



LCA för vägbro

Analys av en byggd betongöverbyggnad och
en alternativ träöverbyggnad

Slutrapport

Anna Pousette, Joakim Norén, Diego
Penaloza, Ulf Wiklund, Anna Pantze

LCA för vägbro

Analys av en byggd betongöverbyggnad och en alternativ träöverbyggnad

Anna Pousette, Joakim Norén, Diego Peñaloza, SP Trä

Ulf Wiklund, Anna Pantze, Tyréns



LCA för vägbro
Analys av en byggd betongöverbyggnad
och en alternativ träöverbyggnad

Anna Pousette, Joakim Norén, Diego Peñaloza,
Ulf Wiklund, Anna Pantze

Key words: Life Cycle Assessment, LCA, timber bridge, concrete bridge, wood construction, wood building

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport: 2014:73
ISBN 978-91-88001-18-4
ISSN 0284-5172
Borås

Förord

Det här projektet har finansierats av TräCentrum Norr (TCN) och Moelven Töreboda. TCN finansieras av deltagande parter (träindustrier, kommuner och LTU) tillsammans med medel från Europeiska Regionala Utvecklingsfonden (Mål 2), Region Västerbotten och Länsstyrelsen i Norrbottens län.

Deltagare i projektet har varit:

Peter Jacobsson, Martinsons Träbroar; Anna Pousette, SP Trä; Jokaim Norén, SP Trä; Diego Peñaloza, SP Trä; Erik Johansson, Moelven Töreboda; Ulf Wiklund, Tyréns; Anna Pantze, Tyréns; Thomas Lundmark, TCN.

Projektledare har varit Peter Jacobsson, Martinsons Träbroar / Anna Pousette, SP Trä.

Sammanfattning

Vid renovering av en befintlig bro byggdes en betongbro (broöverbyggnad) på befintliga betongfundament, arbetet utfördes 2013-2014 och bron öppnades våren 2014. Martinsons och Moelven har gemensamt tagit fram hur en motsvarande träöverbyggnad kunde ha utförts för denna bro. LCA-beräkningar har genomförts för dessa två broalternativ.

För betongöverbyggnaden har LCA-beräkningar utförts av Tyréns och för den alternativa träöverbyggnaden av SP Trä. I beräkningarna ingår ”vagga till grind”, dvs. fram till bron står på plats samt underhåll i 80 år som är bronns uppskattade livslängd. Inget avfallsscenario finns med i beräkningarna. Beräkningarna följer PCR för broar, 2013:23, men funktionell enhet har i stället för *en meter bro per år* valts till *en vägbroöverbyggnad med bestämda mått per 80 år*.

För LCA-beräkningarna för träbron har deklarerade miljödata för svenskt limträ använts. För betongbron har det aktuella betongreceptet använts tillsammans med Ecoinvent-data. Svensk el har använts för tillverkningsprocesser som skett i Sverige. I övrigt har den europeiska databasen Ecoinvent använts för båda broarna.

Klimatpåverkan visas som ”ton fossila CO₂-ekvivalenter” (växthuseffekt), 79 ton för träbro och 127 ton för betongbron. Energiutnyttjandet redovisas som ”uttag av fossil energi”, $1,28 \cdot 10^6$ MJ för träbron och $1,64 \cdot 10^6$ MJ för betongbron. Material och underhåll har störst betydelse för båda broarna både när det gäller klimatpåverkan och användning av energiresurser, medan tillverkning, byggaktiviteter och transporter har liten inverkan.

Innehåll

LCA vägbroar	4
Bakgrund	4
Syfte och mål	4
LCA-beräkningar	4
Beskrivning av broar	6
Betongbron	6
Träbron	7
LCA omfattning	8
Underhåll	8
Resultat	9
Referenser	11
Bilaga A. LCA för vägbroöverbyggnad av trä	1
Bilaga B. Rapport från Tyréns: Livscykelanalys (LCA) för betongbroöverbyggnaden i Åstorp	1

LCA vägbroar

Bakgrund

Träbroar framhålls ofta som bra broalternativ ur miljösynpunkt men få utredningar eller rapporter finns gjorda där man undersökt skillnader mellan trä och traditionella material/tekniklösningar. Träbrotillverkarna Martinsons Träbroar och Moelven Töreboda ville därför ha mer dokumenterad kunskap när det gäller LCA. Förväntad konkret industrinytta var att få fram ett trovärdigt utredningsmaterial om miljöpåverkan som kan stödja träbrotillverkare.

Syfte och mål

Syftet var att visa miljöpåverkan för en vanlig typ av träbro och en betongbro. Målet var en TCN-rapport där miljöpåverkan för en broförbindelse av trä respektive betong presenteras och på ett överskådligt sätt visar miljöpåverkansfaktorerna CO₂ och energi i första hand. Att bedöma olika materials och processers miljöegenskaper är inte helt enkelt. Utsläpp av koldioxid och användning av fossil energi var de miljöparametrar som ansågs viktiga att beskriva, eftersom växthuseffekt och klimatförändringar är miljöfrågor som diskuteras mycket idag.

LCA-beräkningar

Arbetet påbörjades med planering av projektet och möten med diskussioner om beräkningsmetoder och val av betongbro att jämföra med träbro. Även regelverk för LCA och avgränsningar för beräkningarna diskuterades. Resultatet blev att utgå från en byggd betongbro och ta fram ett utförande för en motsvarande träbro för det aktuella broläget. LCA-beräkningarna omfattade överbyggnaden, dvs. betongplatta respektive träplatta med beläggning, räcke, m fl komponenter. Ingående material och mängder specificerades. Antaganden gällande underhåll och underhållsintervall sammanställdes.

Syftet med att utföra en LCA är dels att få fram miljöpåverkan och dels att få fram vilka material eller aktiviteter som har störst miljöpåverkan. En förenklad LCA baseras på tillgängliga data, som ofta är genomsnittsdata eller uppskattad data, vilket underlättar en snabb beräkning. Beskrivning av använda data är dock viktig för att kunna tolka resultatet.

Beräkningarna utfördes som förenklade LCA-beräkningar (screening LCA) med hjälp av LCA-verktyget SimaPro 8 och databasen Ecoinvent 3, som SP Trä och Tyréns båda har användarlicenser för. Miljöpåverkansfaktorerna CO₂ och energi studerades. När det gäller energi så redovisas inte total energianvändning, eftersom Ecoinvent 3 bara innehåller uttag av fossil energi och inte förnybar energi som varit problematisk att definiera då den kan återskapas genom tillväxt i naturen. Det finns flera miljöaspekter som inte analyserats i den här rapporten, några presenteras dock i tabell 3 i Bilaga A och B för trä- respektive betongbron.

I SimaPro finns flera analysmetoder. "CML-IA baseline" användes för utarmning av abiotiska resurser dvs. utvinning av mineraler och fossila bränslen med hänsyn till globala tillgångar. I den här rapporten redovisas fossila bränslen. Metoden "Greenhouse Gas Protocol" användes för utsläppen av växthusgaser från fossila källor, där beräkning av koldioxidekvivalenter (CO₂eq) av andra växthusgaser utförs med dokumenterade värden för global uppvärmning.

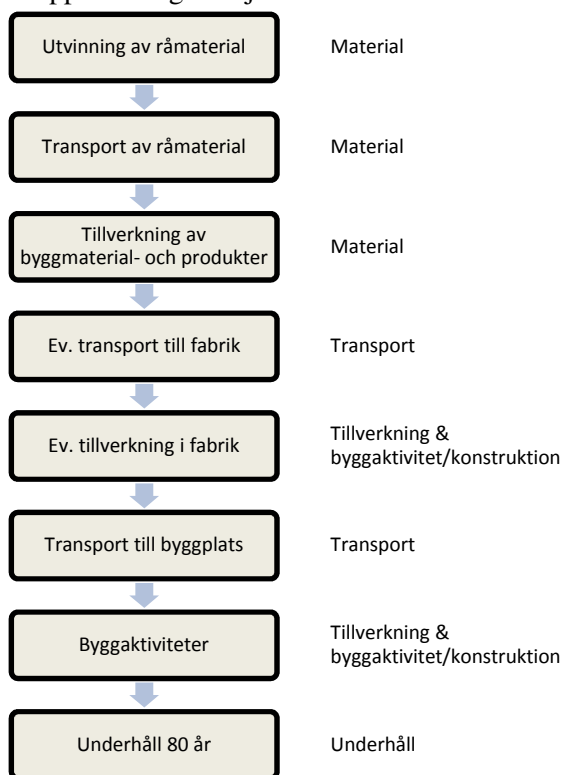
Ecoinvent är en omfattande internationell databas med miljödata för många material och produkter inom t.ex. områdena energi, transport, biomaterial, metaller och byggmaterial, som har samlats in från industrin i olika länder och sammanställts av forskare och konsulter. Databasen är internationellt erkänd och används i många projekt. Data baseras på aktuella uppgifter och uppdateras kontinuerligt.

För betongbron ingick de material, maskiner mm som användes vid byggandet, vilka inhämtades från projektör och entreprenör. För träbron ingick de material mm som träbroleverantörerna tog fram. De flesta miljödata hämtades från Ecoinvent, men med följande kompletteringar för att få resultat för faktiska förhållanden:

- svensk el, för processer i Sverige
- byggvarudeklaration för Martinsons limträ, och miljöprofil för sågad vara från svenska sågverk
- aktuellt betongrecept till betongbron tillsammans med Ecoinvent-data för de olika ingående materialen t.ex. cement, se även kommentarer angående indata i Bilaga B.

Internationella EPD ® Systemet är ett system för miljödeklarationer som bygger på internationella standarder: ISO 9001, ISO 14001, ISO 14040, ISO 14044, ISO 14025. Generella anvisningar i systemet är baserade på dessa standarder, samt instruktioner för olika Product Category Rules (PCR). PCR finns för olika produkter och ett PCR-dokument specificerar minimikrav på EPD för en definierad produktgrupp. För broar finns framtaget en PCR, Bridges and elevated highways (UN CPC 53221) från 2013-12-20, med registreringsnumret 2013:23, som använts i detta projekt. Funktionell enhet har dock valts till *en bestämd vägbroöverbyggnad per 80 år* och inte *en meter bro per år* enligt PCR.

I den här rapporten ingår följande aktiviteter:



Kommentarer:

- Tillverkning av byggmaterial och produkter kan innehålla flera tillverkningsställen med transporter emellan.

- Ev. transport till och tillverkning i fabrik avser träbron som prefabriceras.
- Underhåll omfattar både material, transporter och byggaktiviteter. Broarna har utformats för en teknisk livslängd 80 år enligt Trafikverkets regler, och underhållsåtgärderna avser i beräkningen 80 års livslängd för bron.

Beskrivning av broar

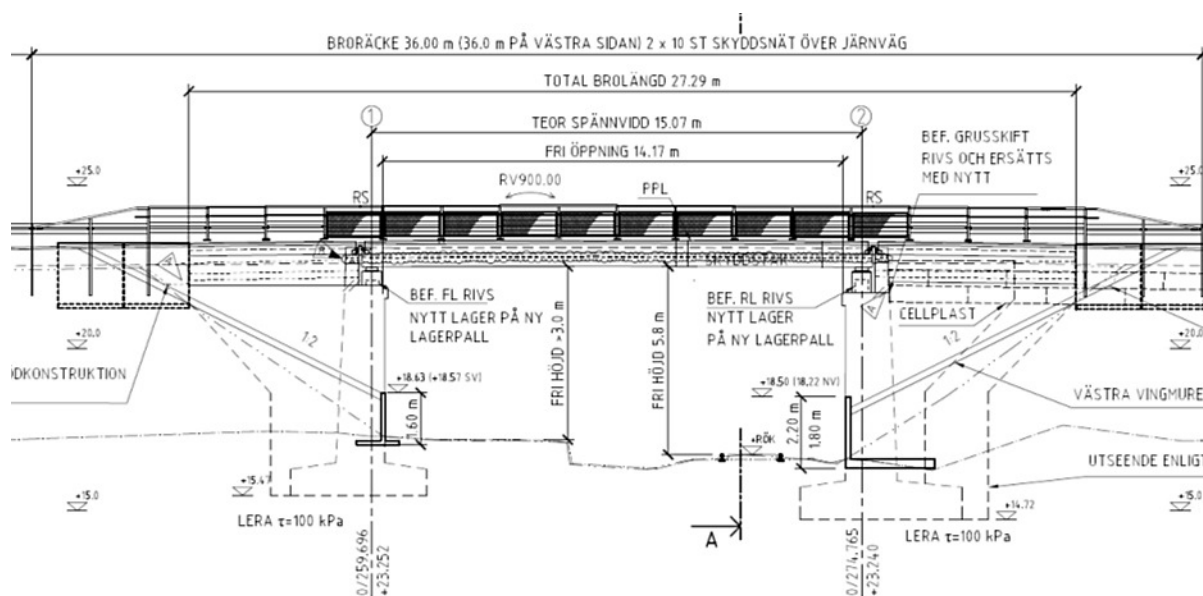
Betongbron

En befintlig vägbro på väg 1759, Malmövägen över järnvägssträckan Åstorp – Kattarp i Åstorps kommun, byggdes om med en ny brobaneplatta av betong. Ombyggnaden blev klar under våren 2014.

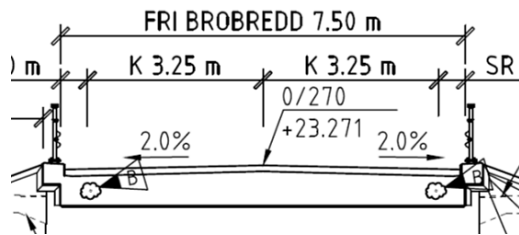
Bakgrunden till ombyggnaden var att Åstorps kommun utförde en besiktning av vägbron år 2010. Den gamla bron hade stålbalkar med betongplatta, och vid besiktningen var stålkonstruktionen rostangripen och betongen i broplattan hade skador. De båda landfästena var dock i bra skick, och Åstorps kommun beslutade att bygga en ny överbyggnad på befintliga landfästen.

Den nya bron är en fritt upplagd platta i betong med spännvidden ca 15 m, se Figur 1 och 2. Betongöverbyggnaden är en ganska normal och representativ brotyp. Det är dock relativt ovanligt med fritt upplagda betongbroar och fristående landfästen vid nyproduktion, men vid utbyten är det vanligare.

Denna fritt upplagda betongplatta valdes för att kunna hitta en likadan träbro, och ge en jämförelse med en fritt upplagd tvärspänd träplatta. Det skulle ge en objektiv jämförelse mellan ett träalternativ och ett betongalternativ.



Figur 1. Elevation av betongbron



Figur 2. Sektion av betongbron

Den nya bron skulle klara tyngre fordon så att den får högsta klassningen BK 1. Bron har två körfält och brobredden skulle också ökas. Den nya bron gjöts på plats. Betonglattan bygghöjd var något ihoppressad på grund av begränsad höjd, vilket innebär något mer stål och mindre betong än normalt. Lager, övergångskonstruktion, asfaltbeläggning och räcke ingår i LCA-beräkningen. Hela broräcket byttes i samband med att brobanan byttes (inga delar kunde återanvändas i det aktuella broläget).

Teoretisk spännvidd: 15,07 m (ett spann)

Fri brobredd: 7,5 m

Broyta: 118 m²

Trafikbelastning EG A/B: Trafik över hela bron: 740/180 kN, Fordon i bromitt = 1050/300 kN

Teknisk livslängd: 80 år

Beläggning: Tätskikt 5 mm tätskiktsmatta

Skyddslager 25 mm ABT 8 / B 70 / 100

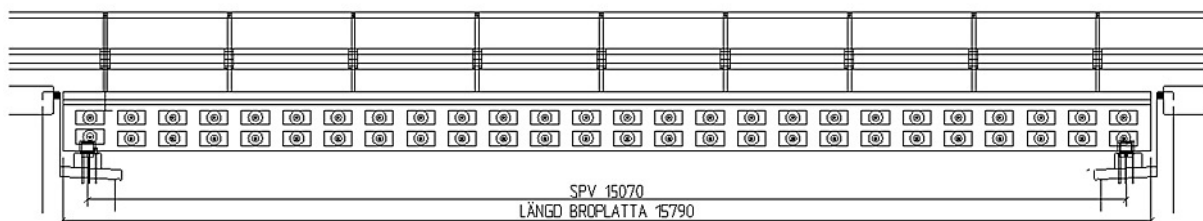
Bindlager 40 mm ABb >11 / B 70 / 100

Slitlager 40 mm ABS <16 / B 70 / 100

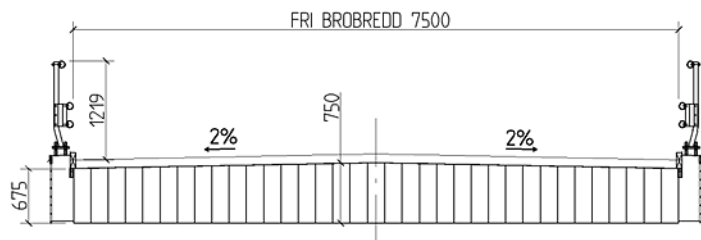
Träbron

Martinsons Träbroar och Moelven Töreboda levererar träöverbyggnader till både vägbroar och gång- och cykelbroar. De förtillverkar träbroarna i sina fabriker, och broarna levereras hela eller i delar till olika platser i hela Sverige. Normalt tar man fram konstruktionshandlingar till träöverbyggnaden, medan underbyggnaden projekteras och byggs av annan.

Martinsons och Moelven dimensionerade en träplatta som ett alternativ till den nya betongöverbyggnaden i Åstorp, och tog tillsammans fram lämplig detaljutformning, se Figur 3 och 4. En träplatta får något högre bygghöjd än betongbron.



Figur 3. Elevation av träbron



Figur 4. Sektion av träbron.

Träbron består av en förspänd träplatta av oimpregnerad gran, och förses med likadan beläggning som för betongbron. Bron levereras i block och förspänningsstagen spänns upp på plats med hydraulpump. Broplattans sidor kläs in med omålad tryckimpregnerad panel. Broplattans undersida är målad.

Träbrons räcke har samma klassning som betongbrons räcke, men är lite annorlunda utformat med rör. Detta räcke väljs vanligen av träbroleverantörerna. Övergångskonstruktionen för träbron utförs med plåtar, vilket är vanligt för denna typ av träbro. Övergångskonstruktionen skiljer sig därför från betongbrons som är av typ Maurer, vilket också påverkar underhållet.

LCA omfattning

I beräkningarna ingick inte anslutande väg, trafik eller eventuell omledning av trafiken under byggtiden eller vid underhållsarbeten, fyllning, landfästen eller grundläggning. Den här analysen avsåg ett utbyte av broöverbyggnaden på befintliga fundament, och brofundamenten ingick inte i beräkningarna. Det innebär att en minskad totalvikt för träbroalternativet som eventuellt skulle ha kunnat ge en gynnsam minskning av grundläggningen vid ett nybygge inte beaktades.

Teknisk livslängd var 80 år för båda broarna. I beräkningarna ingick material för byggande av bron, energiåtgång för byggande, transport av material till byggplats, träbrofabrik, betongstation etc., samt underhållsarbeten. I beräkningen för betongbron ingick betongplatta med dränering, beläggning, räcke, infästning av räcke, lager mm. I beräkningen för träbron ingick förspänd träplatta med övergångskonstruktion, beläggning, räcke, infästning av räcke, lager mm. Broräcke ingår för båda broarna med hela längden enligt figur 1, dvs. även delen som är utanför själva broplattan. I övrigt ingår bara material till själva överbyggnaden. Rivning och sluthantering ingick inte. Beräkningsresultaten presenteras för materialtillverkning, byggande, transporter respektive underhåll.

Underhåll

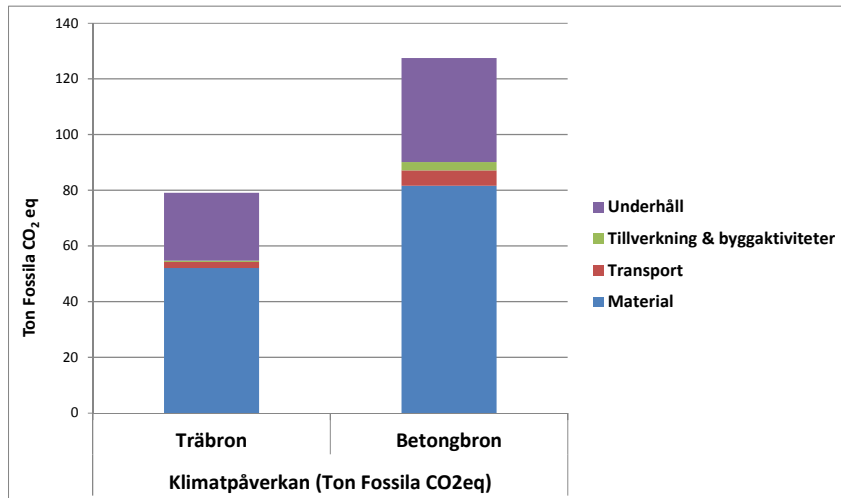
Underhållsåtgärder för betongbron inkluderar betongreparationer av kantbalk, reparation övergångskonstruktion, byte asfalt, byte tätskikt, utbyte lager och byte av räcke för betongbron.

För träbron omfattar underhållsåtgärderna omspanning av stagen, byte asfalt, byte tätskikt, utbyte övergångskonstruktion, utbyte gummilager, byte av räcke, byte av panel samt ommålning av undersidan av broplattan.

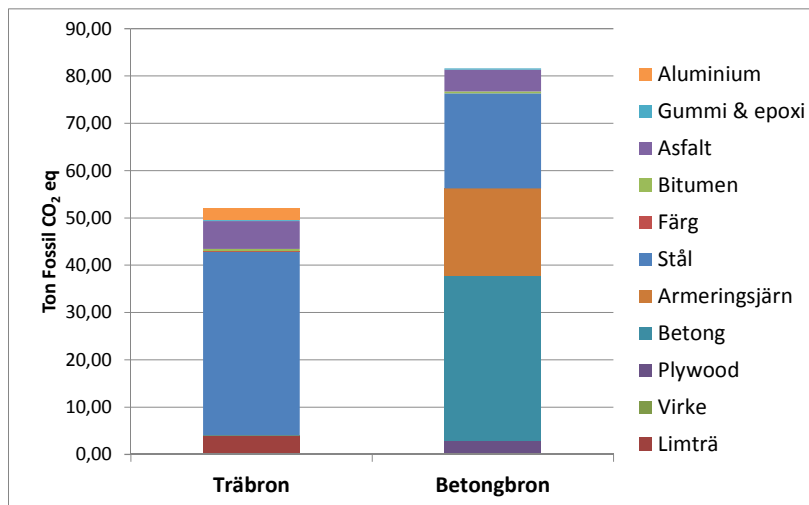
Resultat

Beräkningsförutsättningar och resultat redovisas i Bilaga A för träbron och Bilaga B för betongbron.

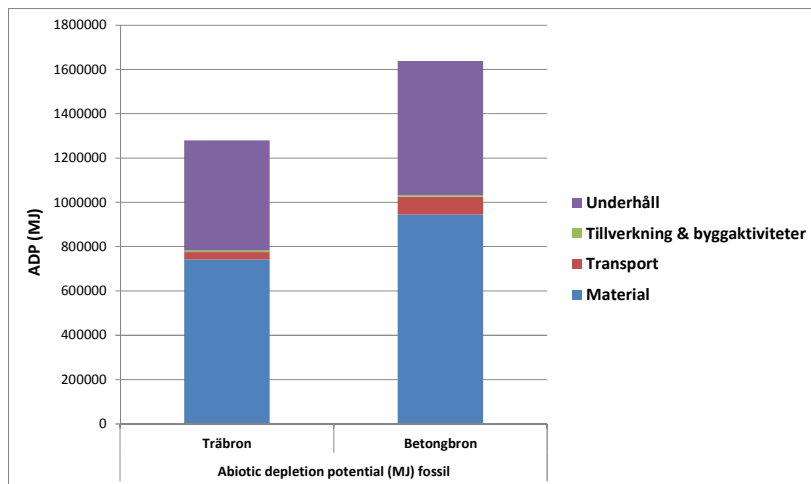
Figur 5-8 visar sammanställda resultat för träbron och betongbron.



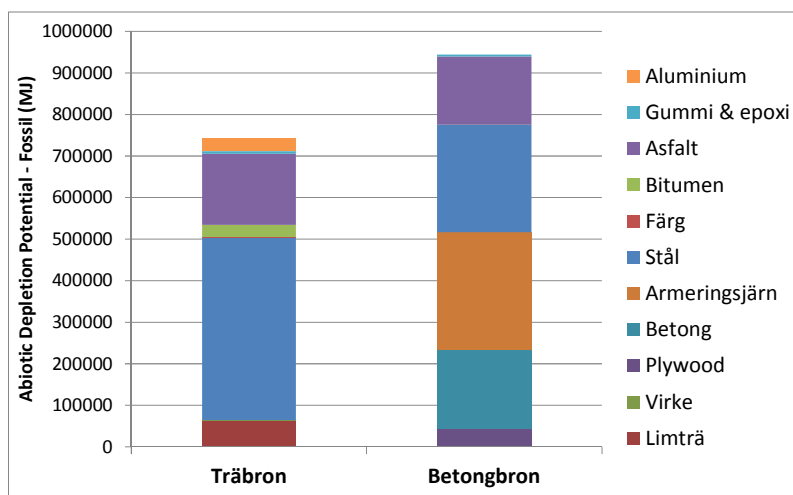
Figur 5. Klimatpåverkan, ton fossila CO₂-ekvivalenter för träbron och betongbron, för respektive aktivitet. Biogena CO₂ ingår inte i redovisningen.



Figur 6. Klimatpåverkan för material, ton fossila CO₂-ekvivalenter, fördelad på de olika materialen. Biogena CO₂ ingår inte i redovisningen.



Figur 7. Utarmning av fossil energi, MJ för träbron och betongbron, för respektive aktivitet. Metoden "Abiotic Depletion Potential" i CML baseline har använts.



Figur 8. Utarmning av fossil energi för material, MJ, fördelad på de olika materialen

Resultat av analysen av de två studerade överbyggnaderna för vägbron:

- Träbron avger ca 60 % av mängden koldioxid som betongbron släpper ut sett från vaggga till färdigställd bro med underhåll upp till åldern 80 år.
- Förbrukningen av fossil energi för träbron är ca 80 % av förbrukningen för betongbron.
- För träbroöverbyggnadens material är det stålmaterial som har den största miljöpåverkan, och fokus bör läggas på materialval, konstruktionsutformning och stålleverantörer för att förbättra träbroöverbyggnadens miljöprestanda.
- Med materialdata för armeringsstål och cement som utvecklats för att vara mer miljövänliga skulle betongbrons klimatpåverkan ha minskat, se figur 3 i Bilaga B, men ändå varit drygt 20 % större än träbrons.
- All miljöpåverkan enligt påverkanskategorierna i standard SS-EN 15804:2012 är lägre för träbroöverbyggnaden än för betongbroöverbyggnaden.

Referenser

Ecoinvent Database version 3.1, www.ecoinvent.org/database

SimaPro 8, www.simapro.co.uk

PCR, Bridges and elevated highways (UN CPC 53221) från 2013-12-20, med registreringsnumret 2013:23, www.environdec.com/en/PCR/Detail/?Pcr=9377#.VF1hthbhCQI

SS-EN 15804:2012+A1:2013, Hållbarhet hos byggnadsverk - Miljödeklarationer - Produktspecifika regler

EPD, Steel reinforcement products for concrete, Selca steelservice, www.celsa-steelservice.com

Färdig Betong Low Carbon, The Thomas Concrete Group,
www.fardigbetong.se/images/pdf/52869_1_BVD%203%20FBLC%20maj%202013%20revidering%20 Slutlig.pdf

Bilaga A. LCA för vägbroöverbyggnad av trä

LCA FÖR VÄGBRO AV TRÄ

En livscykelanalys (LCA) har genomförts för en vägbro av trä. I studien har klimatpåverkan och förbrukning av fossil energi över livscykeln analyserats för bronns överbyggnad med en förspänd träplatta av gran. Utförandet motsvarar träbroar tillverkade av Martinsons och Moelven. Analysen är genomförd inom ramen för projektet LCA Träbroar som finansierats av TräCentrum Norr (TCN) och Moelven Töreboda.

Träbrobanan är framtagen som ett alternativ till den betongöverbyggnad som monterats på en vägbro i Åstorps kommun i samband med en ombyggnad 2013-2014. En LCA av betongbroöverbyggnaden har i projektet utförts av Tyréns som redovisas i en separat rapport. Broarna kan anses ha likvärdig funktion och resultaten från analysen utgör underlag för en jämförelse av de olika alternativen.

Syftet med studien är att ta fram resultat som kan användas för en robust jämförelse av klimat- och energieffektivitet hos en träbro och en betongbro som uppfyller samma funktion. Syftet är också att visa på vilka material och aktiviteter som har stor inverkan på bronns energianvändning och utsläpp av klimatgaser. Resultaten kan användas som underlag för att välja och ställa krav på underleverantörer för att förbättra nya broars klimat- och energieffektivitet. Målet är att LCA-beräkningar för de två broarna ska kunna jämföras och resultatet ska vara ett trovärdigt utredningsmaterial som presenteras i en rapport

Omfattning

LCA beräkningarna av träbron har baserats på uppgifter om materialmängder sammanställda av Martinsons och Moelven.

Den funktionella enheten har i studien valts till:

En vägbroöverbyggnad med spännvidden 15 m och fri brobredd 7,5 m som uppfyller samma funktion under en livslängd av 80 år.

Livslängden motsvarar en beräkningsmässig livslängd och utgör enbart ett referensvärde i jämförelsen av bronns underhåll under användningsfasen.

Avgränsningar

Vid jämförelsen av de två broalternativen har systemgränserna varit lika, vilket är en förutsättning för en robust jämförelse. Systemgränserna för material som ingår i broarna är utvinningen ur jordskorpan.

Inventeringen av träbron omfattar produktion av broöverbyggnad (vagga till grind) samt underhåll under bronns livstid som har uppskattats till 80 år.

En sammanställning av samtliga inventerade uppgifter för träbron ges i bilaga 1. Indata har tagits fram för följande aktiviteter i livscykel:

- Resursuttag och tillverkning för samtliga material i ingående komponenter inklusive transporter och energianvändning och energi för produktion av broöverbyggnad på fabrik.
- Transport av material till träbrofabrik, och av broplatta och annat material till byggarbetsplats. Här antas att broplattan prefabriceras av Moelven i Töreboda och skickas ca 40 mil till Åstorp.
- Byggarbetsplats - energianvändning för maskiner som används för montage och el till arbetsbodarna.
- Användningsfas - underhåll av broöverbyggnad enligt tabell 1 inklusive transporter av material för underhåll.

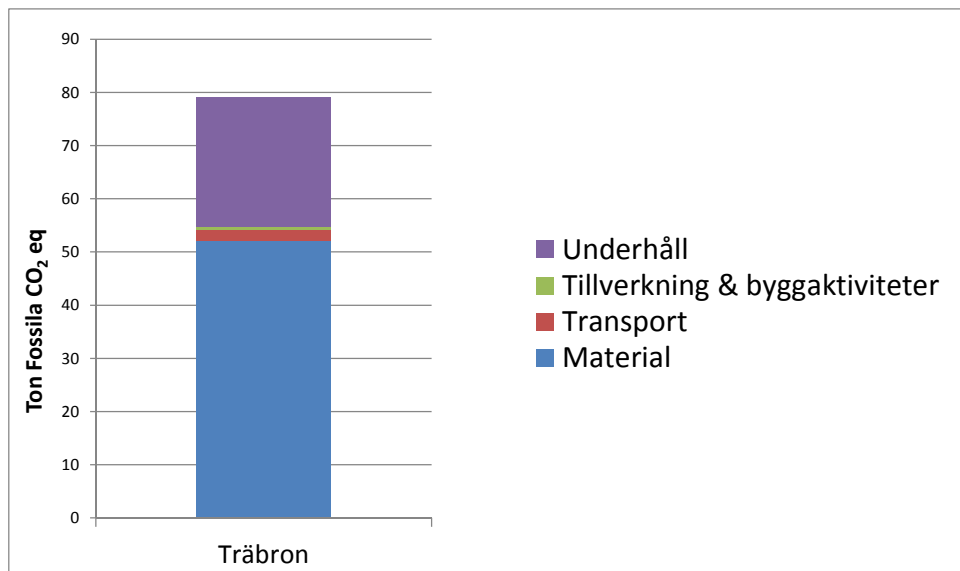
Studien omfattar endast de material och produkter som ingår i bronns överbyggnad d v s brobana och räcke. Broräckets totala längd är 36 m, dvs. även räckedelarna utanför själva broplattan ingår på samma sätt som för betongbron. Räckets utgör en betydande del av stålmaterialiet till träbron, och andelen för räckedelarna utanför broplattan blir relativt stor för den här spännvidden. I övrigt ingår bara material till själva överbyggnaden.

Tabell 1 Scenario för underhåll av träbron som använts i analysen

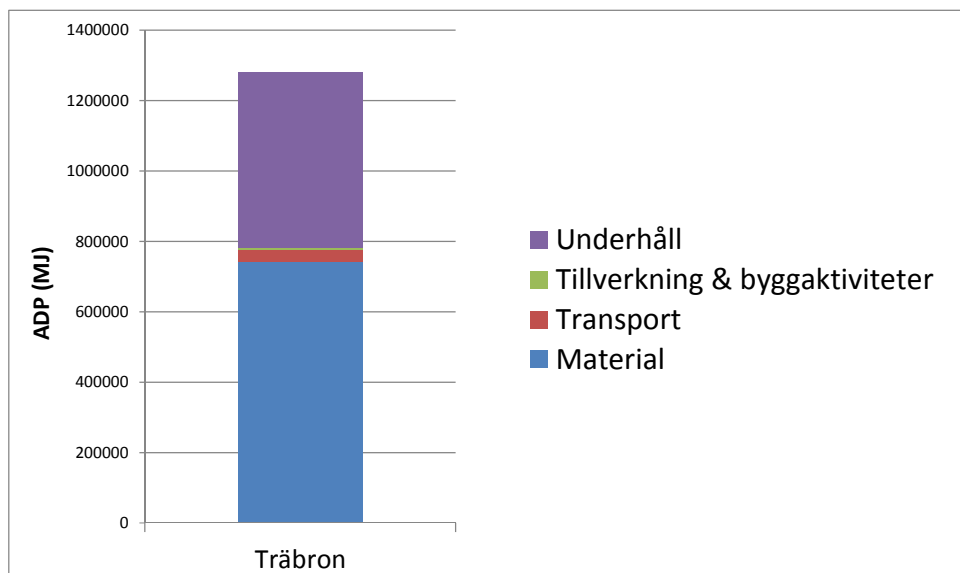
Åtgärd	Intervall	Antal /80 år	Förklaring
Omspanning av stag	27 år	2	Stagen byts inte, d v s man använder samma stag mm. De ska bara spännas om, så hydraulpump för uppspanning behövs
Byte av asfalt	20 år	3	Asfaltbeläggning = Slitlager + Asfaltläggare
Byte av isolering	40 år	1	Isolering = Asfaltprimer + Tätskikt ÖG + Tätskikt kantremsa + Tätskikt 5 mm, Bindlager + Skyddslager + Asfaltläggare, Kantplåt, Droppbleck
Byte av övergångskonstruktion	30 år	2	Övergångsplåt mellan bro och väg
Byte av gummilager	40 år	1	Lager gummiremsa
Byte av räcke	40 år	1	Räckesfäste byts ej
Byte av panel	40 år	1	Sidopanel 21x120, Fästskruv panel Panelen är omålad
Ommålning av undersida broplatta	40 år	1	Grundfärg broplatta + Färg broplatta

Resultat

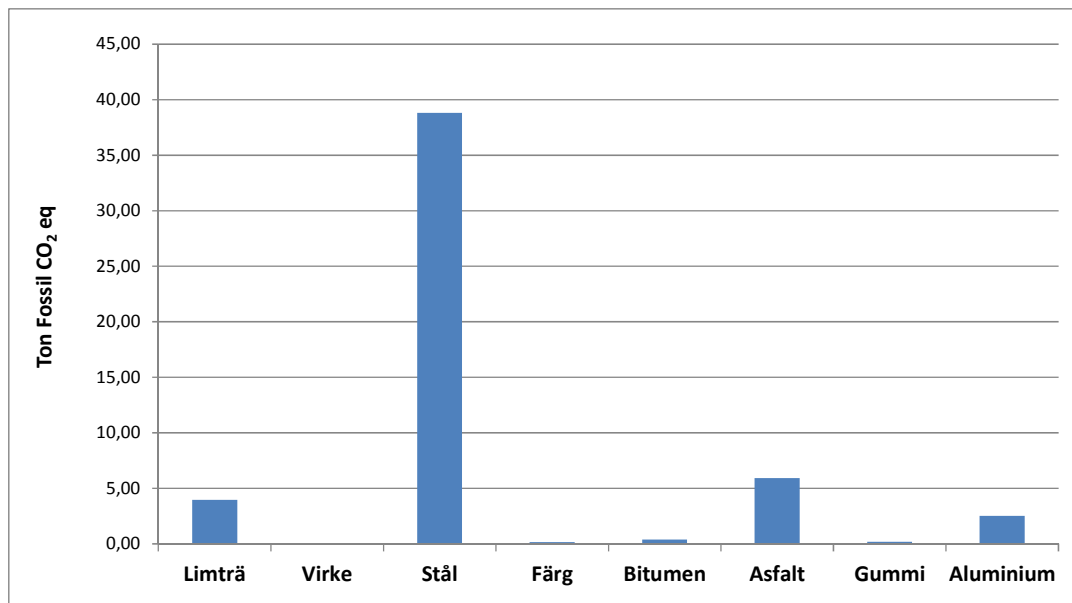
Resultaten från LCA beräkningarna avser träbrons klimatpåverkan (ton CO₂-ekvivalenter) och utarmning av fossil energi (MJ). Resultaten presenteras i tabell 2 och 3 samt i figur 1-4.



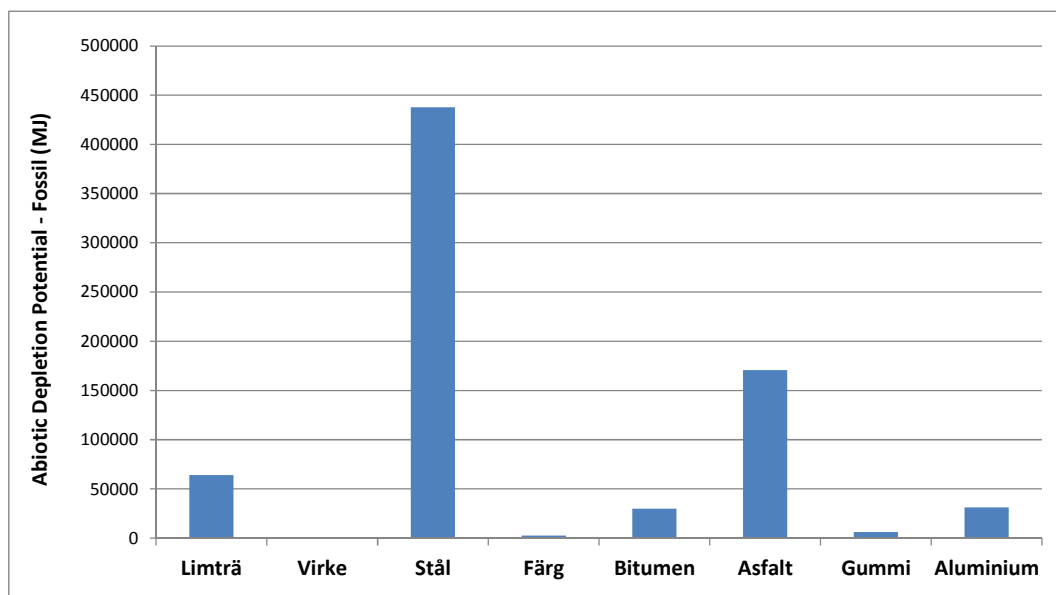
Figur 1. Klimatpåverkan, ton CO₂-ekvivalenter för träbron, totalt och för respektive aktivitet



Figur 2. Utarmning av fossil energi, MJ för träbron totalt och för respektive aktivitet. Metoden "Abiotic Depletion Potential" i CML baseline har använts.



Figur 3. Materialens bidrag till fossil klimatpåverkan för träbron



Figur 4. Materialens bidrag till fossil Abiotic Depletion Potential för träbron

Tabell 2 LCA-resultat för träbro, klimatpåverkan koldioxid utsläpp och upptag samt utnyttjad fossil energi

	Metod: Greenhouse Gas Protocol v.101			Metod: CML-IA baseline V3.01/EU25
	Klimatpåverkan (ton fossila CO ₂ eq)	Biogena utsläpp av koldioxid (ton biogena CO ₂ eq)	Biogena upptag av koldioxid (ton Biogena CO ₂ eq)	Abiotic Depletion potential - fossil (MJ)
Material	52,03	2,62	1,58	742349
Transport	2,19	0,08	0,005	33245
Tillverkning & byggaktiviteter	0,52	0,02	0,0008	7173
Underhåll	24,34	1,66	1,64	496825
Summa	79,08	4,38	3,23	1279594

Tabell 3 LCA-resultat för träbron enligt metoden CML-IA baseline V3.01. Kategorier som ska redovisas enligt SS-EN 15804:2012.

Påverkankategori	Enhet	Totalt
Abiotic depletion	kg Sb eq	5,8
Abiotic depletion (fossil fuels)	MJ	1273347
Global warming (GWP100a)	kg CO ₂ eq	79549
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	0,005
Photochemical oxidation	kg C ₂ H ₄ eq	29
Acidification	kg SO ₂ eq	491
Eutrophication	kg PO ₄ --- eq	127

Datareferenser

I tabell 4 visas alla relevanta datareferenser som använts vid LCA beräkningarna.

Tabell 4 Datareferenser för LCA-beräkningar

Specifika processer	Referens
Produktion av stål komponenter för räcken	Ecoinvent 3.0 data: Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RER} production Alloc Def, U Metal working, average for steel product manufacturing {RER} processing Alloc Def, U
Produktion av VFZ stål	Ecoinvent 3.0 data: Steel, low-alloyed, hot rolled {RER} production Alloc Def, U Metal working, average for steel product manufacturing {RER} processing Alloc Def, U
Produktion av rostfritt stål	Ecoinvent 3.0 data: Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RER} production Alloc Def, U Zinc coat, pieces {RER} zinc coating, pieces Alloc Def, U
Produktion av sågat trä	Miljöfakta om trä och träprodukter, kontenta 0009032, SP-INFO 2000:09032, Jarnehammar, Anna, Norén, Joakim
Produktion av limträ	Byggvarudeklaration BVD 3, Martinson Group AB, IVL, 2009
Produktion av färg	Ecoinvent 3.0 data: Alkyd paint, white, without water, in 60% solution state {Adapted to SE} alkyd paint production, white, water-based, product in 60% solution state Alloc Def, U
Produktion av Perfekt Tacklasyr	Byggvarudeklaration (Beckers, 2013). Innehåll: 20% oljemedel, 7% akrylatsam polymer, 7% linolja, 45% vatten, 20% Titandioxid, 7% Dolomit.
Produktion av SBS-mod bitumen	Ecoinvent 3.0 data: Bitumen seal, V60 {Adapted to SE} production Alloc Def, U
Produktion av bitumen	Ecoinvent 3.0 data: Bitumen adhesive compound, hot {RER} production Alloc Def, U
Produktion av asfalt	Ecoinvent 3.0 data: Mastic asphalt {Adapted to SE} production Alloc Def, U
Produktion av gummi	Ecoinvent 3.0 data: Synthetic rubber {Adapted to SE} production Alloc Def, U
Produktion av kalkfiller	Muntlig kommunikation Nordkalk
Transport aktiviteter	Data från NTM (Nätverket för Transporter och Miljön) avancerad godskalkyl
Energi för asfaltering, kranarbetet och hydraul pumparbetet	Ecoinvent 3.0 data: Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U
Energi för fabrikstillverkning av träbron	Ecoinvent 3.0 data: Electricity, medium voltage {SE} market for Alloc Def, S

bilaga 1, Indata träbro

Andra Material Broplatta

Materials/Assemblies			
Steel, low-alloyed, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	1012,65	kg	Spännstag, Dywidag Ø20mm A= 314 mm2 (stål, förzinkat)
Steel, low-alloyed, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	63,59	kg	Stagbrickor, Ø100 x 10mm A=0,0077715 m2 (VFZ stål)
Steel, low-alloyed, hot rolled {RER} production Alloc Def, S	78	kg	Stagmutter, Dywidag Ø20mm längd 70mm (stå, förzinkat)
Steel, low-alloyed, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	324	kg	Räckesfäste stålplatta 2st + skruv Dim M20 x 570 + 2st mutter M20 (VFZ stål)
Steel, low-alloyed, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	40,88	kg	Fästskruv brobalkar 300 mm (1st per meter balk)
Steel, low-alloyed, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	4,2	kg	Fästskruv Droppbleck + övergångsplåt + panel (VFZ stål)
Steel, low-alloyed, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	113,4	kg	Sidostyrning smide fast+rörl.lager, 1+1=2 st plattstål (VFZ stål)
Steel, low-alloyed, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	75,63	kg	Lager smide fastlager 4 st (VFZ stål)
Aluminium Wrought alloy (90% primary, 10% recycling)	172,8	kg	Stagbrickor, Ø200mm x 20mm A= 0,031086 m2 (alu)
Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	74,2	kg	Övergångsplåt mellan bro och väg 2st Längd 7,9 m (rostfritt EN 1.4301)
Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	90	kg	Droppbleck EN 1.4301(rostfritt) EN 1.4301
Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	74,42	kg	Kantplåt EN 1.4436(syrafast) inkl rötutlopp för grundvatten
Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	10,048	kg	Utkastare ytvatten EN 1.4436 (syrafast), 2 mm:s plåt
Steel, low-alloyed, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	810	kg	Räckesfästessmide
Steel, low-alloyed, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	30	kg	Vertikalförankringar, gängstänger och brickor
Processes			
Metal working, average for chromium steel product manufacturing {RER} processing Alloc Def, U	2694,82	kg	Utforming av stål elementer i broplattan
Metal working, average for aluminium product manufacturing {RER} processing Alloc Def, U	172,8	kg	Utforming av aluminium elementer
Zinc coat, pieces {RER} zinc coating, pieces Alloc Def, U	360,31	m2	Varmförzinkning av VFZ stål , 60 m2/ton

Gummi, Isol, Asfalt

Materials/Assemblies			
Bitumen seal, V60 {Adapted to SE} production Alloc Def, U	756	kg	Tätskikt 5 mm tätskiktsmatta

Bitumen seal, V60 {Adapted to SE} production Alloc Def, U	69	kg	Tätskikt kantremsa B=250mm L=XX m
Bitumen seal, V60 {Adapted to SE} production Alloc Def, U	36	kg	Tätskikt ÖG konstr B=400mm L= XX m
Bitumen adhesive compound, hot {RER} production Alloc Def, U	12,98	kg	Asfaltprimer (58% Bitumen/lit, VOC 500 g/lit)
Mastic asphalt {Adapted to SE} production Alloc Def, U	6785	kg	Asfaltbeläggning Skyddslager 25 mm ABT 8/B70/100
Mastic asphalt {Adapted to SE} production Alloc Def, U	10856	kg	Asfaltbeläggning Bindlager 40 mm Abb >11/B70/100
Mastic asphalt {Adapted to SE} production Alloc Def, U	10856	kg	Asfaltbeläggning Slitlager 40 mm ABS <16/B70/100
Synthetic rubber {Adapted to SE} production Alloc Def, U	81,75	kg	Lager gummiremsa B=200 T=20mm L= 7,5 m

Olja, Färg, Lim

Materials/Assemblies			
Alkyd paint, white, without water, in 60% solution state {Adapted to SE} alkyd paint production, white, water-based, product in 60% solution state Alloc Def, U	21	kg	GRUNDFÄRG BROPLATTA, Akzonobel/H-FLEX P HB B00 /
Beckers Perfekt Täcklasyr	42	kg	FÄRG BROPLATTA, Beckers perfekt/täcklasyr/ 2 strykningar

Räcke

Materials/Assemblies			
Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	3816	kg	Räcke, standardvägräcke typ BIRSTA 3P
Processes			
Metal working, average for steel product manufacturing {RER} processing Alloc Def, U	3816	kg	Utformning av stål elementer för räcken

Tillverkning & byggarbetsplats

Materials/Assemblies			
Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	854,91	MJ	Energin för asfaltering
Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	4632	MJ	Energin för kranarbetet (30lt/h, 38,6 MJ/lt)
Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	8	kWh	Hydraulpump 1 kW, uppspanning stag
Processes			
Electricity, medium voltage {SE} market for Alloc Def, S	500	kWh	Energin för fabrik tillverkning av träbron

Transporter

Materials/Assemblies			
Processes			
Transport by road (Truck with trailer 28-34t) - NTM data	759,4	tkm	Limträ till träbrofabriken
Transport by road (Truck with trailer 28-34t) - NTM data	349,01	tkm	Spännstänger från leverantör till träbrofabriken
Transport by road (Truck with trailer 20-28t) - NTM data	67,25	tkm	Ståldetaljer 1 från leverantör till träbrofabriken (långväga)
Transport by road (Truck with trailer 20-28t) - NTM data	0,6	tkm	Ståldetaljer 2 från leverantör till träbrofabriken (lokalt)
Transport by road (Truck with trailer 20-28t) - NTM data	67,32	tkm	Hårdträ
Transport by road (Truck with trailer 20-28t) - NTM data	65,4	tkm	Gummiremselager
Transport by road (Truck with trailer 20-28t) - NTM data	37,33	tkm	Tunnplåt
Transport by road (Truck with trailer 20-28t) - NTM data	1,26	tkm	Färg
Transport by road (Truck with trailer 20-28t) - NTM data	8,13	tkm	Virke (panel, stödreglar m.m.)
Transport by road (Truck with trailer 40-50t) - NTM data	16491	tkm	Transport av träbron till Malmö
Transport by road (Truck with trailer 34-40t) - NTM data	900	tkm	Kran transport till byggarbetsplatsen (krans vikt = 30 ton)
Transport by road (Truck with trailer 20-28t) - NTM data	30	tkm	Transport av ställningar
Transport by road (Truck with trailer 20-28t) - NTM data	3472,6	tkm	Räcke

Trä Broplatta

Materials/Assemblies			
Limträ Martinssons	37970,02	kg	Brobana Limträ (gran) Dim 215 x 675-750 mm (GL30C)
Sawnwood, azobe from sustainable forest management, planed, air dried {RER, in mass} sawing and planing, azobe, air dried Alloc Def, U	374	kg	Hårdträbrickor (azobe) Dim 45 x 200 mm
Sawn timber 18 pct (2014)	285,75	kg	Sidopanel 21 x 120 mm (tryckimpregnerad furu)
Sawn timber 18 pct (2014)	127,8	kg	Paneldistanser, (furu impr.) Dim 45 x 220 mm
Sawn timber 18 pct (2014)	94,5	kg	Stödregel, (furu impr.) Dim 70 x 195 mm
Sawn timber 18 pct (2014)	144,45	kg	Regel, (furu impr.) Dim 45x70 mm
Sawn timber 18 pct (2014)	39,69	kg	Regel, (furu impr.) Dim 70x120 mm
Processes			
Wood preservation service, sawnwood, pressure vessel, preservative not included {RER} processing Alloc Def, S	1,54	m3	Impregnering av sågat trä

Underhåll

Materials/Assemblies			
Mastic asphalt {Adapted to SE} production Alloc Def, U	50209	kg	1 x Asfaltbeläggning Skyddslager, 1 x Asfaltbeläggning Bindlager, 3 x Asfaltbeläggning Slitlager
Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	854,91	MJ	Asfaltläggare
Bitumen adhesive compound, cold {Adapted to SE} production Alloc Def, U	861	kg	Tätskikt 5 mm tätskiktsmatta, Tätskikt kantremsa, Tätskikt ÖG konstr
Bitumen seal, V60 {Adapted to SE} production Alloc Def, U	12,98	kg	Asfaltprimer (58% Bitumen/lit, VOC 500 g/lit)
Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	313,26	kg	2 x Övergångsplåt mellan bro och väg 2st Längd 7,9 m (rostfritt EN 1.4301), Droppbleck, Kantplåt
Synthetic rubber {Adapted to SE} production Alloc Def, U	81,75	kg	Lager gummiremsa B=200 T=20mm L= 7,5 m
Steel, low-alloyed, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	3816	kg	Räcke, standardvägräcke typ BIRSTA 3P
Sawnwood, softwood, kiln dried, planed {Adapted to SE and mass} planing, softwood, kiln dried Alloc Def, U	285,75	kg	Sidopanel 21 x 120 mm (tryckimpregnerad furu)
Sawnwood, softwood, kiln dried, planed {Adapted to SE and mass} planing, softwood, kiln dried Alloc Def, U	127,8	kg	Paneldistanser, (furu impr.) Dim 45 x 220 mm
Alkyd paint, white, without water, in 60% solution state {Adapted to SE} alkyd paint production, white, water-based, product in 60% solution state Alloc Def, U	63	kg	3 x GRUNDFÄRG BROPLATTA, Akzonobel/H-FLEX P HB B00 /
Beckers Perfekt Täcklasyr	126	kg	3 x FÄRG BROPLATTA, Beckers perfekt/täcklasyr/ 2 strykningar
Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, U	8	kWh	Hydraulpump 1 kW, uppspanning stag

Processes			
Metal working, average for chromium steel product manufacturing {RER} processing Alloc Def, U	313,26	kg	För övergångsplåt
Zinc coat, pieces {RER} zinc coating, pieces Alloc Def, U	228,96	m2	För räcke
Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO4 Alloc Def, U	98,1	tkm	Transport gummi
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, U	177,83	tkm	Transport virke
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, U	3612,97	tkm	Transport stål
Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO4 Alloc Def, U	81,27	tkm	Transport färg
Wood preservation service, sawnwood, pressure vessel, preservative not included {RER} processing Alloc Def, S	0,919	m3	Impregnering av sågat trä, sidopanel, paneldistanser

Bilaga B. Rapport från Tyréns: Livscykelanalys (LCA) för betongbroöverbyggnaden i Åstorp

LIVSCYKELANALYS (LCA) FÖR BETONGBROÖVERBYGGNADEN I ÅSTORP



SLUTRAPPORT
2014-10-14

Uppdrag: 252906 LCA Träbroar

Titel på rapport: Livscykelanalys (LCA) för betongbroöverbyggnaden i Åstorp

Status: Koncept

Datum: 2014-10-14

Medverkande

Beställare: SP, Moelven, Martinsons

Kontaktperson: Anna Pousette

Konsult: Tyréns

Uppdragsansvarig: Ulf Wiklund

Handläggare: Anna Pantze

Kvalitetsgranskare: Nicklas Magnusson

Revideringar

Revideringsdatum 2014-10-14

Författare: Anna Pantze

Datum: 2014-10-14

Handlingen granskad av: Nicklas Magnusson

Datum: 2014-10-10

Tyréns AB

Stationsgatan 3
931 31 Skellefteå
Besök: Stationsgatan 3

Tel: 010 452 20 00
www.tyrens.se

Säte: Stockholm

Innehållsförteckning

1	Syftet och mål med livscykelanalysen	4
2	Metod.....	4
2.1	Inkluderat i LCA beräkningarna	4
2.2	Exkluderat i LCA beräkningarna	5
2.3	Kommentarer angående indata	5
3	Resultat	5
3.1.1	Kommentarer angående resultat	8
4	Referenser.....	9
5	Bilagor	9

1 Syftet och mål med livscykelanalysen

Träbroar anses som ett bra alternativ ur miljösynpunkt, men det finns få utredningar eller rapporter där man undersökt skillnader vad gäller miljöpåverkan mellan trä- och betonglösningar. Syftet är att göra en livscykelanalys för en verklig betongbroöverbyggnad byggd utanför Åstorp och en livscykelanalys för en fiktiv träbroöverbyggnad med samma funktion. Livscykelanalysen för betongbron utförs av Tyréns medan livscykelanalysen för träbron upprättas av SP (uppgifter från Moelven och Martinsons gör att träbron får verkliga mängder och uppgifter). Broöverbyggnaderna anses likvärdiga i funktion med samma storlek och användningsområde, samt samma antagna livslängd på 80 år.

Den funktionella enheten är:

En vägbroöverbyggnad med spännvidden 15 m och fri brobredd 7,5 m som uppfyller samma funktion under en livslängd av 80 år.

Livscykelanalysen gäller från framställning av råmaterial till broöverbyggnaden och hela vägen tills den är byggd (vagga till grind) samt underhåll i 80 år. Nedmontering och avfallshantering av bron (end of life) inkluderas inte.

Målet är att LCA-beräkningar för de två broarna ska kunna jämföras och resultatet ska vara ett trovärdigt utredningsmaterial som presenteras i en rapport. Denna rapport inkluderar endast Livscykelanalysen (LCA) för betongbroöverbyggnaden i Åstorp.

2 Metod

För livscykelanalysen har beräkningsprogram Simapro 8 och data från Ecoinvent 3 används. Två analysmetoder har används för att utvärdera resultaten Greenhouse Gas Protocol V1.01 / CO2 eq (kg) och CML-IA baseline V3.01 / EU25.

2.1 Inkluderat i LCA beräkningarna

All indata finns redovisad i Bilaga 1 och delas upp i följande moduler:

- **Material:** Här inkluderas extraktion och produktion av råmaterial, transport av råmaterial till tillverkningsprocess och produktionen av byggmaterial.
- **Transport:** Inkluderar transport av byggmaterialet från tillverkaren till Åstorp.
- **Tillverkning och byggaktiviteter:** Inkluderar el till arbetsbodarna och bränsle som används av betongpumpbil, traktor, asfalteringsmaskiner, glättare mm.
- **Underhåll:** Inkluderar extraktion och produktion av råmaterial för underhållet, transport av råmaterial till tillverkningsprocess och produktionen av byggmaterial. Dessutom inkluderas transport av byggmaterialet från tillverkaren till Åstorp och underhållsaktiviteterna (ex. el till arbetsbodarna och bränsle som används av, traktor, asfalteringsmaskiner mm.). Underhållsåtgärder under bronns antagna livslängd (80 år) finns listade i tabell 1.

Tabell 1. Underhållsåtgärder för Betongbroöverbyggnaden

Åtgärd	Intervall	Antal/80 år
Kantbalk, betongreparationer >30-70 mm, reparera skador på kantbalkar, över- och utsida, 1/10 av längden	30 år	2
Övergångskonstruktion, reparation	30 år	2
Byte asfalt	20 år	3
Byte isolering	40 år	1
Utbyte av lager	50 år	1
Byte räcke	40 år	1

2.2 Exkluderat i LCA beräkningarna

Beräkningarna är "vagga till grind", dvs. allt fram till bron står på plats samt underhåll i 80 år som är bronns uppskattade livslängd. Inget avfallsscenario finns med i beräkningarna, inte heller för det avfall som bildas vid underhåll av bron. I underhållet av bron medtas inte heller inspektioner och årlig tillsyn och rengöring.

2.3 Kommentarer angående indata

Data från Ecoinvent 3 har används, men delvis modifierats för att återge den materialframställning och de processer som användes vid uppförandet av broöverbyggnaden i Åstorp.

När det gäller tillverkningsprocesser har svensk el valts för produktion som sker i Sverige och europisk elmix för produktion som sker i Europa. Armeringsjärnet som producerats i Polen antas till 99 % vara återvunnet. Mycket av det armeringsjärn som används i södra Sverige kommer från Polen och består till största delen av återvunnet järnskrot.

För betongen har generiska data från Ecoinvent (Schweizisk data) modifierats med svensk el och enligt det betongrecept som leverantören uppgivit. Då 90 % av utsläppen från betongproduktionen härrör från cementen är det intressant att veta vilken uppvärmning som används i det generiska datat. Värmen kommer huvudsakligen från naturgas (ca 6%), bioenergi (ca 58%), fossil energi (ca 32 %) och sopförbränning (ca 4%), vilket gör den schweiziska cementtillverkningen jämförbar med svensk cementtillverkning (se referens).

I studien jämförs resultaten för betongbron mot ett preliminärt resultat för hur miljöbelastningen sett ut om norsk armering från Celsa (EPD) och *Färdig betong Low Carbon* från The Thomas Concrete Group valts. Resultaten redovisar hur klimatbelastningen sett ut om beställarna av bron aktivt gjort miljövänligare materialval. Resultaten behöver dock följas upp och bekräftas för att kunna användas. En livscykelkostnadsanalys (LCC) kan med fördel göras kombinerat med livscykelanalysen för att ge en helhetsbild för hur konkurrenskraften för en träbro ser ut.

3 Resultat

Resultaten för betongbron presenteras i tabell 2 och 3 samt i figur 1-3, alla jämförelser med träbron görs i huvudrapporten.

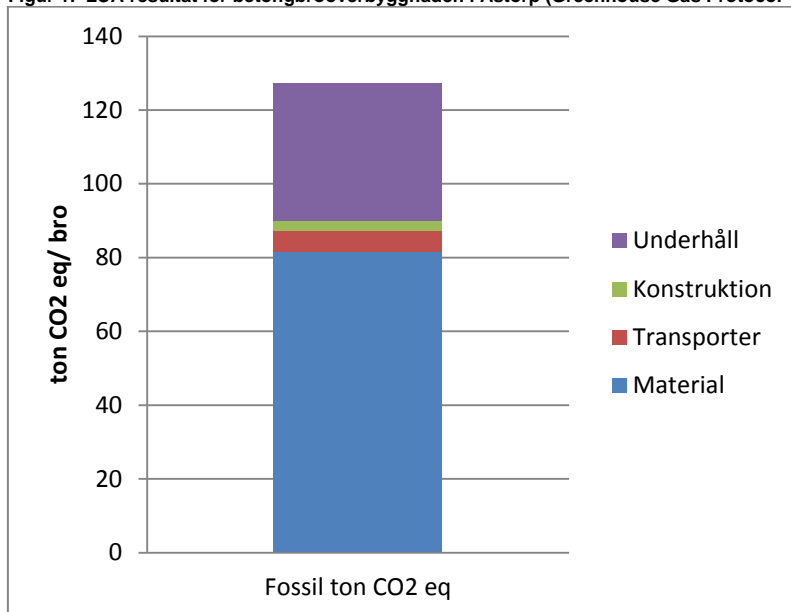
Tabell 2. Livscykelanalys för betongbroöverbyggnaden i Åstorp: Klimatpåverkan, koldioxid-utsläpp och -upptag, samt utarmning av fossil energi

	Klimatpåverkan (ton Fossila CO2eq) (Greenhouse Gas Protocol V1.01 / CO2 eq (kg))	Biogena utsläpp av koldioxid (ton Biogena CO2eq) (Greenhouse Gas Protocol V1.01 / CO2 eq (kg))	Biogena upptag av koldioxid (ton Biogena CO2eq) (Greenhouse Gas Protocol V1.01 / CO2 eq (kg))	Abiotic Depletion (MJ) fossil (CML-IA baseline V3.01 / EU25)
Material	81,6	3,7	7,4	944393
Transport	5,5	0,03	0,04	80801
Tillverkning & byggaktiviteter	3,0	0,02	0,02	6556
Underhåll	37,4	2,7	2,7	606308
Summa	127,4	6,5	10,2	1638059

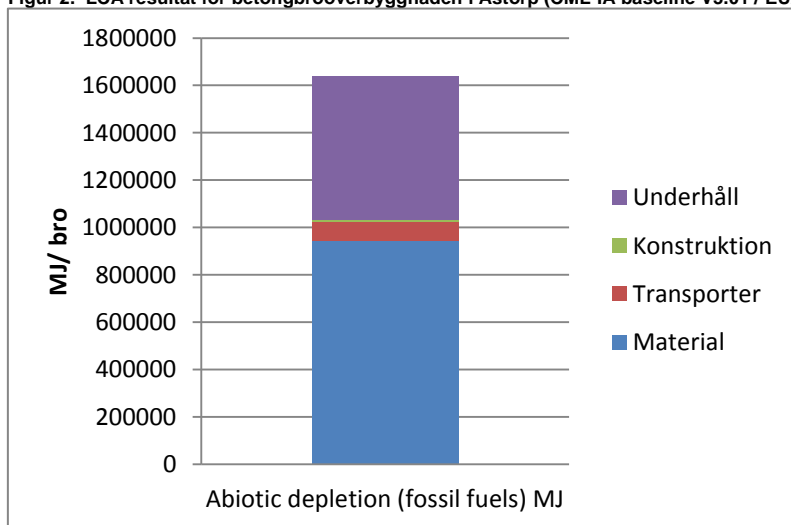
Tabell 3. Samtliga påverkanskategorier för betongbroöverbyggnaden i Åstorp enligt metoden CML-IA baseline V3.01 / EU25. De svarta kategorierna är de som ska redovisas enligt standard SS-EN 15804:2012

Påverkankategori	Enhet	Totalt
Abiotic depletion	kg Sb eq	5
Abiotic depletion (fossil fuels)	MJ	1638059
Global warming (GWP100a)	kg CO2 eq	128169
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	0,012
Human toxicity	kg 1,4-DB eq	137045
Fresh water aquatic ecotox.	kg 1,4-DB eq	76786
Marine aquatic ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	139676087
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	223
Photochemical oxidation	kg C2H4 eq	39
Acidification	kg SO2 eq	629
Eutrophication	kg PO4--- eq	184

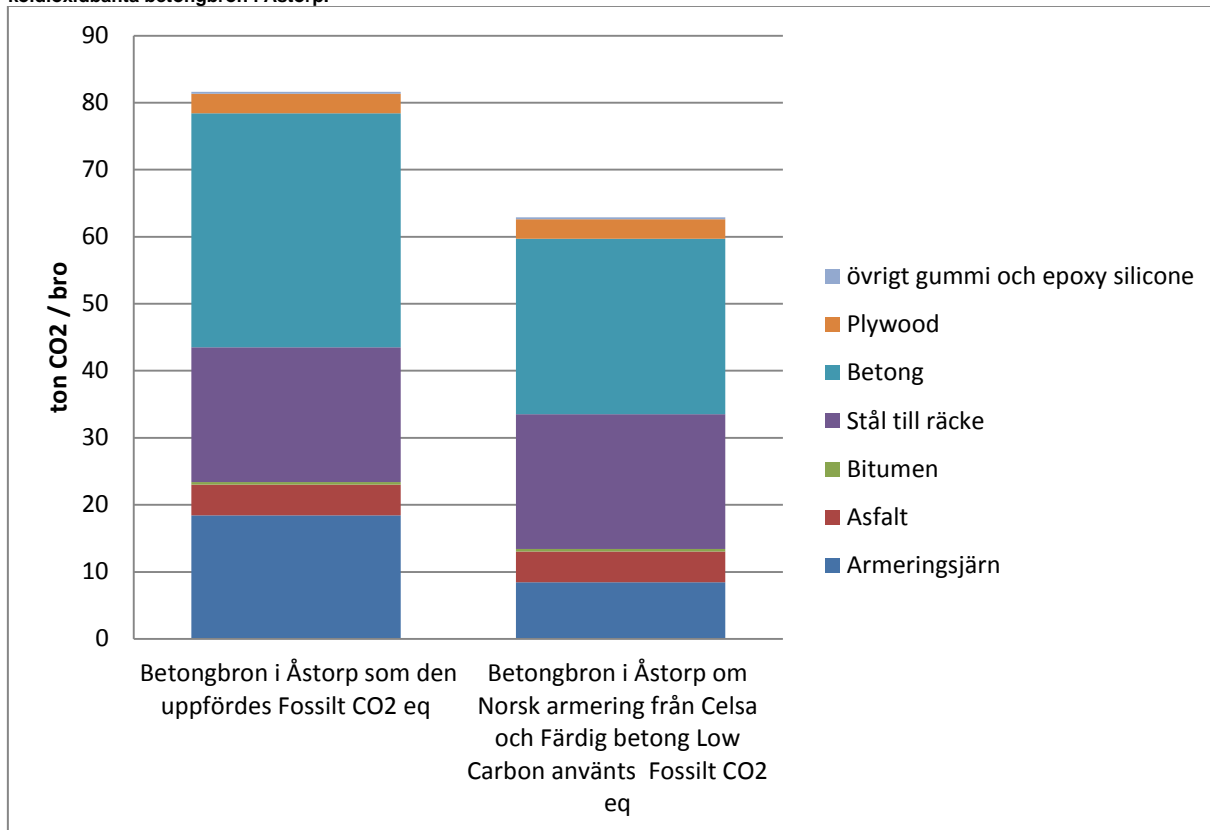
Figur 1. LCA-resultat för betongbroöverbyggnaden i Åstorp (Greenhouse Gas Protocol V1.01 / CO2 eq (kg))



Figur 2. LCA resultat för betongbroöverbyggnaden i Åstorp (CML-IA baseline V3.01 / EU25)



Figur 3. LCA delresultat för betongbroöverbyggnaden i Åstorp. Presentation av olika materials bidrag till koldioxidutsläpp enligt Greenhouse Gas Protocol V1.01 / CO₂ eq (kg) samt preliminära resultat om aktiva materialval gjorts för att koldioxidbanta betongbron i Åstorp.



3.1.1 Kommentarer angående resultat

Koldioxidkvivalenter (CO₂ eq) är ett mått på hur den undersökta bron i Åstorp bidrar till den globala uppvärmningen. Biogen koldioxid från ex. trä är en naturlig del av kolcykeln och så länge det trä som används återplanteras är jordens kolcykel i balans. Därför går det förenkla och säga, att det främst är fossila CO₂ eq som bidrar till att ökad CO₂ halt i atmosfären och den ökade global uppvärmningen. Då global uppvärmning är en stor och viktig miljöfråga fokuserar resultaten på att redovisa just den miljöbelastningen.

När man tittar på en process/produkt är det också intressant att se hur energikrävande den är. Energianvändningen är också ett mått på miljöbelastningen. Tidigare redovisades total energianvändning i Ecoinvent 2, men problem med att definiera förnybar energi gjorde att detta plockades bort i Ecoinvent 3. För att få en rättvis bild av miljöbelastningen är det viktigt att skilja på vilken typ av energi som används, förnyelsebar eller fossil. I Ecoinvent 3 redovisas inte total energianvändning utan energiredovisningen begränsas till bland annat aspekter av resursbrist som fossilt uttag (se referens).

Fossilt uttag av energi (abiotic depletion, fossil fuels) redovisar den fossila energi som investerats i materialet; materialets "inbyggda" energin i MJ. Detta uttag av energi går ej att få åter (det tar många tusen år för t.ex. kol och olja att återskapas). Fossil energin är en ändlig resurs som människan förbrukar och därmed ett tydligt mått på miljöbelastning. Bioenergi är återvinningsbar och går att få åter dvs bioenergi bidrar inte till utarmning av resurser (så länge uttag = återväxten).

Därför redovisas fossilt uttag av energi (abiotic depletion, fossil fuels).

Alla påverkanskategorierna enligt standard (SS-EN 15804:2012) är viktiga för den totala miljöbelastningen (se tabell 3), men endast CO₂ eq och någon ytterligare ex. fossilt uttag av energi kan redovisas om det är förenligt med studiens syfte. Det är dock viktigt att titta på om det skiljer mycket mellan träbron och betongbron för någon annan påverkanskategori (enligt SS-EN 15804:2012) för att kunna uttala sig om skillnad i miljöbelastning.

4 Referenser

- Svensk standard SS-EN 15804:2012 Hållbarhet hos byggnadsverk- Miljödeklarationer- Produktspecifika regler
- Varför energianvändningen begränsats till bland annat aspekter av resursbrist motiveras i följande artikel: LCA Methodology, Einstein's Lessons for Energy Accounting in LCA, 1Rolf Frischknecht, 2Reinout Heijungs, 3Patrick Hofstetter, publishers, D-86899 Landsberg, Germany, Int. J. LCA 3 (5) 266 – 272 (1998), 2014-10-03, https://openaccess.leidenuniv.nl/bitstream/handle/1887/11417/11_500_111.pdf?sequence=1 (2014-10-07)
- Svensk cementtillverkning: Bioenergi, Nordens största bioenergitidning, 2014-10-14 09:28, Cementindustrin går i allt grönare tankar, Publicering: fredag, 2010-01-08 12:30:00 <http://bioenergitidningen.se/newsmodule/view/id/8/src/@random4af3023e802c1> (2014-10-14)

5 Bilagor

Bilaga 1. Indata och beräkningsdata i Simapro

bilaga 1. Indata betongbro

Material

Material/hopsättningar			
Concrete, high exacting requirements {CH,svensk el} production Alloc Def, U Broplatta	77	m3	Betong gjutning för bron
Reinforcing steel 99% återvunnet NM {RER} production Alloc Def, U	23500	kg	Armeringsjärn för gjutning av bron
Mastic asphalt {SE} production Alloc Def, U	7250	kg	Asfalt Skyddslager
Mastic asphalt {SE} production Alloc Def, U	11600	kg	Asfalt Bindlager
Mastic asphalt {SE} production Alloc Def, U	11600	kg	Asfalt Slitlager
Bitumen adhesive compound, cold, at plant/RER U Svensk el	160	kg	Fog vid kantbalkar. Asfaltfog med polymerer och gummiplaster. ref Sunda hus DAB Domiflex Beta H list godkänd av trafikverket
Bitumen sealing V60, at plant/RER U Svensk el	750	kg	Vattentätt skickt av tätskicks matta på brobanrplatta. ref Sunda hus DAB Domiflex PGJA Daboleum godkänt av trafikverket samt info från Hållbara brobanerplattor - tätskikt
			- state of the art CBI betonginstitutet
Epoxy resin, liquid {RER} production Alloc Def, U	20	kg	Kantförsegling av epoxy. ref. Sunda hus DAB Domiflex BETA R EPOXY TIX COMP-B uppfyller trafikverkets krav.Vet ej hur bra
Silicone product {RER} production Alloc Def, U	19,25	kg	Skyddsimpregnering av betongytor. Dow Corning Z-6341Silane
Steel, low-alloyed, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	3600	kg	Vägräcket är varmförzinkat med 5 % zink
Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	4	kg	Rostfritt stål till grundavlopp och ytavlopp
Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	355	kg	Kalottlager och övergångskonstruktioner Stålblåt
Synthetic rubber {RER} production Alloc Def, U	17	kg	gummi i övergångskonstruktionen
Polyvinylfluoride, film {US} production Alloc Def, S	1	kg	teflon
Brass {CH} production Alloc Def, U	0,2	kg	mässingsdubbar 6 st
Plywood, for indoor use {RER} production Alloc Def, U	169*0,02	m3	formplywood för att gjuta bron 169m2
Textile, jute {IN} production Alloc Def, U	3,3	kg	Dränerande beklädnad i textil
Processer			
Metal working, average for steel product manufacturing {RER} processing Alloc Def, U	3959	kg	Produktion av vägräcke och avlopp samt kalottlager
Zinc coat, pieces {RER} zinc coating, pieces Alloc Def, U	216	m2	varmförzinkning av stål vägräcke 60m2/t

Transport

Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, S	30,45*120	tkm	Transport asfalt 12 mil i Skåne 30,45 ton
Transport, freight, light commercial vehicle {Europe without Switzerland} processing Alloc Def, S	55	tkm	Transport DAB från Höganäs 910kg 6 mil
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, S	3276	tkm	Vägräcke från birstaverket 3,6 ton 91 mil
Transport, freight, light commercial vehicle {Europe without Switzerland} processing Alloc Def, S	2	tkm	Rostfritt från tyskland 4kg 50 mil
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, S	522	tkm	Kalottlager från Italien 373kg 140 mil
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, S	7400	tkm	Betong 185 ton 4 mil betongbil <32 ton kollat upp
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, S	9635	tkm	Armeringen från polen 23,5 ton 41 mil
Transport, freight, inland waterways, barge tanker {RER} processing Alloc Def, S	4488	tkm	Armeringen från polen 23,5 ton 191 km båt
Transport, freight, inland waterways, barge tanker {RER} processing Alloc Def, S	71	tkm	Kalottlager från italien 373 kg 191km båt
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, S	10	tkm	Epoxi från oslo 20 kg 50 mil
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, S	1,2	tkm	Skyddsimpr från Helsingborg 20 kg 6 mil
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, S	1232	tkm	Plywood från finland till gjutform 880km 1,4 ton
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, S	4260	tkm	Stålställning Cuplock hyrmaterial från Göteborg 20 mil 21,3 ton BRITEK
Transport, freight, inland waterways, barge {RER} processing Alloc Def, S	672	tkm	plywood från finland 480km båt 1,4 ton

Konstruktion

Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, S	30*30,45	MJ	Diego har det här data för asfalt: 30 MJ diesel burned in building machine /ton asphalt, det här gäller för scarifying, mixing och paving. Referens: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652613000024
Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, S	4,2*46	MJ	Glättare vid betonggjutningen ca 5 timmar 1,5 liter bensinper timme 1 liter diesel/timme. Samma referens som för betongpump. Diesel 0,84

			kg/l 46MJ7kg/kg. http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_density
Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, S	100*0,84*46	MJ	Traktor med lyft 2 tim per dag i 1 vecka 10l/h 46MJ /kg. http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_density Diesel 0,84 kg/l
Processer			
Operation, lorry 16-32t, EURO4/RER U	3154	km	Lastbil m betongpump, 20 timmar, 40liter per timme enl. projektdataas svevia 2010, ger 800liter=648kg diesel. 3154km ger 648 kg i diselmängd
			Jämförelse mellan en träbro
			och en betongbro
			En LCA-analys med fokus på koldioxidutsläpp
			samt en LCC-analys IS
Electricity, medium voltage, production SE, at grid/SE U	260	kWh	1 arbetsbod och ett platskontor på plats under 10 veckor. Normal arbetsbod Sverige 5500kWh/år ger 15kWh/dygn och platskontor 11kWh/dygn
Electricity, medium voltage {SE} electricity voltage transformation from high to medium voltage Alloc Def, S	15,9	kWh	Vibratorstavar 12 h a 1,1kW och ytvibrator 6 h a 0,45kW. Samma referens som för betongpump

Underhåll- material

Concrete, high exacting requirements {CH,svensk el} production Alloc Def, U Broplatta	17,28	m3	Kantbalkar 2 st x 27m 0,4*0,4m byts ut och även ny armering 2 ggr
Reinforcing steel {RER} production Alloc Def, U	32	kg	Stål
Mastic asphalt {SE} production Alloc Def, U	34800	kg	Ny Asfalt Slitlager 3 ggr 11600kgx3
Mastic asphalt {SE} production Alloc Def, U	7250	kg	Asfalt skyddslafer
Mastic asphalt {SE} production Alloc Def, U	11600	kg	Asfalt bindlager
Bitumen adhesive compound, cold, at plant/RER U Svensk el	160	kg	Fog vid kantbalkar. Asfaltfog med polymerer och gummiplaster. ref Sunda hus DAB Domiflex Beta H list godkänd av trafikverket
Bitumen sealing V60, at plant/RER U Svensk el	750	kg	Ny isolering Vattentätt skickt av tätskicks matta på brobanrplatta. ref Sunda hus DAB Domiflex PGJA Daboleum godkänt av trafikverket samt info från Hållbara brobanepplattor - tätskikt
			- state of the art CBI betonginstitutet
Epoxy resin, liquid {RER} production Alloc Def, U	20	kg	Används vid ny isolering .Kantförsegling av epoxy. ref. Sunda hus DAB Domiflex BETA R EPOXY TIX COMP-B uppfyller trafikverkets krav.Vet ej hur bra
Silicone product {RER} production Alloc Def, U	19,25	kg	Vid ny isolering. Skyddsimpregnering av betongytor. Dow Corning Z-6341Silane

Steel, low-alloyed, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	3600	kg	Nytt Vägräcket är varmförzinkat
Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {RER} production Alloc Def, U	100	kg	Vid byte av Kalottlage
Synthetic rubber {RER} production Alloc Def, U	34	kg	Vid byte av endast gummi i övergångskonstruktionen inträffar 2 ggr
Polyvinylfluoride, film {US} production Alloc Def, S	1	kg	teflon till kalottlager

Processer			
Metal working, average for steel product manufacturing {RER} processing Alloc Def, U	3959	kg	Produktion av vägräcke och avlopp samt kalottlager
Zinc coat, pieces {RER} zinc coating, pieces Alloc Def, U	216	m2	varmförzinkning av stål vägräcke 60m2/t

Underhåll-transporter

Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, S	120*11,6*3	tkm	Transport asfalt 12 mil i Skåne 11,6 ton x3
Transport, freight, light commercial vehicle {Europe without Switzerland} processing Alloc Def, S	55	tkm	Transport DAB från Höganäs 910kg 6 mil
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, S	3276	tkm	Vägräcke från birstaverket 3,6 ton 91 mil
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, S	47	tkm	Kalottlagergummi från Italien 17+17kg 140 mil
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, S	0,4*40	tkm	Betong 0,4 ton 4 mil betongbil
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, S	13	tkm	Armeringen från polen 0,032 ton 41 mil
Transport, freight, inland waterways, barge tanker {RER} processing Alloc Def, S	4488	tkm	Armeringen från polen 23,5 ton 191 km båt
Transport, freight, inland waterways, barge tanker {RER} processing Alloc Def, S	71	tkm	Kalottlager från italien 373 kg 191km båt
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, S	10	tkm	Epoxi från oslo 20 kg 50 mil
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Def, S	1,2	tkm	Skyddsimpr från Helsingborg 20 kg 6 mil

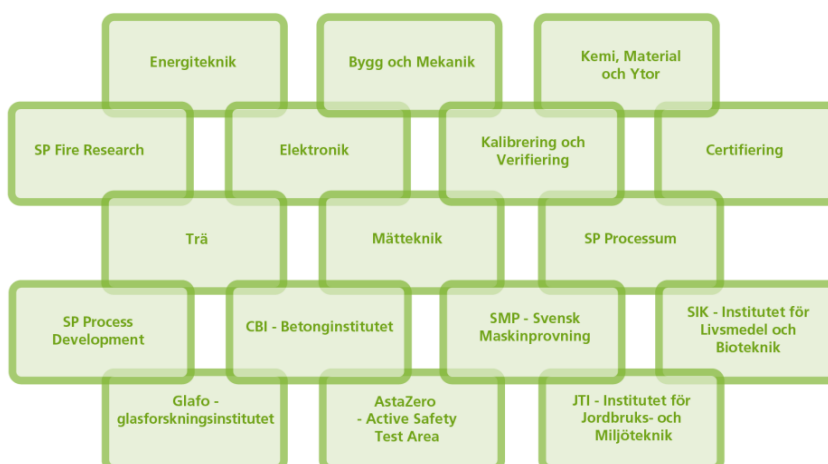
Underhåll-konstruktion

Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Def, S	30*53,650	MJ	SP står för data för asfalt: 30 MJ diesel burned in building machine /ton asphalt, det här gäller för scarifying, mixing och paving.
---	-----------	----	--

			Referens: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652613000024
Processer			
Operation, lorry 16-32t, EURO4/RER U	165,5	km	Lastbil m betongpump, 1 timme, 40 liter per timme enl. projekt databas svevia 2010, ger 40*0,85 kg diesel. 195 km ger 34 kg i diselmängd
			Jämförelse mellan en träbro
			och en betongbro
			En LCA-analys med fokus på koldioxidutsläpp
			samt en LCC-analys IS
Electricity, medium voltage, production SE, at grid/SE U	33	kWh	1 arbetsbod på plats under 3 dagar. Normal arbetsbod Sverige 5500 kWh/år ger 15 kWh/dygn och platskontor 11 kWh/dygn
Electricity, medium voltage {SE} electricity voltage transformation from high to medium voltage Alloc Def, S	2	kWh	Vibratorstavar 1,1 kW/h och ytvibrator 0,45 kW/h. Samma referens som för betongpump

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Vi arbetar med innovation och värdeskapande teknikutveckling. Genom att vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling har vi stor betydelse för näringslivets konkurrenskraft och hållbara utveckling. Vår forskning sker i nära samarbete med universitet och högskolor och bland våra cirka 10000 kunder finns allt från nytänkande småföretag till internationella koncerner.



Tyréns AB
Laboratorgränd 7
931 62 Skellefteå
Tel. 010-452 20 00



REGION
VÄSTERBOTTEN



Länsstyrelsen
Norrbotten

En investering för framtiden



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02
www.sp.se

SP Rapport: 2014:73
ISBN 978-91-88001-18-4
ISSN 0284-5172

Mer information om SP:s publikationer: www.sp.se/publ