 · 10 ⁻⁶	1.7 · 10 ⁻¹⁰	2.6 · 10 ⁻¹²	1.9 · 10 ⁻¹⁰	2.9E-06
Ground level photochemical ozone ¹⁾	kg C ₂ H ₄ eq.	0.043	0.019	3.8 · 10 ⁻⁵	-0.026 ²⁾	0.063
Depletion of abiotic resources (elements)	kg Sb eq.	1.36 · 10 ⁻⁴	1.2 · 10 ⁻⁶	1.3 · 10 ⁻⁸	1.3 · 10 ⁻⁶	1.4E-04
Depletion of abiotic resources (fossil)	MJ net calorific value	1542	503	1.2	384	2046

Site specific impact category result

Inventory result, energy resource consumption						
Electricity use by the core process	MJ			239		
Electricity use by the steel process	MJ	2403				

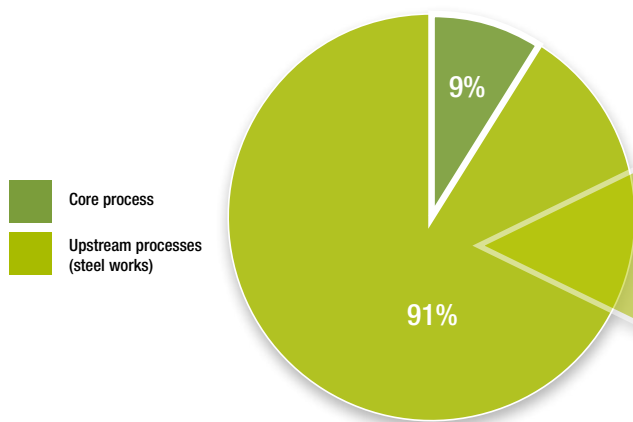
*Transportation distance 500 km

¹⁾ Including impact from NO_x

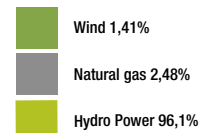
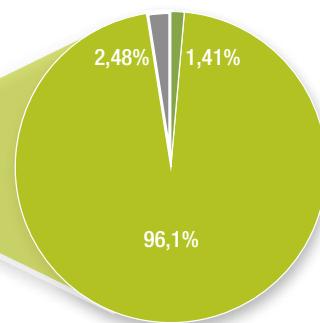
²⁾ Reported emissions of nitrogen monoxide with negative POCP from trucks.



Electricity usage in the processes



Electricity mix for the steel works



The supplier Celsa Armeringsstål is the largest steel recycling company in Norway



USE OF RESOURCES

The result on resource handling covering the production stage (cradle-to-gate), i.e. from resource extraction to the manufactured product ready to be delivered from the factory, is given below.

Declared unit; 1 tonne of average reinforcement product in Sweden	Unit/tonne	A1 Upstream processes	A2 Transports to the core process	A3 Core process	A4 Transport to the construct site	A1–3 Total
Resource use						
Use of renewable primary energy excluding renewable primary energy	MJ, net calorific value	3605	7.1	0.070	22	3612
Use of renewable primary energy resources used as raw materials	MJ, net calorific value	3.1				3.1
Total use of renewable primary energy resources (primary energy and primary energy resources used as raw materials)	MJ, net calorific value	3608	7.1	0.070	22	3615
Use of non-renewable primary energy excluding non-renewable primary energy resources used as raw materials	MJ, net calorific value	1830	504	1.3	387	2335
Use of non-renewable primary energy resources used as raw materials	MJ, net calorific value	69 ¹⁾				69 ¹⁾
Total use of non-renewable primary energy resources (primary energy and primary energy resources used as raw materials)	MJ, net calorific value	1899	504	1.3	387	2404
Use of secondary material	kg	1122				1122
Use of renewable secondary fuels	MJ, net calorific value	23	0.0033	6.7 · 10 ⁻⁴	0.0031	23
Use of non-renewable secondary fuels	MJ, net calorific value	1029	0.035	0.0021	0.032	1029
Use of net fresh water	m ³	40	0.0035	4.3 · 10 ⁻⁴	0.0036	40

¹⁾ Includes the energy of combustion of 0,2 % w/w of carbon in the steel (32,7 MJ/kg C(graphite)).

OTHER INDICATORS

Declared unit; 1 tonne of average reinforcement product in Sweden	Unit/tonne	A1 Upstream processes	A2 Transports to the core process	A3 Core process	A4 Transport to the construct site	A1–3 Total
By-products (no allocation)						
Slags	kg	141				141
Zinc-containing dust	kg	15				15
Steel scrap	kg			11.2		11.2
Mill scales	kg	15.4		0.91		16
Waste disposal						
Hazardous waste disposed	kg	0.11	$6.1 \cdot 10^{-5}$	0.014	$1.8 \cdot 10^{-4}$	0.12
Non-hazardous waste disposed	kg	230	1.5	3.0	2.0	235
Radioactive waste disposed	kg	0.11	$7.1 \cdot 10^{-4}$	$1.6 \cdot 10^{-5}$	$8.1 \cdot 10^{-4}$	0.11

CATEGORIES OF IMPACT

Acidification

a phenomenon whereby atmospheric precipitations have a lower-than-normal pH value, which can cause damage to forests and crops, and to aquatic ecosystems and manufactured items. It is due to emissions of SO_2 , NO_x and NH_3 , which are therefore included in the Acidification Potential (AP) indicator, expressed as SO_2 -eq.

Ozone depletion

degradation of the stratospheric ozone layer, which blocks the ultra-violet component of sunlight, by means of highly reactive compounds originating from chlorofluorocarbons (CFCs) or chlorofluoromethanes (CFMs). The substance used as a reference for the ODP (Ozone-Depletion Potential) is trichlorofluoromethane, or CFC-11.

Greenhouse effect

a phenomenon whereby infra-red rays emitted by the earth's surface following solar heating are absorbed by molecules present in the atmosphere and reemitted in the form of heat, causing global warming of the atmosphere. The indicator used here is the GWP (Global Warming Potential), which covers emissions of carbon dioxide, the main greenhouse gas, and other gases with a higher degree of infra-red absorption, such as methane (CH_4), nitrous gas (N_2O) and chlorofluorocarbons (CFCs), which are expressed as a function of the degree of absorption of CO_2 .

Eutrophication

the enrichment of watercourses with nutrients, which causes imbalances in aquatic ecosystems due to overdevelopment as the result of a lack of nutritional limitations. Eutrophication Potential (EP) mainly covers phosphorous and nitrogen salts, and is expressed as PO_4^{3-} eq.

Photochemical ozone creation

the production of compounds which, by the action of light, are able to promote an oxidation reaction that leads to the production of ozone in the troposphere. The POCP (Photochemical Ozone Creation Potential) indicator mainly concerns VOCs (Volatile Organic Compounds) and is expressed as equivalent weight of ethylene (C_2H_4).



11.7 Bilaga 7

EPD, Svensk Betong HD/F

<http://epd-norge.no/betongvarer/betong-foer-haalbjalklag-article1544-316.html>



ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804

Ägare av deklARATIONEN:

Program operatör:

Utgivare:

Deklarations nummer:

Publiserings nummer:

ECO Platform registreringsnummer:

Godkänd datum:

Giltig till:

Svensk Betong

Näringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner

Näringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner

NEPD-1298-419-SE

NEPD-1298-419-SE

-

27.03.2017

27.03.2022

Betong för håldäcksbjälklag (HD/F)

Svensk Betong



Svensk Betong

www.epd-norge.no



Produkt

Produktbeskrivning:

Inventeringen baseras på uppgifter från en exempeltillverkare i Sverige. Betongreceptet är ett exempel på en betongkvalitet som används för håldäcksbjällklag inomhus. Det låga vct-talet på 0,40 medger hög hållfasthetsklass och en snabb uttorkning av konstruktionen.

Betong för håldäck produceras inom samma fabrik som tillverkar prefabricerade håldäck. En torr inomhuskonstruktion i betong utsätts inte för några naturliga nedbrytningsmekanismer och har därför ingen begränsning i livslängd. Det medger också lågt behov av utbyten, underhåll och renovering under driftsfasen.

Bärförmågan möjliggör stora spännvidder vilket medger flexibelt brukande av byggnaden under driftsfasen. Med betong uppfylls utan svårigheter en modern byggnads krav på ljudisolering, brandskydd och fuktsäkerhet. Betong är ett oorganiskt material som inte möglar eller tar skada av fukt. En av betongens viktiga egenskaper är värmelagringsförmågan som ger förutsättningar för låg energiförbrukning och effektuttag under byggnadens hela driftstid. Betong är återvinningsbart, vanligtvis som fyllnadsmaterial. Se vidare på Betongföreningens hemsida om betongens egenskaper vid miljöcertifiering (se länk nedan).

<http://betongforeningen.se/radkommitteer/hallbarhetsradet/miljocertifiering/>

Produktinnehåll:

Innehåll för en kubikmeter betong

Materialer	kg	vikt-%
Cement	360	14.8
Ballast	1925	79.2
Vatten	144	5.9
Superplasticerare	1.44	0.06
Summa	2430	100

Tekniska data:

Hållfasthetsklass C40/50-C50/60. Normal exponeringsklass är X0. Mängden cement kan variera med max +10 % av vad som anges under produktinnehåll. Cement är Cementas Bascement CEM II/A-V 52,5 N eller deklarerat cement med lägre eller motsvarande miljöpåverkan. Se EPD-HCG-20140205-CAA1-EN.

Marknadsområde:

Sverige

Livslängd:

Betong inomhus i exponeringsklass X0 utsätts inte för armeringskorrosion eller frostangrepp. Livslängden bestäms av övriga material i byggnaden.

LCA: Resultat

Systemgränser (X = ingår, MID = ingår inte, MIR = inte relevant)

Produktskedet			Byggprocess-skedet		Användningsskedet							Slutskedet				Utanför system-gränserna
Råvaruförbrjning	Transport	Tillverkning	Transport	Konstruktions- och installationsprocessen	Användningsskedet	Underhåll	Reparation	Utbyte	Renovering	Driftsenergi	Driftens vattenanvändning	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfallshantering	Potential för återanvändning och/eller återvinning uttryckt som nettopåverkan och miljönöta
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	MID	MID	MID	MID	MID	MID	MID	MIR	MIR	MID	MID	MID	MID	MID

Miljöpåverkan

Parameter	enhet/m ³	A1	A2	A3	A1- A3				
GWP	kg CO ₂ -ekv	247	6.22	4.56	258*				
ODP	kg CFC11-ekv	1.15E-06	6.58E-07	2.25E-06	4.06E-06				
POCP	kg C ₂ H ₄ -ekv	3.40E-02	3.36E-03	4.75E-03	4.21E-02				
AP	kg SO ₂ -ekv	2.49E-01	1.22E-01	5.58E-02	4.28E-01				
EP	kg PO ₄ ³⁻ -ekv	6.26E-02	1.19E-02	2.31E-02	9.76E-02				
ADPM	kg Sb-ekv	5.91E-04	1.35E-07	3.88E-06	5.95E-04				
ADPE	MJ	680	34	234	948				

* Motsvarar 107 kg CO₂-ekv/ton betong

GWP Global warming potential; ODP Depletion potential of the stratospheric ozone layer; POCP Formation potential of tropospheric photochemical oxidants; AP Acidification potential of land and water; EP Eutrophication potential; ADPM Abiotic depletion potential for non fossil resources; ADPE Abiotic depletion potential for fossil resources.

Resursanvändning

Parameter	enhet/m ³	A1	A2	A3	A1-A3				
RPEE	MJ	163	0.20	489	652				
RPEM	MJ	0	0	0	0				
TPE	MJ	163	0.20	489	652				
NRPE	MJ	945	75.9	262	1282				
NRPM	MJ	38.3	0	0	38.3				
TRPE	MJ	983	75.9	262	1320				
SM	kg	44.6	0	0	44.6				
RSF	MJ	251	0	0	251				
NRSF	MJ	307	0	0	307				
W	m ³	2.85	0	0.41	3.26				

RPEE Renewable primary energy resources used as energy carrier; RPEM Renewable primary energy resources used as raw materials; TPE Total use of renewable primary energy resources; NRPE Non renewable primary energy resources used as energy carrier; NRPM Non renewable primary energy resources used as materials; TRPE Total use of non renewable primary energy resources; SM Use of secondary materials; RSF Use of renewable secondary fuels; NRSF Use of non renewable secondary fuels; W Use of net fresh water.

Avfall

Parameter	enhet/m ³	A1	A2	A3	A1- A3				
HW	kg	0.0024	0	0	0.0024				
NHW	kg	2.4	0	81.5	83.9				
RW	kg	0.06	0	0	0.06				

HW Hazardous waste disposed; NHW Non hazardous waste disposed; RW Radioactive waste disposed

Utflöde

Parameter	enhet/m ³	A1	A2	A3	A1- A3				
CR	kg	0	0	0	0				
MR	kg	0	0	0	0				
MER	kg	0	0	0	0				
EEE	MJ	0	0	0	0				
ETE	MJ	0	0	0	0				

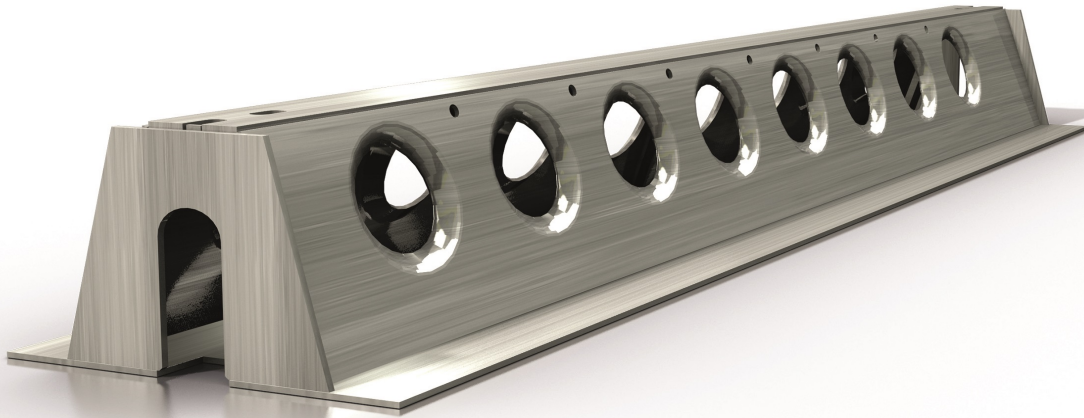
CR Components for reuse; MR Materials for recycling; MER Materials for energy recovery; EEE Exported electric energy; ETE Exported thermal energy.

Läsexempel: $9,0 \text{ E-03} = 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

11.8 Bilaga 8

EPD, Peikko Deltabeam

https://d76yt12idvq5b.cloudfront.net/file/dl/i/PyEAXQ/CXWYG6X1JB7kAh_qIrY14Q/Peikko_EP_DeltaBeam.pdf



Rakennustietosäätiö RTS
Building Information
Foundation RTS

RTS EPD, No. 10
Deltabeam

Scope of the declaration

This environmental product declaration covers the environmental impacts of the Peikko DELTABEAM. The declaration has been prepared in accordance with EN 15804:2012+A1:2013 and ISO 14025 standards and the additional requirements stated in the RTS PCR (English version, 2.6.2016). This declaration covers the life cycle stages from cradle-to-gate as well as the treatment and recovery of the product at its end-of-life.

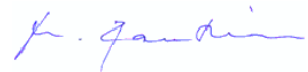
RAKENNUSTIETO >

28.8.2017
Building Information Foundation
RTS
Malminkatu 16 A
00100 Helsinki

<http://epd.rts.fi>



Laura Sariola
Committee secretary



Matti Rautiola
RTS managing director



Scope of the Life-Cycle Assessment (7.2.1-2)

Mark all the covered modules of the EPD with X. Mandatory modules are marked with blue in the table below. This declaration covers “cradle-to-gate with options”. For other fields mark MND (module not declared) or MNR (module not relevant)

Product stage			Assembly stage		Use stage							End of life stage				Beyond the system boundaries		
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	D	D
x	x	x	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	x	x	x	x	MNR	MNR	x
Raw materials	Transport	Manufacturing	Transport	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse	Recovery	Recycling

	Mandatory modules
	Mandatory as per the RTS PCR section 6.2.1 rules and terms
	Optional modules based on scenarios

Environmental impacts and raw-material use (7.2.3-7.2.4)

19. Environmental impacts

The global warming potential (GWP) of the manufacturing process (A1-A3) is dominated by the impacts of the steel raw materials. Of the studied modules, the product stage (A1-A3) has the largest impact on the results.

Environmental impact									
Parameter	Unit	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D	
Global warming potential	kg CO2 -eqv	2,94E0	MND	5,77E-2	1,54E-2	1,57E-2	1,06E-3	-1,26E0	
Depletion of stratospheric ozone layer	kg CFC11-eqv	2,02E-7	MND	1,06E-8	3,4E-9	2,34E-9	2,72E-10	-6,35E-8	
Formation of photochemical ozone	kg C2H4 -eqv	1,68E-3	MND	1,17E-5	2,34E-6	2,56E-6	3,4E-7	-9,43E-4	
Acidification	kg SO2 -eqv	2,39E-2	MND	4,38E-4	7,85E-5	3,87E-5	7,3E-6	-5,45E-3	
Eutrophication	kg PO4 3--eqv	9,88E-3	MND	1E-4	1,8E-5	1,28E-5	2,2E-6	-1,82E-3	
Abiotic depletion of non fossil resources	kg Sb-eqv	3,71E-5	MND	1,79E-8	4,06E-8	3,93E-9	1,4E-9	-3,49E-7	
Abiotic depletion of fossil resources	MJ	3,15E1	MND	8,43E-1	4,17E-1	2,00E-1	2,5E-2	-1,28E1	

20. Use of natural resources

Resource use									
Parameter	Unit	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D	
Renewable primary energy resources used as energy carrier	MJ	3,47E0	MND	4,94E-3	5,25E-4	1,71E-2	7,88E-4	-2,49E-1	
Renewable primary energy resources used as raw materials	MJ	0E0	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	
Total use of renewable primary energy resources	MJ	3,47E0	MND	4,94E-3	5,25E-4	1,71E-2	7,88E-4	-2,49E-1	
Nonrenewable primary energy resources used as energy carrier	MJ	3,64E1	MND	8,97E-1	3,46E-1	2,22E-1	2,72E-2	-1,37E1	
Nonrenewable primary energy resources used as materials	MJ	0E0	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	
Total use of nonrenewable primary energy resources	MJ	3,64E1	MND	8,97E-1	3,46E-1	2,22E-1	2,72E-2	-1,37E1	
Use of secondary materials	kg	2,36E-1	MND	5,95E-6	0E0	0E0	0E0	0E0	
Use of renewable secondary fuels	MJ	0E0	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	
Use of nonrenewable secondary fuels	MJ	0E0	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	
Use of net fresh water	m ³	5,69E-3	MND	2,61E-5	1,27E-5	1,58E-5	2,69E-6	-8,99E-4	

21. End of life - Waste

Waste									
Parameter	Unit	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D	
Hazardous waste	kg	2,39E-3	MND	3,61E-7	1,39E-7	9,62E-8	2,01E-8	-1,3E-4	
Non-hazardous waste	kg	1,27E0	MND	9,01E-4	3,03E-2	2,37E-4	1E-1	-5,1E-2	
Radioactive waste	kg	1,05E-4	MND	5,95E-6	2E-6	1,35E-6	1,55E-7	-1,48E-5	

22. End of life - Output flow

Output flow									
Parameter	Unit	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D	
Components for reuse	kg	0E0	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	
Materials for recycling	kg	2,14E-1	MND	0E0	0E0	9E-1	0E0	0E0	
Materials for energy recovery	kg	1,42E-3	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	
Exported energy	MJ	0E0	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	

11.9 Bilaga 9

EPD, Peikko Stålkonstruktioner

https://d76yt12idvq5b.cloudfront.net/file/dl/i/urLtsA/qKPjfRNVbyQ3w3qWydKngA/Peikko_EPSteelStructures.pdf



Rakennustietosäätio RTS
Building Information
Foundation RTS

FHG'9D8ž' Bc'' -
Steel structures

Scope of the declaration

This environmental product declaration covers the environmental impacts of the Peikko steel structures. The declaration has been prepared in accordance with EN 15804:2012+A1:2013 and ISO 14025 standards and the additional requirements stated in the RTS PCR (English version, 2.6.2016). This declaration covers the life cycle stages from cradle-to-gate as well as the treatment and recovery of the product at its end-of-life.

RAKENNUSTIETO >

%("\$* "&\$%+`
 6i]X]b[`=-bZcfa Uh]cb` : ci bXUh]cb`
 FHG`
 A Ua]b_Uh `%' 5`
 \$\$\$%\$ \$ <Yg]b_]`
 \trd. ##YdX"frg"Z`



Laura sariola
 7ca a]HYY`gVWYHUFm



Matti Rautiola
 FHG`a UbU[]b[`X]rVWtcf`



Scope of the Life-Cycle Assessment (7.2.1-2)

Mark all the covered modules of the EPD with X. Mandatory modules are marked with blue in the table below. This declaration covers “cradle-to-gate with options”. For other fields mark MND (module not declared) or MNR (module not relevant)

Product stage			Assembly stage		Use stage							End of life stage				Beyond the system boundaries		
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	D	D
x	x	x	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	x	x	x	x	MNR	MNR	x
Raw materials	Transport	Manufacturing	Transport	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse	Recovery	Recycling

	Mandatory modules
	Mandatory as per the RTS PCR section 6.2.1 rules and terms
	Optional modules based on scenarios

Environmental impacts and raw-material use (7.2.3-7.2.4)

19. Environmental impacts

The calculated impacts represent the average product composition inside the product group. Products with the following material composition ranges are within 10% variability of the A1-A3 impacts; profiles 52-58 w%, plate 22-28 w% (total 80%). The remaining share consists of pre-fabricated parts, steel profiles, stainless steel, welding fillers and paint for which the w% can vary inside the 20w%. The variance from the original values is +- 3% for the GWP.

Environmental impact									
Parameter	Unit	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D	
Global warming potential	kg CO2 -eqv	1,97E0	MND	5,77E-2	1,54E-2	2,78E-3	1,06E-3	-6,18E-1	
Depletion of stratospheric ozone layer	kg CFC11-eqv	1,63E-7	MND	1,06E-8	3,4E-9	1,5E-10	2,72E-10	-3,11E-8	
Formation of photochemical ozone	kg C2H4 -eqv	9,37E-4	MND	1,17E-5	2,34E-6	6,02E-7	3,4E-7	-4,62E-4	
Acidification	kg SO2 -eqv	1,8E-2	MND	4,38E-4	7,85E-5	1,96E-5	7,3E-6	-2,67E-3	
Eutrophication	kg PO4 3--eqv	5,6E-3	MND	1E-4	1,8E-5	8,86E-6	2,2E-6	-8,91E-4	
Abiotic depletion of non fossil resources	kg Sb-eqv	1,93E-5	MND	1,79E-8	4,06E-8	2,18E-9	1,4E-9	-1,71E-7	
Abiotic depletion of fossil resources	MJ	2,31E1	MND	8,43E-1	4,17E-1	2,93E-2	2,5E-2	-6,25E0	

20. Use of natural resources

Resource use									
Parameter	Unit	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D	
Renewable primary energy resources used as energy carrier	MJ	2,34E0	MND	4,94E-3	5,25E-4	4,06E-3	7,88E-4	-1,22E-1	
Renewable primary energy resources used as raw materials	MJ	0E0	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	
Total use of renewable primary energy resources	MJ	2,34E0	MND	4,94E-3	5,25E-4	4,06E-3	7,88E-4	-1,22E-1	
Nonrenewable primary energy resources used as energy carrier	MJ	2,73E1	MND	8,97E-1	3,46E-1	3,72E-2	2,72E-2	-6,71E0	
Nonrenewable primary energy resources used as materials	MJ	1,13E-2	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	
Total use of nonrenewable primary energy resources	MJ	2,74E1	MND	8,97E-1	3,46E-1	3,72E-2	2,72E-2	-6,71E0	
Use of secondary materials	kg	6,64E-1	MND	5,95E-6	0E0	0E0	0E0	0E0	
Use of renewable secondary fuels	MJ	8,59E-7	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	
Use of nonrenewable secondary fuels	MJ	8,82E-6	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	
Use of net fresh water	m ³	5,75E-3	MND	2,61E-5	1,27E-5	7,76E-6	2,69E-6	-4,4E-4	

21. End of life - Waste

Waste									
Parameter	Unit	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D	
Hazardous waste	kg	1,81E-4	MND	3,61E-7	1,39E-7	5,02E-8	2,01E-8	-6,36E-5	
Non-hazardous waste	kg	8,13E-1	MND	9,01E-4	3,03E-2	1,62E-4	1E-1	-2,5E-2	
Radioactive waste	kg	1,01E-4	MND	5,95E-6	2E-6	1,2E-7	1,55E-7	-7,24E-6	

22. End of life - Output flow

Output flow									
Parameter	Unit	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D	
Components for reuse	kg	0E0	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	
Materials for recycling	kg	8,88E-2	MND	0E0	0E0	9E-1	0E0	0E0	
Materials for energy recovery	kg	0E0	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	
Exported energy	MJ	0E0	MND	0E0	0E0	0E0	0E0	0E0	

11.10 Bilaga 10

**EPD, Betongindustri
C25/30, +12% flygaska**



Svensk Betong

Underlag för EPD för fabriksbetong och prefab enligt EN 15804

INFORMATION

Datum: 2018-05-09

Produkt: C25/30 16 S4 FA

Övrig information: Malmöfabriken

Deklarerad enhet:

1 m³

Denna beräkning av miljöpåverkan är utförd enligt EN 15804, en europeisk standard som styr vilka påverkansfaktorer som ska deklarerars i en EPD för byggprodukter och hur de ska beräknas. I beräkningen ingår alla obligatoriska delar enligt EN 15804 (A1-A3) och som omfattar påverkan från råvaruutvinning och fram till leverans på byggplats. De data som redovisas i en EPD kan användas som indata i en beräkning av en byggnads miljöprestanda som utförs enligt EN 15978.

Vid bedömning av en hel byggnads miljöprestanda bör man utöver data från EPD'n ta hänsyn till byggnadens livslängd. Betong är ett material med lång livslängd, mer än 100 år, det är en viktig egenskap och byggnadens påverkan bör därför bedömas per driftsår om jämförelser ska göras. Underhållsbehovet under hela livscykeln ska också beaktas liksom påverkan från användning, rivning och återvinning. En av betongens unika egenskaper är värmelagringsförmågan som ger förutsättningar för låg energiförbrukning och effektuttag under byggnadens driftstid. Förutom den miljöpåverkan, som beräknas i en LCA, finns dessutom flera andra hållbarhetsaspekter som måste beaktas, tex ingående farliga kemikalier, brandsäkerhet, fuktsäkerhet och ljudisolering.

Miljöpåverkan		Produktion			Konstruktion		
Påverkanskategorier	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	A1-A3
Klimatpåverkan (GWP 100 år)	kg CO2-ekv.	177,78	6,810	2,031	-	-	186,62
Ozonnedbrytning (ODP)	kg R11-ekv.	1,1E-06	6,7E-07	1,0E-06	-	-	2,85E-06
Försurning (AP)	kg SO2-ekv.	1,9E-01	9,7E-02	1,3E-02	-	-	2,98E-01
Övergödning (EP)	kg PO4-ekv.	5,1E-02	1,0E-02	4,8E-03	-	-	6,62E-02
Marknära ozonbildning (POCP)	kg C2H4-ekv.	2,5E-02	2,5E-03	1,1E-03	-	-	2,86E-02
Resursutarmning material (ADP)	kg Sb ekv.	4,2E-04	1,1E-07	6,7E-06	-	-	4,27E-04
Resursutarmning energi (ADP-fossila bränslen)	MJ	5,0E+02	6,2E+01	4,2E+01	-	-	6,09E+02

Resursanvändning

Resurs	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	A1-A3
Förnybar primärenergi använd som energi	MJ, eff. värmevärde	128,08	0,39	54,01	-	-	182,48
Förnybar primärenergi använd produkten	MJ, eff. värmevärde	-	-	-	-	-	0,00
Total förnybar primärenergi	MJ, eff. värmevärde	128,08	0,39	54,01	-	-	182,48
Icke-förnybar primärenergi använd som energi	MJ, eff. värmevärde	726,29	92,00	67,60	-	-	885,89
Icke-förnybar primärenergi använd i produkten	MJ, eff. värmevärde	47,88	-	-	-	-	47,88
Total icke-förnybar primärenergi	MJ, eff. värmevärde	774,17	92,00	67,60	-	-	933,77
Sekundära material	kg	66,62	-	-	-	-	66,62
Sekundära förnybara bränslen	MJ, eff. värmevärde	177,71	-	4,18	-	-	181,89
Sekundära icke-förnybara bränslen	MJ, eff. värmevärde	217,59	-	14,37	-	-	231,96
Vatten	m3	2,68	-	-	-	-	2,68

Övrig miljöinformation som beskriver avfallskategorier och utflöden

Avfallskategorier	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	A1-A3
Farligt avfall	kg	1,7E-03	-	-	-	-	1,7E-03
Icke-farligt avfall	kg	1,7E+00	-	-	-	-	1,7E+00
Radioaktivt avfall	kg	4,4E-02	-	-	-	-	4,4E-02
Komponenter för återanvändning	kg	-	-	-	-	-	0,0E+00
Material för återvinning	kg	-	-	-	-	-	0,0E+00
Material för energiåtervinning	kg	-	-	-	-	-	0,0E+00
Exporterad energi	MJ per energibärare	-	-	-	-	-	0,0E+00

11.11 Bilaga 11

**EPD, Betongindustri
C30/37, +12% flygaska**



Svensk Betong

Underlag för EPD för fabriksbetong och prefab enligt EN 15804

INFORMATION

Datum: 2018-05-09

Produkt: C30/37 16 S4 FA

Övrig information: Malmöfabriken

Deklarerad enhet:

1 m³

Denna beräkning av miljöpåverkan är utförd enligt EN 15804, en europeisk standard som styr vilka påverkansfaktorer som ska deklarerats i en EPD för byggprodukter och hur de ska beräknas. I beräkningen ingår alla obligatoriska delar enligt EN 15804 (A1-A3) och som omfattar påverkan från råvaruutvinning och fram till leverans på byggplats. De data som redovisas i en EPD kan användas som indata i en beräkning av en byggnads miljöprestanda som utförs enligt EN 15978.

Vid bedömning av en hel byggnads miljöprestanda bör man utöver data från EPD'n ta hänsyn till byggnadens livslängd. Betong är ett material med lång livslängd, mer än 100 år, det är en viktig egenskap och byggnadens påverkan bör därför bedömas per driftsår om jämförelser ska göras. Underhållsbehovet under hela livscykeln ska också beaktas liksom påverkan från användning, rivning och återvinning. En av betongens unika egenskaper är värmelagringsförmågan som ger förutsättningar för låg energiförbrukning och effektuttag under byggnadens driftstid. Förutom den miljöpåverkan, som beräknas i en LCA, finns dessutom flera andra hållbarhetsaspekter som måste beaktas, tex ingående farliga kemikalier, brandsäkerhet, fuktsäkerhet och ljudisolering.

Miljöpåverkan		Produktion			Konstruktion		
Påverkanskategorier	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	A1-A3
Klimatpåverkan (GWP 100 år)	kg CO2-ekv.	206,19	7,128	2,031	-	-	215,35
Ozonnedbrytning (ODP)	kg R11-ekv.	1,1E-06	7,2E-07	1,0E-06	-	-	2,91E-06
Försurning (AP)	kg SO2-ekv.	2,1E-01	1,1E-01	1,3E-02	-	-	3,35E-01
Övergödning (EP)	kg PO4-ekv.	5,7E-02	1,1E-02	4,8E-03	-	-	7,26E-02
Marknära ozonbildning (POCP)	kg C2H4-ekv.	2,9E-02	2,8E-03	1,1E-03	-	-	3,27E-02
Resursutarmning material (ADP)	kg Sb ekv.	4,9E-04	1,2E-07	6,7E-06	-	-	4,93E-04
Resursutarmning energi (ADP-fossila bränslen)	MJ	6,0E+02	6,1E+01	4,2E+01	-	-	7,04E+02

Resursanvändning

Resurs	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	A1-A3
Förnybar primärenergi använd som energi	MJ, eff. värmevärde	143,33	0,38	54,01	-	-	197,72
Förnybar primärenergi använd produkten	MJ, eff. värmevärde	-	-	-	-	-	0,00
Total förnybar primärenergi	MJ, eff. värmevärde	143,33	0,38	54,01	-	-	197,72
Icke-förnybar primärenergi använd som energi	MJ, eff. värmevärde	837,12	94,84	67,60	-	-	999,56
Icke-förnybar primärenergi använd i produkten	MJ, eff. värmevärde	71,82	-	-	-	-	71,82
Total icke-förnybar primärenergi	MJ, eff. värmevärde	908,94	94,84	67,60	-	-	1071,38
Sekundära material	kg	71,58	-	-	-	-	71,58
Sekundära förnybara bränslen	MJ, eff. värmevärde	205,59	-	4,18	-	-	209,76
Sekundära icke-förnybara bränslen	MJ, eff. värmevärde	251,72	-	14,37	-	-	266,10
Vatten	m3	2,71	-	-	-	-	2,71

Övrig miljöinformation som beskriver avfallskategorier och utflöden

Avfallskategorier	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	A1-A3
Farligt avfall	kg	2,0E-03	-	-	-	-	2,0E-03
Icke-farligt avfall	kg	2,0E+00	-	-	-	-	2,0E+00
Radioaktivt avfall	kg	5,2E-02	-	-	-	-	5,2E-02
Komponenter för återanvändning	kg	-	-	-	-	-	0,0E+00
Material för återvinning	kg	-	-	-	-	-	0,0E+00
Material för energiåtervinning	kg	-	-	-	-	-	0,0E+00
Exporterad energi	MJ per energibärare	-	-	-	-	-	0,0E+00

11.12 Bilaga 12

EPD, Contiga Stålbalkar

<http://epd-norge.no/staalkonstruksjoner/i-h-u-l-t-and-wide-flats-hot-rolled-sections-article1171-323.html>

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION



ISO 14025 ISO 21930 EN 15804

Owner of the declaration	Contiga AS
Program holder	The Norwegian EPD Foundation
Publisher	The Norwegian EPD Foundation
Declaration number	00081E rev1
Issue date	25.11.2013
Valid to	25.11.2018

I, H, U, L, T and wide flats hot-rolled sections

Product

Contiga AS
Manufacturer



General information

I, H, U, L, T and wide flats hot-rolled sections

Product

Program holder

The Norwegian EPD Foundation
Post Box 5250 Majorstuen, 0303 Oslo
Phone: +47 23 08 80 00
e-mail: post@epd-norge.no

Declaration number:

00081E rev1

This declaration is based on Product Category Rules:

CEN Standard EN 15804 serve as core PCR
NPCR 01-Revision 1 (08 2013) on steel as construction material

Declared unit:

per kg steel

Declared unit with option:

Functional unit:

per kg building steel structure with an expected service life of 100 years.

The environmental product declaration has been

worked out by:

Adriana C. GuerraCalle, NTNU
Michael Myrvold Jensen, NTNU



Verification:

Independent verification of data and other environmental information has been carried out in accordance with ISO14025, 8.1.3.

externally internally

Annik Magerholm Fet

Prof. Dr. ing. Annik Magerholm Fet
(Independent verifier approved by EPD Norway)

Contiga AS

Manufacturer

Owner of the declaration:

Contiga AS
Contact person: Tonje Bay-Eriksson
Phone: 0047 69244600
e-mail: tonje.bay@contiga.no

Place of production:

EENVEGEN 31, 2216 ROVERUD

Management system:

ISO 14001

Org. No:

971 507 837

Issue date

25.11.2013

Valid to

25.11.2018

Comparability:

EPD of construction products may not be comparable if they not comply with EN 15804

Year of study:

2013

Approved according to ISO14025, 8.1.4

Sverre Fossdal

Dr. ing Sverre Fossdal
(Chairman of the Verification Group of EPD-Norway)

Declared unit:

per kg steel

Key environmental indicators	Unit	Cradle to gate A1 - A3	Transport A4 ₁	Module D
Global warming	kg CO ₂ -eqv	1,32	0	-0,23
Energy use	MJ	22,24	0	-1,14
Dangerous substances	*	-	-	-
Recycled material in**	%	85	-	-
Recycled material out***	%	99	-	14

* The product contains no substances from the REACH Candidate list or the Norwegian priority list

A4₁ Transport from production site to central warehouse in Norway

** The fraction of recycled steel from the mill is 85%

*** The recovery rate of steel is 99% including recovered and reused products
Net new recycled material output presented in Module D.

LCA: Results

The impacts generated due to the life cycle stages described in the system boundaries below are calculated using the GaBi 6 Professional LCA-software. The impact assessment methodology used is ReCiPe. Exceptions are for the ADP-elements and ADP-fossil categories, which according to NPCR 013 are to be derived from the CML 2001 impact assessment methodology.

System boundaries (X=included, MND=module not declared, MNR=module not relevant)

Product stage			Construction installation stage		Use stage								End of life stage				Beyond the system boundaries
Raw materials	Transport	Manufacturing	Transport	Construction installation stage	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse-Recovery-Recycling-potential	
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3*	C4*	D	
X	X	X	X	X	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	X	X	MNR	MNR	X	

* Life cycle modules are not declared due to non-existent data for these particular life cycle stages.

Environmental impact

Parameter	A1-A3	A4	A5	B1-7	C1	C2	C3	C4	D
GWP	1,32E+00	2,39E-02	1,48E-02	-	7,42E-03	2,98E-03	-	-	-2,26E-01
ODP	5,34E-08	4,18E-13	3,19E-12	-	1,64E-11	5,22E-14	-	-	-9,50E-09
AP	3,18E-03	3,16E-05	1,51E-05	-	7,05E-06	3,95E-06	-	-	-5,40E-04
EP	3,18E-07	2,52E-08	5,90E-09	-	2,96E-09	3,14E-09	-	-	-5,10E-08
POCP	3,14E-03	3,39E-05	1,67E-05	-	8,37E-06	4,23E-06	-	-	-5,30E-04
ADPM	-1,69E-05	8,92E-10	6,94E-08	-	3,47E-08	1,11E-10	-	-	-3,10E-06
ADPE	1,61E+01	3,31E-01	1,78E-01	-	8,86E-02	4,14E-02	-	-	-2,80E+00

GWP Global warming potential (kg CO₂-eqv.); **ODP** Depletion potential of the stratospheric ozone layer (kg CFC11-eqv.); **POCP** Formation potential of tropospheric photochemical oxidants (kg NMVOC*); **AP** Acidification potential of land and water (kg SO₂-eqv.); **EP** Eutrophication potential (kg PO₄³⁻-eqv.); **ADPM** Abiotic depletion potential for non fossil resources (kg Sb -eqv.); **ADPE** Abiotic depletion potential for fossil resources (MJ). * According to the recommendations in the ReCiPe methodology, kg NMVOC is used in stead of kg C₂H₄-equivalents.

Resource use

Parameter	A1-A3	A4	A5	B1-7	C1	C2	C3	C4	D
RPEE	6,04E+00	1,30E-02	1,57E+00	-	7,86E-01	1,62E-03	-	-	-7,74E-01
FPEM	7,72E-05	4,11E-15	4,11E-14	-	2,06E-14	5,14E-16	-	-	-3,10E-06
TPE	6,04E+00	1,30E-02	1,57E+00	-	7,86E-01	1,62E-03	-	-	-7,74E-01
NRPE	-	3,31E-01	1,79E-01	-	8,86E-02	4,14E-02	-	-	-
NRPM	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TRPE	1,62E+01	3,31E-01	1,79E-01	-	8,86E-02	4,14E-02	-	-	-3,63E-01
SM	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RSF	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NRSF	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W	1,07E+01	1,29E-03	3,13E+00	-	1,56E+00	1,62E-04	-	-	-1,59E+00

RPEE Renewable primary energy resources used as energy carrier (MJ); **RPEM** Renewable primary energy resources used as raw materials (MJ); **TPE** Total use of renewable primary energy resources (MJ); **NRPE** Non renewable primary energy resources used as energy carrier (MJ); **NRPM** Non renewable primary energy resources used as materials (MJ); **TRPE** Total use of non renewable primary energy resources (MJ); **SM** Use of secondary materials (kg); **RSF** Use of renewable secondary fuels (MJ); **NRSF** Use of non renewable secondary fuels (MJ); **W** Use of net fresh water (m³)

11.13 Bilaga 13

EPD, Norsk Stål Armering

<http://epd-norge.no/staalkonstruksjoner/ribbed-reinforcement-bars-article1152-323.html>



epd-norge.no
The Norwegian EPD Foundation

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804

Owner of the declaration:	Norsk Stål AS
Program operator:	The Norwegian EPD Foundation
Publisher:	The Norwegian EPD Foundation
Declaration number:	NEPD-347-238-EN
Issue date:	09.09.2015
Valid to:	09.09.2020

Ribbed reinforcement bars

Norsk Stål AS



www.epd-norge.no



LCA: Results

The results shows that the most significant impacts comes from the production of steel. The steel is shipped from European manufacturers to ports in Norway, giving a moderate impact in A2. Module A3 includes deloading and expediting of goods from a forklift, storage, cutting, bending and office maintenance, and has a relatively low impact. Module A4 gives transport to customers/sites, with a low impact relative to module A1.

System boundaries (X=included, MND= module not declared, MNR=module not relevant)

Product stage			Assembly stage		Use stage							End of life stage				Beyond the system boundaries
Raw materials	Transport	Manufacturing	Transport	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse-Recovery-Recycling potential
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND

Environmental impact

Parameter	Unit	A1-A3	A4						
GWP	kg CO ₂ -eqv	3,25E-01	2,51E-03						
ODP	kg CFC11-eqv	5,97E-08	1,69E-14						
POCP	kg C ₂ H ₄ -eqv	9,75E-04	1,10E-07						
AP	kg SO ₂ -eqv	6,15E-04	3,04E-06						
EP	kg PO ₄ ³⁻ -eqv	1,70E-04	7,17E-07						
ADPM	kg Sb-eqv	7,47E-08	1,14E-10						
ADPE	MJ	4,76E+00	3,40E-02						

GWP Global warming potential; **ODP** Depletion potential of the stratospheric ozone layer; **POCP** Formation potential of tropospheric photochemical oxidants; **AP** Acidification potential of land and water; **EP** Eutrophication potential; **ADPM** Abiotic depletion potential for non fossil resources; **ADPE** Abiotic depletion potential for fossil resources

Resource use

Parameter	Unit	A1-A3	A4						
RPEE	MJ	2,19E+00	1,92E-03						
RPEM	MJ	3,21E-05	2,67E-15						
TPE	MJ	2,19E+00	1,92E-03						
NRPE	MJ	5,87E+00	3,42E-02						
NRPM	MJ	4,06E-05	9,95E-15						
TRPE	MJ	5,87E+00	3,42E-02						
SM	kg	2,44E-04	INA						
RSF	MJ	2,38E-05	INA						
NRSF	MJ	2,20E-04	INA						
W	m ³	1,90E-01	1,85E-04						

RPEE Renewable primary energy resources used as energy carrier; **RPEM** Renewable primary energy resources used as raw materials; **TPE** Total use of renewable primary energy resources; **NRPE** Non renewable primary energy resources used as energy carrier; **NRPM** Non renewable primary energy resources used as materials; **TRPE** Total use of non renewable primary energy resources; **SM** Use of secondary materials; **RSF** Use of renewable secondary fuels; **NRSF** Use of non renewable secondary fuels; **W** Use of net fresh water
INA = Indicator not assessed

11.14 Bilaga 14

EPD, Norsk Stål Armeringsnät

<http://epd-norge.no/staalkonstruksjoner/wire-mesh-reinforcement-steel-article1151-323.html>



ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804

Owner of the declaration:	Norsk Stål AS
Program operator:	The Norwegian EPD Foundation
Publisher:	The Norwegian EPD Foundation
Declaration number:	NEPD-348-237-EN
Issue date:	09.09.2015
Valid to:	09.09.2020

Wire mesh reinforcement steel

Norsk Stål AS



www.epd-norge.no



LCA: Results

The results shows that the most significant impacts comes from the production of steel. The steel is shipped from European manufacturers to ports in Norway, giving a moderate impact in A2. Module A3 includes deloading and expediting of goods from a forklift, storage and office maintenance, and has a relatively low impact. Module A4 gives transport to customers/sites, with a low impact relative to module A1.

System boundaries (X=included, MND= module not declared, MNR=module not relevant)

Product stage			Assembly stage		Use stage							End of life stage				Beyond the system boundaries
Raw materials	Transport	Manufacturing	Transport	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse-Recovery-Recycling potential
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND

Environmental impact

Parameter	Unit	A1-A3	A4						
GWP	kg CO ₂ -eqv	3,31E-01	5,05E-04						
ODP	kg CFC11-eqv	6,87E-08	3,41E-15						
POCP	kg C ₂ H ₄ -eqv	1,01E-03	2,21E-08						
AP	kg SO ₂ -eqv	2,46E-04	6,12E-07						
EP	kg PO ₄ ³⁻ -eqv	1,31E-04	1,44E-07						
ADPM	kg Sb-eqv	1,42E-07	2,30E-11						
ADPE	MJ	5,19E+00	6,85E-03						

GWP Global warming potential; **ODP** Depletion potential of the stratospheric ozone layer; **POCP** Formation potential of tropospheric photochemical oxidants; **AP** Acidification potential of land and water; **EP** Eutrophication potential; **ADPM** Abiotic depletion potential for non fossil resources; **ADPE** Abiotic depletion potential for fossil resources

Resource use

Parameter	Unit	A1-A3	A4						
RPEE	MJ	2,20E+00	3,87E-04						
RPEM	MJ	6,46E-06	5,37E-16						
TPE	MJ	2,20E+00	3,87E-04						
NRPE	MJ	6,61E+00	6,88E-03						
NRPM	MJ	4,06E-05	2,00E-15						
TRPE	MJ	6,61E+00	6,88E-03						
SM	kg	2,86E-04	INA						
RSF	MJ	2,78E-05	INA						
NRSF	MJ	2,58E-04	INA						
W	m ³	7,45E-02	3,72E-05						

RPEE Renewable primary energy resources used as energy carrier; **RPEM** Renewable primary energy resources used as raw materials; **TPE** Total use of renewable primary energy resources; **NRPE** Non renewable primary energy resources used as energy carrier; **NRPM** Non renewable primary energy resources used as materials; **TRPE** Total use of non renewable primary energy resources; **SM** Use of secondary materials; **RSF** Use of renewable secondary fuels; **NRSF** Use of non renewable secondary fuels; **W** Use of net fresh water. **INA** = Indicator not assessed

11.15 Bilaga 15

EPD, NRMCA; National Ready Mix Concrete Association Betong

<https://www.nrmca.org/sustainability/EPDProgram/Downloads/EPD10080.pdf>

11.16 Bilaga 16

Intervjuer, diverse

Frågor över telefon med representant för Tibnor 23/4 (sammanfattning):

Hur lång har transportvägen varit för de armeringsjärn ni levererade till bygget av Föraren?

”Det är omöjligt att säga hur lång transportväg armeringsjärnen har fraktats på grund av att vi (Tibnor) köper in armering från olika leverantörer runt om i Europa och lägger på lager inför beställningar. Det kan mycket väl hända att armeringsjärn från Polen blandas med likadana från Spanien.”

Frågor över telefon med representant för Green Cargo 4/5(sammanfattning):

Vad är priset per ton och km att transportera byggvaror med tåg resp. lastbil och vad bör man veta om Euro VI lastbilar angående CO₂ utsläpp?

”Det är svårt att ge en exakt siffra då vad det skulle kosta per ton och kilometer, det beror på vad vagnarna och varorna väger. Men väldigt generellt kan man säga att en tågagn kostar ca 70 kr per mil och lastbil ca 150 kr, däremot kan tågagnen lasta max 50 ton och lastbilen ca 70 ton eftersom man kan hänga på ett släp på lastbilen. Med tåg är avlastningsmöjligheterna begränsade till vissa orter, så man behöver antagligen frakta varorna med lastbil sista biten ändå. Euro VI lastbilar är inget representanten från Green Cargo vet något om.”

Frågor över mailkontakt med representant hos Betongindustri (9/5-21/5)

Som jag nämnde i telefon så är det lite svårt att avgöra hur mycket flygaska som kan tillsättas och på vilket sätt vi har möjlighet att tillgodoräkna oss den. Om det enbart handlar om vct-krav (t ex max vct 0,40) så är det väldigt gynnsamt att använda flygaska. Då kan vi utnyttja konceptet ”EPCC = Likvärdig prestanda hos bindemedelskombinationer” vilket i praktiken innebär att vi ersätter 1 kg cement med 1 kg flygaska rakt av, se SS137003. Problemet är om man har andra funktionskrav, t ex hållfasthets- eller uttorkningskrav. Då är det inte lika gynnsamt att tillsätta flygaska eftersom flygaska inte har lika gynnsam effekt som cement på dessa egenskaper.

I aktuellt fall har jag utgått från aktuella hållfasthetsklasser när jag har tagit fram EPD:er för betong med flygaska. Jag har även antagit en rimlig mängd som jag tror att vi skulle kunna använda utan att påverka betongens egenskaper i alltför stor utsträckning. I de flesta expklasser är det tillåtet att tillsätta upp till ca 18 % flygaska exklusive den mängd som finns i Bascementet men jag har antagit att vi tillsätter 12 %. Jag tror att detta kommer att ge betonger som inte avviker särskilt mycket egenskapsmässigt från motsvarande betong utan flygaska. Bifogat finner ni EPD:er för C25/30 respektive C30/37. Som synes blir den uppskattade besparingen ca 15 kg CO₂-ekv. Med maximal mängd flygaska skulle man kunna komma upp i ca 30 kg men då tror jag att det skulle bli lite svårare att använda betongen, framför allt vintertid med tanke på krav på korttidshållfasthet.

Hälsningar
Jonas

Hur mycket mer skulle du uppskatta att det skulle kosta när man tillsätter 12% mer flygaska i betongen, så som bilagorna du bifogade? Ökar priset med 10%, 20%, ... osv för entreprenören? Eller det kanske inte kostar mer än andra produkter ni erbjuder?

Mvh Oliver

Jag vet inte om jag kan svara med några exakta summor. Om jag skulle gissa så borde det handla om max ca 5 % högre pris men det beror säkert på vilken typ av produkt det rör sig om. De miljöprodukter som vi har i vår prislista ser ut att ligga ca 1-3 % högre i pris.

Hälsningar
Jonas

Har jag förstått dig rätt om jag skriver så här:

”Priset på betongen med tillsats av 12% flygaska uppskattas av leverantör till en prisökning på max 5%, detta baseras på att deras miljövänliga produkter ligger ca 1-3% högre i pris än standardprodukter.”

”Enligt Betongindustri så är en bieffekt av tillsats av flygaska i betongen att det blir en tätare betong med ett högre vattencementtal, vct, som påverkar torktider och tid innan betongen får belastas. Detta innebär i sin tur att denna betong inte är lämplig att använda i projekt som ställer krav på lågt vct.”

”För att sammanfatta; en sänkning av koldioxidutsläppen med 30% är möjlig om man utgår ifrån betong utan någon tillsatt flygaska eller slagg samt en sänkning på ca 10% koldioxid vid tillsättning av 10% mer flygaska. Detta speglas även i EPD:er från Betongindustri som påvisar en sänkning av koldioxiden med ca 9-10% på en ökning av 12% flygaska.”

Den röda texten baseras på data från en annan källa och tillverkare.

***Tack på förhand
Oliver***

Det är inte helt riktigt. Jag har för det första lite svårt att förstå den röda texten. Saken är den att de flesta betongtillverkare idag använder CEM II/A som standardprodukt. Detta innebär att den sänkning med CO₂-utsläppen på 30 % för betong utan tillsatt flygaska låter orimlig i mina öron. Jag tycker att det är fel att utgå från att utgångspunkten är att man har en referensbetong som innehåller CEM I (rent Portlandcement), vilket jag antar att den som du har fått uppgifterna ifrån har räknat med. Vi slutade med detta för ca 20 år sedan (1999 bytte vi från Std till Byggcement och 2012 till Bascement). Utgångsläget måste vara betong med Bas eller Byggcement eller något annat CEM II/A. Då går det inte att sänka CO₂-utsläppen med 30 % såvida man inte helt byter betongkvalitet. Maximalt kan man däremot komma upp i betydligt större sänkningar än 10 % genom användning av slagg eller flygaska. Det beror dock på vilken typ av betong vi talar om och vilken funktion som den skall uppfylla.

När det gäller funktionen uttorkning så gäller följande:

- Det är riktigt att man genom flygaska får en tätare betong som kan vara mer känslig för tidig vattenbelastning. Detta hänger ihop med att en betong med flygaska reagerar långsammare och är därmed relativt öppen och mottaglig för uppfuktning i ung ålder. När betongen blir äldre blir den dock tätare än motsvarande normala betong, vilket teoretiskt innebär att det uppsugna vattnet får svårare att ta sig ut genom diffusion.
- Flygaska ger inte ett högre vct. Det beror helt på hur man utnyttjar flygaskan. Om man väljer att använda effektivitetstal så får man nog i stort sett samma uttorkningsegenskaper som motsvarande normala betong. Problemet är att man då endast får utnyttja 40 % av den flygaska som tillsätts ($k = 0,4$). Dvs ekvivalent bindemedelsmängd = $C + 0,4 * FA$. Påverkan på CO₂-utsläppet blir därmed inte särskilt stort. Det andra konceptet som tilläts i standarden är betydligt mer fördelaktigt. Det kallas EPCC (Equivalent Performance of Combinations Concept) och innebär att flygaska eller slagg likställs med cement, dvs k-faktor = 1. Detta koncept innebär att en betongtillverkare kan ersätta cement rakt av med t ex flygaska. Problemet är att detta koncept inte lämpar sig där det är uttorkningskrav eftersom flygaska inte har lika stor effekt som cement med avseende på uttorkning. Däremot om man endast har vct-krav (t ex XD3 □ vct 0,40) så är konceptet mycket fördelaktigt.

Ganska rörigt för er kan jag tänka mig men det är tyvärr så här det ser ut. Därför är det lite svårt att uppskatta potentialen om man inte har en specifik applikation med givna förutsättningar. Jag skulle dock tro att en potential på mellan 10 och 20 % är realistisk för de flesta situationer. Med slagg kan nog potentialen vara ännu större beroende på applikation. Ta gärna bort meningen om uttorkning helt och hållet förresten. Vi kommer att leverera till ett projekt där vi tillsätter flygaska och där det handlar om bland annat uttorkningskrav så jag hoppas att ni har fel.

Hälsningar
Jonas