

Slutrapport för Naturkapital och värdeskapande

December 2020
Gothenburg, Sweden
Swedish Life Cycle Center, Chalmers University of Technology
Report no (Swedish Life Cycle Center's report series): 2020:09
Authors: Tomas Rydberg, IVL, Bengt Steen
Layout: Ulrika Georgsson, Swedish Life Cycle Center (Chalmers University of Technology)
Contact: lifecyclecenter@chalmers.se



Slutrapport för projekt

Naturkapital och värdeskapande

Projektperiod: 11-2018 och till 11-2020
Projektnummer: 47272-1

Med stöd från

VINNOVA
Sveriges innovationsmyndighet

 **Energimyndigheten**

FORMAS 

Strategiska
innovations-
program

Naturkapital och värdeskapande (NAV)

Natural capital and value creation (NAV)

Naturkapital och värdeskapande
Titel på projektet – engelska Natural capital and value creation
Universitet/högskola/företag IVL Svenska Miljöinstitutet
Adress Box 21060, 100 31 Stockholm
Namn på projektledare Tomas Rydberg
Namn på ev övriga projektdeltagare Bengt Steen, Christine Liptow, Henrik Johansson, Adam Lewrén, Julia Lindholm, Mia Romare, Maria Walenius Henriksson, Andreas Carlén, Stefan Rydin, Amanda Eriksson, Janike Eleby, Stefan Skarp, Ulf Skarp, Sophie Arnesved, Anna Widerberg, Anna Wikström, Anna Christiansson, Therese Lundblad, Josefin Gunnarsson, Emma Ringström, Tobias Borén, Oraphittaya Rattanakoch
Nyckelord: 5-7 st LCA, hållbarhet, naturkapital, ekoeffektivitet, monetarisering,

Förord

Projektet Naturkapital och värdeskapande har samfinansierats av Energimyndigheten, Agenturföretagens i Sverige Service AB, AkzoNobel AB (numera Nouryon AB), IVL Svenska Miljöinstitutet, Lanson International AB, Naturvårdsverket, Nordeconsult Sweden AB, Scorett Footwear AB, Sustainability circle, Svensk Handel AB, Theorema Scandinavia AB, Trafikverket, Volvo Bussar AB och Volvo Personvagnar AB. Projektet har koordinerat inom ramen för Swedish Life Cycle Center, ett nationellt kompetenscentrum för tillämpats livscykel tänkande i industri och samhälle.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Summary	4
Inledning och bakgrund	6
Genomförande	8
Resultat och diskussion.....	11
Slutsatser, nyttiggörande och nästa steg	18
Publikationslista.....	19
Projektkommunikation.....	20
Referenser	20
Bilagor	21

Sammanfattning



Högt värdeskapande med lite naturresurser ger god hållbarhet. Foto: B Steen

Resurseffektivitet är ett centralt begrepp inom hållbar utveckling. Kanske det mest centrala. Hållbar utveckling handlar om att på kort och lång sikt tillfredsställa mänskliga behov. Detta kräver resurser: ekonomiska, sociala och miljömässiga. I en värld där naturresurserna blir alltmer begränsade blir den effektivitet med vilken de utnyttjas kritisk för möjligheterna att på sikt tillfredsställa mänskliga behov.

Det är främst tre faktorer som hindrar utvecklingen mot ökad naturresurseffektivitet: svaga drivkrafter, brist på operativa verktyg och brist på rutiner. Det är ofta svårt att se de ekonomiska fördelarna med en ökad resurseffektivitet. De operativa verktyg som finns ger förenklade svar, som är svåra att tolka i ett livscykelperspektiv. I ett livscykelperspektiv kommer oftast flera olika resurser utnyttjas. Nettoförbrukningen måste då kunna viktas samman och uttryckas i ekonomiska termer, så att den rimmar med företagandets centrala drivkraft: att skapa nytta och kunna få betalt för den. För den enskilde beslutsfattaren finns dessutom en djungel av metoder som är mer eller mindre komplicerade. Vilken metod skall man välja?

Projektet syftar till att minska dessa hinder genom att formulera, operationalisera, testa och sprida information om ett ekonomiskt mått på resurseffektivitet baserat på resultat från livscykelanalyser, och genom att främja internationell standardisering

inom området. Testerna har genomförts i fallstudier, som gällt hållbarhetsredovisning, järnvägsräls, fordon, skor och bärkassar.

Resultaten visar på en resurseffektivitet mellan 7 och 98% i fallstudierna. Det kan jämföras med det globala medelvärdet för all ekonomisk verksamhet (88%) eller med branschgenomsnitt, där sådana data finns tillgängliga. Resultatet visar också att det är praktiskt möjligt att ta fram erforderliga data och använda dem för enskilda analyser. Vid hållbarhetsredovisning och andra situationer, där det ingår många olika produkter och tjänster, behövs ytterligare utveckling av databaser och rutiner för att underlätta beräkningarna. Resultaten visar även att användning av växthusgaser som enda mått på hållbarhet är otillräcklig.

En fortsatt utveckling och uppdatering av databaser, mjukvaror och standarder är önskvärd och rimlig, med tanke på den vikt hållbarhetsomställningen har i Sverige och i omvärlden.

Summary

Resource efficiency is a central concept for sustainable development, maybe the most central. Sustainable development is about satisfying human needs on both short and long term basis. This requires resources: economical, social and environmental. In a world, where natural resources decrease, efficiency in using them becomes increasingly critical for the ability to satisfy human needs in the long run.

There are especially three factors that hinder the development towards increased natural resource efficiency: weak driving forces, lack of operative tools and lack of routines. It is difficult to see the economic benefits with an increased natural resource efficiency. Current operative tools give simple answers which are difficult to interpret in a life cycle perspective. In a life cycle perspective, several different resources will be used. To find the net resource consumption, different resources must be valued in economic terms and added, so that it fits the central driving force of an organization: to create utility and get paid for it. For a specific decisionmaker there is a jungle of methods to use, which are more or less complicated. Which one to use?

The project aims to contribute to decreasing the hinders through formulating, operationalizing, testing and disseminating information about an economic measure for resource efficiency based on life cycle assessments, and through promoting international standardization within the area. Tests have been made through case studies on sustainability accounting, railroads, vehicles, shoes and shopping bags.

The results show values of the resource efficiency between 7 and 98%, which may be compared to the global average of all economic activity, 88% or to average branch data, if such are available. The results also show that it is practically doable to gather necessary data and use them for specific analyses. In cases where there is a need for analyzing a multitude of products and services, like in sustainability accounting, further development of databases, tools and routines are needed. The results further

show that use of greenhouse gases as the single measure on sustainability is insufficient.

A continuing development and updating of data bases, software and standards, is desirable and reasonable, considering the importance the transformation to a sustainable society is given today in Sweden and in the rest of the world.

Inledning och bakgrund

Resurseffektivitet är ett centralt begrepp inom hållbar utveckling. Kanske det mest centrala. Hållbar utveckling handlar om att på kort och lång sikt tillfredsställa mänskliga behov. Detta kräver resurser. I en värld där resurserna är begränsade, ofta uttryckt som planetens gränser, blir den effektivitet med vilken resurserna utnyttjas kritisk för möjligheterna att tillfredsställa mänskliga behov. De mått som oftast används för resurseffektivitet är enkla och begränsade till enstaka resurser. Projektgruppen har under lång tid arbetat med livscykelanalyser och monetär värdering av miljöpåverkan. Vi såg med detta projekt en möjlighet att använda denna kunskap för att få med "alla" naturresurser i analysen och minska risken för suboptimeringar.

Det är knappast den teoretiska eller konceptuella underbyggnaden, som hindrar ett frekvent hänsynstagande till resurseffektiviteten i dagens samhälle. Det finns flera internationella standarder och rapporter som speglar konsensus om denna underbyggnad. Det är främst tre faktorer som hindrar utvecklingen mot ökad naturresurseffektivitet: svaga drivkrafter, brist på operativa verktyg och brist på rutiner. Det är ofta svårt att se de ekonomiska fördelarna med en ökad resurseffektivitet förutom de som alltid funnits: att spara in på kostnaderna för inköp av resurser. De operativa verktyg som finns ger förenklade svar, som är svåra att tolka i ett livscykelperspektiv. I ett livscykelperspektiv kommer oftast flera olika resurser utnyttjas. Nettoförbrukningen måste då kunna viktas samman och uttryckas i ekonomiska termer, så att den rimmar med företagandets centrala drivkraft: att skapa nytta och kunna få betalt för den. För den enskilde beslutsfattaren finns dessutom en djungel av metoder som är mer eller mindre komplicerade. Vilken metod skall man välja?

Det finns många sätt att bedöma och kvantifiera resurseffektivitet, från enkla mått på hur mycket av en viss resurs som behövs för en viss produkt till mera generella mått som klarar att beskriva effektiviteten i användningen av olika typer av resurser - var för sig eller aggregerat. Ett angreppssätt liknande vårt, dvs att ställa miljökostnader mot skapat värde har använts för förpackningar (Wever and Vogtlander 2013). Där används kvoten mellan miljökostnader, "Eco-Costs" och skapat värde, men det resulterar då inte i ett effektivitetsmått, möjligen ett ineffektivitetsmått.

Hållbar utveckling definieras i sin mest accepterade form utifrån möjligheten att tillfredsställa dagens mänskliga behov utan att försämra möjligheterna för kommande generationer att tillfredsställa sina. Här finns en direkt koppling till förvaltning av naturkapitalet. Om man skall undvika att försämra för kommande generationer kan man inte minska naturkapitalet. Ett naturligt mått på en minskning av naturkapitalet är kostnaden att behålla det oförändrat. Kostnader kan vara återställandekostnader (om det går att återställa den förändring man orsakat), bevarandekostnader (t.ex. för biodiversitet) eller kompensationskostnader (som i fallet hälsoeffekter och ekosystemtjänster).

För att kunna beräkna förändringar i naturkapitalet i monetära mått, behöver man kunna uppskatta det monetära värdet av alla de olika varor och tjänster miljön bidrar med. Med miljön menas här ekosystemen och abiotiska resurser. Under de senaste

decennierna har flera initiativ tagits för att på ett samlat sätt uppskatta miljöns ekonomiska värden. The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) var en internationell studie i kölvattnet av den stora miljöstudien runt millennieskiftet: "The Millennium Assessment". TEEB initierades av G8-länderna. TEEB karaktäriserade miljöns värden i termer om "provisioning" (tillhandahållane), "regulating" (reglerande), "supporting" (stödjande) och "cultural" (kulturella) värden. FNs ekonomiska kommission för Europa, UNECE, i samarbete med OECD och Eurostat, samlade 2009 ett antal statistiker för att finna ett sätt att mäta hållbar utveckling. Man kom fram till en rekommendation att mäta hållbar utveckling i form av olika typer av kapital: humankapital, naturkapital, socialt kapital och ekonomisk kapital (UNECE 2014). Man kom också fram till att göra detta med tre olika perspektiv: "här och nu", "elsewhere" och "later". UNECE's rekommendation avsåg att mäta hållbar utveckling på nationell nivå. I initiativet "National Capital Coalition" försökte man ta ett företagsperspektiv på påverkan på naturkapitalet. Liksom för TEEB och UNECE, kom man mest fram till strukturella och principiella riktlinjer. Faktiska data var sällsynta.

Inom LCA-forskningen har ett flertal metoder använt sig av monetära mått på miljöeffekter. Ett av dessa, Eco-Cost, (Vogtländer et al. 2001), har använt sig av kostnader för att uppnå miljömål och andra, till exempel EPS (Steen, 2016) använder sig av miljöskadekostnader. EPS beräknar sambanden mellan utsläpp och utsläppens påverkan på fem skyddsobjekt: mänsklig hälsa, biodiversitet, ekosystemtjänster, tillgång till vatten och abiotiska resurser. Arbetet på att ta fram EPS-metodiken har skett inom ramen för Swedish Life Cycle Center, ett nationellt och branschöverskridande kompetenscentrum vid Chalmers tekniska högskola (lifecyclecenter.se) som samlar livscykelexperter och -utförare från industri, akademi, forskningsinstitut och myndigheter. EPS-metodiken för monetär värdering av miljöskador togs fram i huvudsak under 1990-talet (Steen 2016) och den har därefter vidareutvecklats i flera omgångar. Metoden används aktivt av många av företagen inom SLC för monetär miljövärdering.

Det finns många sätt att räkna miljöskostnader på, och det går knappast att finna en generell metod som täcker alla behov. Därför har det varit viktigt att skapa ett gemensamt språk, så att man kan förklara vad en viss kostnad står för. Mycket av detta arbete har skett inom ISO, den Internationella Standardiseringsorganisationen, och där inom miljöledningsstandardiseringen (14000-serien). LCA-standarderna ISO 14040 och ISO 14044 är viktiga för att man skall kunna beskriva produktsystem och deras miljöpåverkan. ISO 14045 (ekoeffektivitet) för in relationen mellan miljöpåverkan och ekonomi. ISO 14008 ställer krav på hur miljöskadekostnader skall tas fram, dokumenteras och rapporteras. ISO 14007 ger vägledning över hur man använder sig av miljöskostnader och miljönyttor i organisationer. Arbeten på två nya standarder har påbörjats, en (ISO 14097) om finansiering av klimatåtgärder och en (ISO 14030) om krav på gröna obligationer. Standarder finns också om miljökommunikation. De används för miljömärkning och för miljövarudeklarationer. Det Europeiska PEF-initiativet (PEF = Product Environmental Footprint) bygger i stor utsträckning på ISO's standarder, bland annat ISO 14025 om Typ III

Miljövarudeklarationer, men även på faktiska program för EPD (Environmental Product Declaration) som byggts upp baserade på standarden,

EU har flera direktiv, där ekonomiska mått på miljöpåverkan används: t.ex. för att bestämma vägavgifter för tung trafik (Direktiv 1999/62/EC modifierat genom Direktiv 2006/38/EC och genom Direktiv 2011/76/EU) och för val av bästa tillgängliga teknik (IED direktivet) samt NEC direktivet (2001/81/EC). Nyligen har EU lanserat en aktionsplan för cirkulär ekonomi (Commission 2010).

Behovet av hållbar utveckling är numera välkänt och accepterat, men det behövs också operativa hållbarhetsmått, som kan användas i vardagen. För att de skall vara operativa behöver man kunna väga hållbarhet mot andra värden som produkter och tjänster skapar. Det finns ett behov av att förstå hållbarhetsförändringar och i detta fall resurseffektivitetsförändringar i ekonomiska termer. Det är detta vårt projekt avser underlätta.

Med hjälp av ekonomiska mått på hållbarhet kan hållbarhet/resurseffektivitet lättare integreras i beslutsfattande. Vi förväntar oss att detta kommer att leda till en faktiskt ökad hållbarhet. Även om en beräkning av den totala miljöpåverkan i ekonomiska termer och den totala resurseffektiviteten kan vara komplex och tidskrävande, visar erfarenheter från livscykelanalyser att man oftast får fram kunskap om vad som är väsentligt i en viss kontext och därefter kan skapa enklare mått eller tumregler, som är lättare att använda.

Det projekt, vars resultat vi redogör för här, har syftat till att öka den operativa kapaciteten för resurseffektivitetsbedömningar och till att göra effektivitetsmåttan kompatibla med de drivkrafter för resurseffektivitet som finns och som håller på att utvecklas. Vår idé har varit att ta fram en databas med mått på miljöskadekostnader för olika material och processer, och använda ett monetärt mått för resurseffektiviteten som är lika med $(p-g)/p$. Detta mått blir 1 när påverkan på naturkapitalet (g), alltså påverkan på hälsa och miljö, är noll (0) och måttet blir noll (0) när det går åt lika mycket av naturkapitalet som det ekonomiska värdet (p) som skapas genom varan eller tjänsten. Värdeskapande och ökat välbefinnande mäts vanligtvis med monetära mått, t.ex. genom hur mycket kunden är villig att betala för varan eller tjänsten. Påverkan på naturkapitalet beskrivs här också i monetära mått.

För att få måttet accepterat och spritt, har vi dels genomfört ett antal fallstudier, dels deltagit i internationellt standardiseringsarbete. Vi har varit med om att utforma en standard för monetär värdering av miljöpåverkan, ISO 14008, som vi sedan tillsammans med EPS-metodiken använt i några fallstudier. I korthet kan man beskriva angreppssättet i tre termer: relevans för beslutsfattande, enkelhet i användning och internationell spridning.

Genomförande

Projektet har letts av IVL, med Tomas Rydberg som projektledare. Från IVL har även Christin Liptow verkat som samordnare av arbetet i fallstudierna och Henrik Johansson i fallstudie 3.1. Ytterligare ca 10 medarbetare på IVL har bidragit i mindre

grad med specifik kompetens i olika fallstudier. Från Chalmers har Bengt Steen haft en nyckelroll, både för den teoretiska grunden i metoden, för hans mångåriga arbete med monetär värdering av naturkapital och miljöskador, och för hans aktiva medverkan i olika standardiseringsgrupper.

En fjärde nyckelperson är Stefan Rydin, Nordeconsult, som haft en specifik roll som samordnare av nätverket SSEI och även den fallstudien som utgår från skobranschen. I projektgruppen har IVL och Chalmers ingått som forskningsaktörer. I fallstudierna har (Nouryon (tidigare inom AkzoNobel), Svensk Handel, Volvo Buss, Volvo Cars, Trafikverket, och Naturvårdsverket medverkat. Därtill har två viktiga Företagsnätverk medverkat: Sustainability Circle, och Svenska Skomiljöinitiativet SSEI. Från SSEI medverkar Svensk Handel, Agenturföretagen, Nordeconsult, Lanson, Theorema och Scorett.

Projektet har varit uppdelat i fem arbetspaket (AP): Varje arbetspaket har i sin tur bestått av ett antal specifika aktiviteter. Nedan redovisas omfattning och innehåll i de fem arbetspaketen.

AP1 Resurseffektivitet och standarder

1.1 Teori

Koncept och grunder för beräkning av resurseffektiviteten har preciserats. En litteraturanals och sammanställning gjordes i ett tidigt skede i projektet för att säkerställa att den senaste forskningen och utvecklingen kring metodik för naturkapitalvärdering och värdeskapande inkluderas.

1.2 Analys

En särskild genomgång av relevanta standarder gjordes i syfte att förstå och belysa hur dessa beaktar resurseffektivitet.

AP2 Utveckling och implementering av databas

2.1 Implementering av Databasstruktur

Baserat på tidigare erfarenheter påbyggt med lärdomar från AP1, däribland ISO 140008, utformades en databasstruktur för Naturkapital och resurseffektivitet. Databasen utvecklades i två delar:

- 1) en relationsdatabas för monetära värden av miljöförändringar. Den är avsedd för miljöexperter och för lagring av de miljödata, som behövs för att beräkna miljöpåverkan av emissioner och resursuttag.
- 2) en Excelfil, som innehåller miljökostnadsdata för materialprocesser, främst tillverkning och olika kvittblivningsprocesser, som har tagits fram för att kunna användas av beslutsfattare utan speciell LCA-kunskap och som skall kunna vara öppet tillgänglig på nätet.

2.2 Framtagning och inmatning av data.

Aktivitet 2.2 har främst handlat om att koordinera, granska och ta hand om data som kommer att tas fram i fallstudierna för inläggning i databasen.

AP3 Fallstudier.

Samtliga fallstudier har genomförts med etablerad LCA-metodik

3.1 Hållbarhetsräkning

En hållbarhetsräkning kompletterar vanliga resultat och balansräkningar och syftar till att belysa en organisations hållbarhetsfrågor. I denna fallstudie har endast miljöfrågor ingått. Eftersom det är ett rätt omfattande arbete att genomföra en hållbarhetsräkning, valde vi att genomföra den för IVL, där vi har god kännedom av verksamheten.

3.2 Infrastruktur

Beräkning av läggande och underhåll av järnvägsräls i Bottniabanan har studerats.

3.3 Fordon

En jämförelse av olika bussar körda på linje 55 i Göteborg har gjorts. Elbussar har jämförts med hybridbussar och dieselbussar.

3.4 Konsumentprodukter/skor

Ett materialindex som IVL utvecklat för skobranschen inom ramen för Swedish Shoe Environmental Initiative (SSEI) har kompletterats med miljökostnadsdata enligt EPS för att möjliggöra beräkning av resurseffektivitet. En mer detaljerad beskrivning av materialindexet och dess bakgrund finns i bilagor 11 och 12.

3.5 Inköp

I en delstudie har olika bärkassar jämförts i livscykelperspektiv.

I en annan delstudie har jämförts industriella försörjningskedjor för kemikalier med sina specifika produktionsvägar och tillverkad av antingen biobaserade och förnybara råvaror eller fossila råvaror.

AP4 Samverkan och Kommunikation

4.1 Deltagande i ISO och CEN-arbete (både löpande och "remiss")

Vi har deltagit i SIS/TK 207 som speglar arbetet i ISO 207 (miljöledning), ISO 322 (hållbar finans) och CEN/SABE (CENs strategic advisory board on environment)

4.2 Vetenskaplig och populärvetenskaplig publicering

Den vetenskapliga publikationen finns än så länge enbart som manuskript. En populärvetenskaplig artikel är publicerad.

4.3 Riktade seminarier, workshops, nyhetsbrev

AP5 Projektledning har omfattat

5.1 Intern samordning

i huvudsak projektledning inklusive organisering av projektledningsmöten, ett årligt projektmöte för samtliga projektdeltagare och uppföljning av projektplan.

AP 5.2 Formell rapportering till Energimyndigheten.

Periodisk rapportering, vanligen var 6:e månad.

AP 5.3 Vidareföringsplan/Förvaltningsplan.

Svensk Livcykelcentrum har givit IVL i uppdrag att förvalta EPS-systemet

Resultat och diskussion

AP1 Resurseffektivitet och standarder

Koncept och grunder för beräkning av resurseffektiviteten har preciserats. En litteraturanals och sammanställning gjordes i ett tidigt skede i projektet för att säkerställa att den senaste forskningen och utvecklingen kring metodik för naturkapitalvärdering och värdeskapande inkluderas. Hållbar utveckling innebär en utveckling som tillfredsställer dagens generations behov utan att försvåra för kommande generationer att tillfredsställa sina behov. En logisk konsekvens av detta är att naturresurserna inte får utarmas. Varje generation måste kunna lämna över samma naturkapital till nästa generation som de fått ta över från föregående generation. Det ankommer således på nuvarande generation och dess aktörer att betala vad det kostar att behålla naturkapitalet på minst oförändrad nivå. Om man inte tar dessa kostnader får man en skuld till kommande generationer som kan sättas lika med de undvikna kostnaderna. Denna skuld är ett mått på hållbarhet, eller rättare sagt ohållbarhet. Upprätthållandet av naturkapitalet gäller på makronivå (globalt, internationellt eller möjligen nationellt), men det är knappast möjligt att styra utvecklingen på makronivå. Det måste ske på mikronivå, alltså i de enskilda aktiviteter och beslut där påverkan uppkommer. Ett sätt att föra ner hållbarhetsvillkoret på mikronivå är att reglera resurseffektiviteten i all ekonomisk aktivitet. Det värde som skapas för kunden måste ställas i relation till det naturkapital som förbrukas. Det mått vi använt för resurseffektivitet är $\text{Resurseffektivitet} = \frac{\text{värdeskapande för kund} - \text{naturkapitalåtgång}}{\text{värdeskapande för kund}}$. Resurseffektiviteten skall vara minst 1 för en hållbar utveckling. Naturkapitalåtgången har beräknats med EPS-metodiken, som uppdaterats till en version 2020d. Den omfattar beräkning av påverkan på bioproduktivitet, biodiversitet, luft, vatten, mark och mineralresurser. Påverkan på luft och vatten värderas i stor utsträckning efter de hälso- och miljöeffekter de orsakar. Uppdateringen av EPS till v 2020d har bland annat omfattat en anpassning till den nya ISO-standard 14 008, "Monetary Valuation of Environmental Impacts and Aspects". Det är en ramverksstandard med krav på transparens och konsistens. Skillnaden mellan version 2015d och 2020d består främst i att individfokuset har

blivit mer konsistent och att olika miljönyttor värderats mer noggrant. I version 2015d var det i huvudsak påverkan på individens inkomst som värderades. I version 2020d inkluderades också påverkan utanför arbetstiden. Inkomsten används nu mest för att värdera förluster av arbetskaper. Logiken i detta är att individen brukar hela sin tillgängliga tid att tillfredsställa sina behov. Sjukdom orsakad av miljöförsämring drabbar därför inte bara den vanliga inkomsten och arbetstiden utan också resten av individens tillgängliga tid och möjlighet att tillfredsställa sina behov. Detta nya synsätt, som är i linje med vad ISO 14008 förespråkar, dvs att man skall vara tydlig med vems värde man bestämmer, får bland annat till följd att det monetära värdet av miljöpåverkan från CO₂ ökar från 0,135 till 0,288 €/kg.

Att bestämma resurseffektivitet på detta sätt och att få accepterat i vardagen är inte helt enkelt. Dels är det krångligt och tidskrävande, dels saknas starka drivkrafter. En möjlig väg är att få det inskrivet i olika standarder. Ovan har nämnts två viktiga metodstandarder: ISO 14044 för livscykelanalyser och ISO 14008 för monetär värdering av miljöpåverkan. ISO 14045 är också en standard som kan användas för resurseffektivitet. ISO 14045 handlar om ekoeffektivitet. Men det finns även en möjlighet att skriva in krav på resurseffektivitet i material och produktstandarder. Mera om resurseffektivitet i standarder finns rapporterat i bilaga 1.

AP2 Utveckling och implementering av databas

Vi har i enlighet med arbetsplanen tagit fram två databaser:

1) en relationsdatabas för monetära värden av miljöförändringar (= naturkapitalkostnader). Grundtabellerna finns skapade och data inskrivna, men det finns än så länge inga gränssnitt som är användarvänliga. En sådan utveckling behövs i framtiden.

2) en Excelfil, som innehåller miljökostnadsdata för materialprocesser, främst tillverkning och olika kvittblivningsprocesser har tagits fram.

En översiktlig presentation av databaserna finns i bilaga 2. Relationsdatabasen finns i en Accessfil (bilaga 3). Excelfilen kommer att komplettera data i verktyget EPS light, som finns på SLCs hemsida <https://www.lifecyclecenter.se/tools/>.

Som nämnts ovan är tillgången på data en avgörande faktor för att resurseffektiviteten skall kunna beaktas i praktisk verksamhet, och bidra till innovativa lösningar i en hållbar utveckling. Det krävs dock ett ihärdigt arbete för att synliggöra och sprida denna information. Att detta projekt varit en del i en mångårig utvecklingslinje där många av de forskare och experter som deltagit i projektet är aktiva är en positiv faktor, som talar för en fortsatt spridning.

AP3 Fallstudier.

Samtliga fallstudier har genomförts med etablerad LCA-metodik. Redovisningen fokuserar på erhållna resultat och hur dessa kan användas för att beräkna resurseffektivitet. Beskrivningen av hur livscykelanalyserna skett, dvs systemgränser allokering, mm, har utelämnats då de inte var av primärt intresse.

3.1 Hållbarhetsräkning

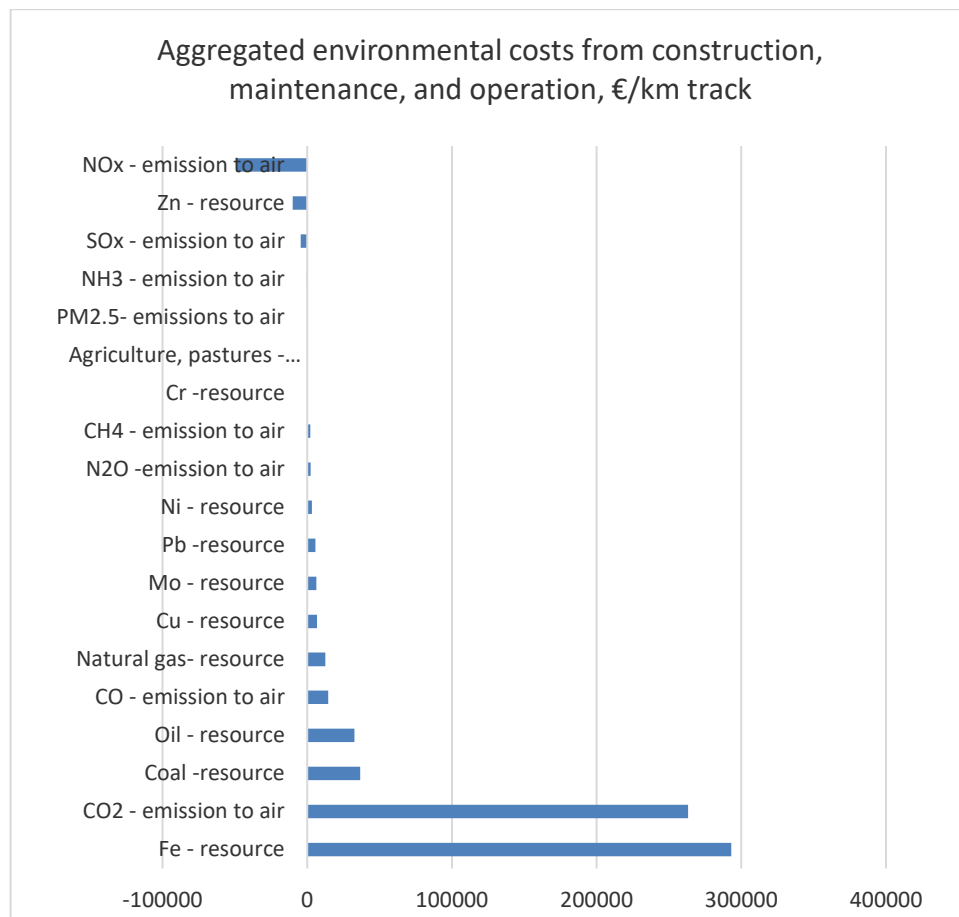
En hållbarhetsräkning av IVLs verksamhet har prövats och ett antal intervjuer genomförts.

Det visade sig vara en betydligt större uppgift än vi antog från början. Att ta fram rätt information, genomföra beräkningar, etablera rapporteringsstrukturer och investera i nödvändiga IT-system kräver omfattande insatser. Det finns företag, som genomfört hållbarhetsräkningar inom ramen för ESG-analyser (ESG = Environmental and Social Governance), men det är i regel stora företag med omfattande resurser och där man har påtagliga fördelar av att redovisa sin miljöpåverkan, eller externa analytiker, som använder sig av schablonmetodik.

Erfarenheterna från arbetet med Hållbarhetsräkning finns sammanfattat i bilaga 4.

3.2 Infrastruktur

Naturkapitalkostnader vid läggande och underhåll av järnvägsräls i Botniabanan redovisas i figur 1 nedan

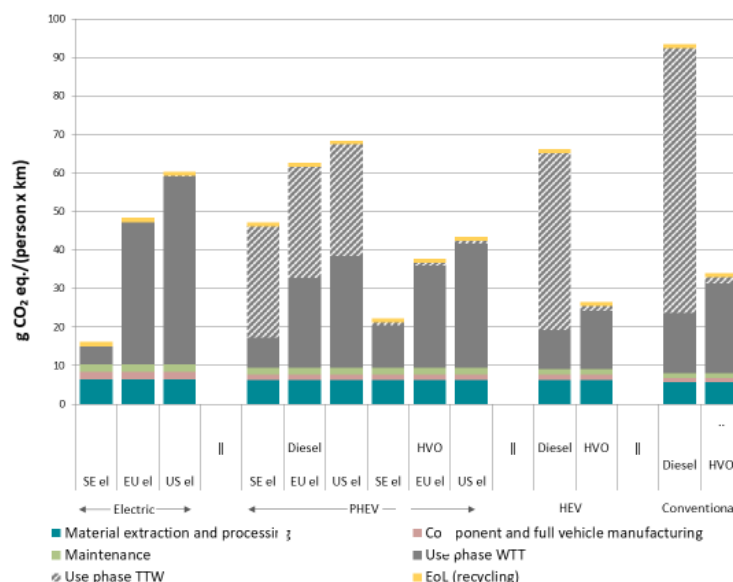


Figur 1 Resultat från beräkning av naturkapitalkostnader för anläggande, underhåll och drift av järnvägsräls i Botniabanan. EPS 2020d har använts (Steen and Rydberg 2020). Totala naturkapitalkostnaden är 6,3 milj. kr/km.

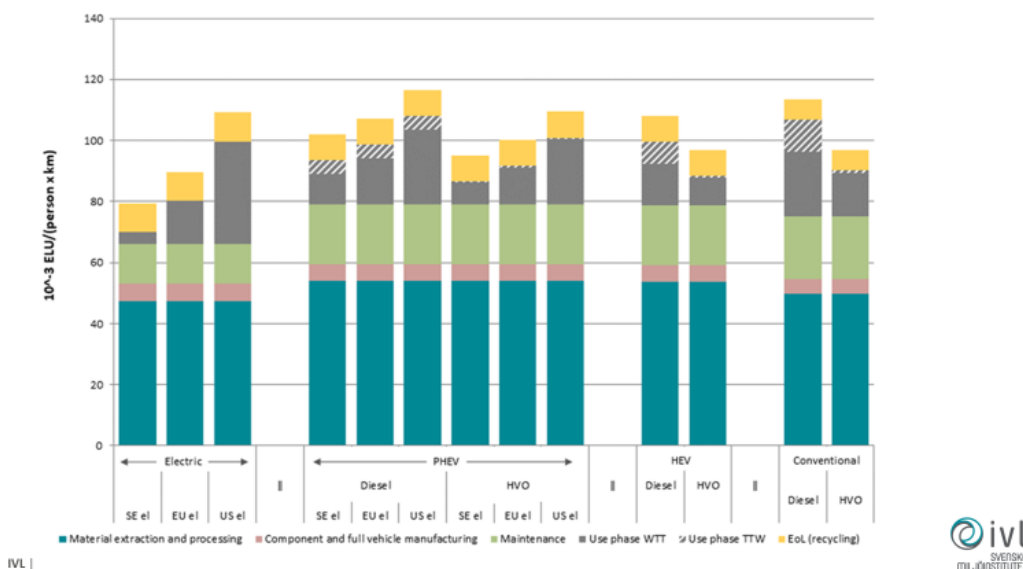
De ekonomiska kostnaderna för anläggande, underhåll och drift av järnvägsräls i 60 år har uppskattats till 45 milj. kr per km. Markarbeten är inte medräknade, utan bara läggandet av banvall, räls och elektrifiering. Byte av räls på sträckan Falköping-Jönköping kostade 1,67 milj kr/km. Elektrifiering av inlandsbanan beräknas kosta cirka 7,69 milj/km. Kostnaden för enkelspår i lätt terräng är 20-30 milj. kr/km (Fröidh 2010). Genomsnittliga underhållskostnader för järnvägsspår i Sverige är 0,43 miljoner SEK/km (trafikverket). Om man diskonterar framtida kostnader i nivå med inflationen blir nuvärdet av underhållskostnaden under 60 år 25,7 milj. kr. Detta betyder att resurseffektiviteten blir 86%. Om man tar hänsyn till att spåren återvinns när de är uttjänta minskar naturkapitalkostnaden för Fe-resurserna till nästan noll. Om vi antar att 98% av järnet blir nytt stål, blir den nya totala naturkapitalkostnaden 3,36 milj. kr/km och resurseffektiviteten 92,5%.

3.3 Fordon

En jämförelse av olika bussar av modell 7900 med olika drivlina körda på linje 55 i Göteborg har gjorts. Resultaten visas i figur 2 och 3



Figur 2 Utsläpp av klimatgaser per personkm vid resa med buss 55 med olika drivlinor



Figur 3 Miljöskadekostnader per personkm vid resa med buss 55 med olika drivlinor

Det är tydligt att klimatgaserna inte är ett tillräckligt underlag för att bedöma möjligheten att öka hållbarheten vid resande.

Medelkostnaden för en resa med buss eller spårvagn i Göteborg har beräknats till 1,3 kr/personkm. Medelreslängden är 20 km (resvaneundersökningen i Göteborg 2017). En biljett inom staden kostar 26 kr enkel väg. Det blir 1,3 kr/km. Det är visserligen inte alla som har denna kostnad. En del reser längre och betalar för flera zoner, en del reser på månadskort. Men siffran kan i detta sammanhang (test av resurseffektivitets konceptet) användas som mått på värdet som skapas för de resande.

Naturkapitalkostnaden bestämdes i studien till mellan 0,82 – 1,21 kr/personkm. Det betyder att resurseffektiviteten ligger mellan 7 och 37%.

En mer detaljerad redogörelse för LCA-studien finns i (Nordelöf et al. 2014). Den har kompletterats med miljökostnadsdata för emissioner och naturresurser enligt (Steen 2016).

3.4 Konsumentprodukter/skor

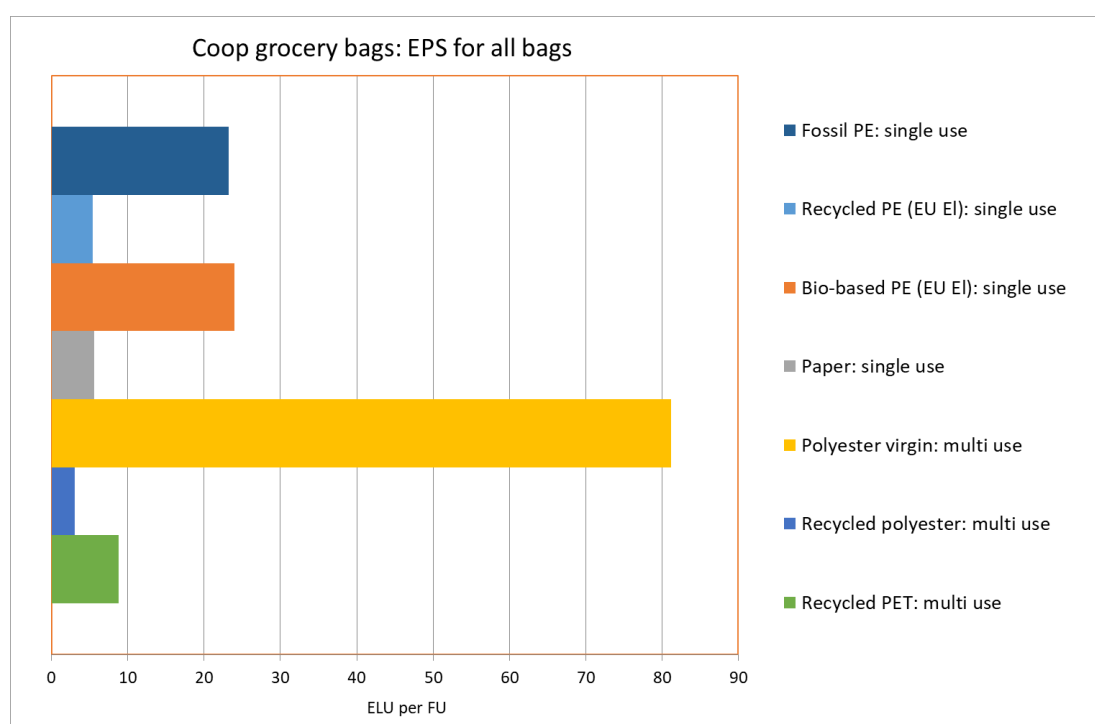
Befintliga materialindex, där alla miljöpåverkanskategorier viktats med samma tyngd, har jämförts med monetär värdering av miljöpåverkan. Materialindexet har uppdaterats så att en monetär värdering av miljöpåverkan nu ingår som en integrerad del av indexet. Andra förbättringar av det existerande indexet som utvecklats under projektet är att indexet nu även inkluderar hållbarhet/livslängd hos produkten samt att klimatpåverkan anges separat. Förbättringarna förväntas öka användningen av indexet i skobranschen.

Naturkapitalkostnaden för en normal sko beräknades till 2,03 € (EPS v2015dx). Med en kostnad på 1000 kr motsvarar det en resurseffektivitet på 98%.

Naturkapitalkostnaden för olika interiörmaterial i en XC90 beräknades av Volvo Cars med samma verktyg som användes för skor. Beräkningarna gjordes för en (1) interiörpanel med olika ytmaterial: fleece, vinyl, Benova, krombehandlat läder och konstläder jämfördes. Naturkapitalkostnaden för krombehandlat läder var cirka dubbelt så hög som de övrigas.

3.5 Inköp

Bärkassar av plast från fossil råvara har jämförts med påsar av biogen råvara (papper, biobaserad plast) och med flergångskassar. Den funktionella enheten för engångspåsar var 1000 påsar som fullastade används för att bära 13 ton specerivaror. Även flergångspåsar studerades. Resultatet visas i figur 4.



Figur 4 Naturkapitalkostnader vid användning av olika typer av bärkassar. EPS v 2015dx har använts.

Med en kostnad på 2 kr/st blir resurseffektiviteten 97% för papperspåsen och för den återvunna polyetenpåsen. För polyetenpåsen med jungfrulig polyeten blev resurseffektiviteten 88% och för biopolyeten 87%.

Biobaserade och förnybara eller fossila råvaror har jämförts i två fallstudier. En fallstudie gällde förnybar eten som råvara till mer förädlade kemikalier, och där finns delresultat redovisade i Steen och Rydberg (2020). En annan fallstudie gällde vegetabilisk olja som alternativ till syntetisk (fossilbaserad) för användning som hydrofoba komponenter i rengöringsmedel (Rattanakoch, 2020)

AP4 Samverkan och Kommunikation

4.1 Deltagande i ISO och CEN-arbete

Två saker bedöms vara av intresse att lyfta här:

- 1) En rapport, som demonstrerar ett fall av tillämpning av ISO 14007 och 14008 har skrivits och sänts till ISO för publicering. Manuskriptet finns i bilaga 5. Rapporten gäller en analys av de ekonomiska riskerna ett investmentbolag, som äger aktier i företaget med olika stora koldioxidutsläpp.
- 2) En ny teknisk kommitté, ISO TC 323 har startats för cirkulär ekonomi. Där finns bl.a. ett initiativ till en standard benämnd "Guidance principles for the sustainable management of secondary metals". I denna standard och i många övriga inom området cirkulär ekonomi bör resurseffektivitetsmått kunna integreras som ett viktigt begrepp.

4.2 Vetenskaplig och populärvetenskaplig publicering

En bok om monetär värdering av miljöeffekter har skrivits (Steen 2019) och EPS-systemets miljökostnadsdata har uppdaterats (Steen and Rydberg 2020). DI har en artikel om vår monetära värdering av miljöeffekter (Bilaga 6). Ett manuskript till en artikel avseende resurseffektivitet har utarbetats, men ännu inte skickats in.

Två konferensbidrag har levererats, ett föredrag och en poster. Se nedan i publikationslistan över publicerat material.

4.3 Riktade seminarier, workshops, nyhetsbrev

2 workshops med projektdeltagarna har avhållits. Vi har berättat om projektet vid Swedish Life Cycle Centers arbetsgruppsmöten och nyhetsbrev. Vi har hållit föredrag för bl.a. näringslivets miljöchefer. Se bilaga 7.

Resultaten från fallstudien avseende skor har presenterats till beslutsfattare (regeringskansliet), utbildning (utbildningsansvariga samt framtidens hållbarhetsutvecklare inom textil) samt industrin (skobranschen samt butiksanställda). Aktiviteterna har inkluderat tre målinriktade workshops för SSEIs medlemmar (skobranschen) samt digital presentation till framtidens hållbarhetsutvecklare i samband med kursaktiviteter hos Nordiska Textilakademin. Mer detaljer om de konkreta aktiviteterna ges i administrationsbilagan

Diskussion

Resultaten från fallstudierna visar på stora variationer i resurseffektivitet. Frågan är vad som är önskvärt. Det är helt klart att 100% är lika med hållbar utveckling och bör vara ett långsiktigt mål. Helst bör man sträva efter att komma över 100%. Men i ett kortare perspektiv kan man ju jämföra sig mot branschens genomsnitt och med det globala genomsnittet för all ekonomisk verksamhet, som är 88,4% med 2020 års version av EPS (Steen 2019).

I början av projektet använde vi miljökostnadsdata från EPS v 2015d. Senare uppdaterade vi miljökostnadsvärderingarna i en ny version 2020d. ”d” står för default. Globala medelvärden kanske inte alltid är det bästa att använda. Man kan fundera över om vi skulle behållit samma version för alla beräkningar, men vi valde att gå över till den nya versionen när den fanns tillgänglig. Skälet var att resurseffektiviteten bör ses som ett ”verkligt” mått och inte som ett ”tävlingsmått”. De bästa värderingarna bör användas och liksom priser i övrigt ändras med tiden bör även miljökostnadspriser uppdateras.

EPS-värderingarna pekar på mycket höga naturkapitalkostnader för malmer och fossila resurser. Ofta kallas dessa för ändliga resurser, och därmed tar de så småningom slut. Men resursbevarande åtgärder är möjliga att vidtaga. De som normalt förknippas med cirkulär ekonomi innebär att uttagen kan minskas men i det långa loppet innebär det bara att reserverna ändå minskar, om är i en långsammare takt. Vi har emellertid tidigare visat att det går alldeles utmärkt att producera malmliknande koncentrat av metaller och fossilliknande resurser ur hållbara källor (Steen and Borg 2002). Kombinerat med hög återvinningsgrad kan metaller och andra råvaror erbjudas till marknaden till rimliga kostnader på ett helt hållbart sätt. Det blir dyrare, men är inte ogörligt.

Slutsatser, nyttiggörande och nästa steg

Vi har visat att det är praktisk genomförbart att beräkna resurseffektivitet med en monetär definition på resurser, såväl värdeskapande som naturkapitalutnyttjande.

Projektresultaten pekar också på att materialåtervinningen måste bli effektivare. För många material behövs nivåer över 95%. En återvunnen resurs måste dessutom användas så att den verkligen minskar primäruttaget av samma resurs. Om t.ex. en metallförening används för att fylla ut vägbanor, minskar den på sin höjd primäruttaget av grus, vilket har ett lägre resursvärde.

Som nämnts tidigare är ett av skälen till den begränsade användningen av resurseffektivitet – i dess breda bemärkelse – att drivkrafterna är svaga, förutom i de situationer där man sparar på kostnader för inköpt material. På sikt torde det emellertid bli nödvändigt att se till hela livsrymden samt att inkludera malm och mineralresurser i hållbarhetsmålen för att bättre ta hänsyn till resurseffektivitet. Då är det rimligt att tänka sig att ekonomiska styrmedel kommer att användas. En innovationsprocess som använder sig av framgångsmått såsom den resurseffektivitet vi definierat och beräknat här kommer sannolikt att få ett försprång.

Det krävs stor uthållighet för att etablera ett resurseffektivitetsmått av den typ vi använt här. IVL har av Swedish Life Cycle Center utsetts till förvaltare av EPS-systemet och kommer att fortsätta utveckla och uppdatera det. Hittills har det inte funnits medel avsedda för databasförvaltning. Kontinuiteten har berott på personliga engagemang och FoU-resurser inom området. Av allt att döma kommer detta att fortsätta ett tag till, men mer hållbara lösningar är önskvärda.

Skobranschen har drabbats hårt i samband med den pågående pandemin och en stor del av personalen har varit korttidspermitterad. Flera företag har dock informerat att de kommer att öka användningen av materialindexet som inkluderar en monetär värdering av miljökostnaden under hösten 2021.

Publikationslista

Bok: Steen, B., Monetary Valuation of Environmental Impacts. Models and Data. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL US

Boken innehåller en värdering av påverkan på miljönyttor och av den påverkan som sker via emissioner. De miljönyttor som värderas är de som behövs för att tillfredsställa basala mänskliga behov. Boken ger grunden för EPS-systemets version 2020d. För varje emission finns ett antal, normalt 10-20 påverkansmekanismer på miljönyttorna. För varje mekanism finns en modell som kvantifierar relationen mellan utsläpp och någon specifik miljönytta. Boken är följer kraven på monetär värdering i ISO 14008.

Artikelutkast: Steen & Rydberg: Resource efficiency of businesses in terms of value added from decreased use of natural capital. Manus avsett för J Cleaner Production.

Utkastet granskar tidigare litteratur inom området och finner effektivitetsmåttan smala. Vi beskriver också en del avfallstudierna som genomförts i detta projekt.

Rapport: Steen, B. och Rydberg, T., 2020. EPS weighting factors - version 2020d. Swedish Lifecycle Center, Chalmers University of Technology, Göteborg. Rapport nr 2020:06. Kan laddas ner från <https://www.lifecyclecenter.se/publications/eps-weighting-factors-version-2020d/>

Rapporten beskriver EPS v 2020d för monetära värdena för miljöpåverkan av emissioner och resursuttag. Skillnaden mot boken är att det mest är sammanfattande tabeller och att den är fritt nedladdningsbar. Där finns dock inga modeller som visar hur miljökostnadsvärden beräknats.

Konferensbidrag: Rydberg, T., "Natural Capital and value creation" Life Cycle Innovation Conference, 26-28 augusti 2020. (bilaga 8)

Poster till konferensen "Act Sustainable Research Conference" 2020-11-18 i Göteborg". B.Steen, "Monetary valuation of human impacts on the natural capital" Postern är en kort beskrivning av EPS 2020d. (bilaga 9)

Mastersarbete: Rattanakoch, O., Environmental damage costs linked to Hydrofobes raw materials, Masters Thesis, Chalmers University of Technology, Göteborg, 2020. <https://hdl.handle.net/20.500.12380/301728>.

Mastersarbete: Lindholm J, Lorentzon L (2020), Managing life cycle assessment of buses - An investigation on how Volvo Buses can meet environmental requirements from green public procurement, Masters Thesis, Chalmers University of Technology, Göteborg, <https://hdl.handle.net/20.500.12380/300086>.

Projektkommunikation

Se ovan under arbetspaket 4 (AP4).

Referenser

- Commission, E. 2010. A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe.
- Fröidh, O. 2010. Anläggningskostnader för järnvägar i Sverige 1989-2009. PM, KTH, Stockholm.
- Nordelöf, A., M. Messagie, A. M. Tillman, M. Ljunggren Söderman, and J. Van Mierlo. 2014. Environmental impacts of hybrid, plug-in hybrid, and battery electric vehicles—what can we learn from life cycle assessment? *International Journal of Life Cycle Assessment* **19**:1866-1890.
- Rattanakoch, O., Environmental damage costs linked to Hydrofobes raw materials, Masters Thesis, Chalmers University of Technology, Göteborg, 2020. <https://hdl.handle.net/20.500.12380/301728>
- Steen, B. 2016. Calculation of Monetary Values of Environmental Impacts from Emissions and Resource Use. The Case of Using the EPS 2015d Impact Assessment Method. *Journal of Sustainable Development* **9**:18.
- Steen, B. 2019. Monetary Valuation of Environmental Impacts. Models and Data. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL USA.
- Steen, B., and G. Borg. 2002. An estimation of the cost of sustainable production of metal concentrates from the earth's crust. *Ecological Economics* **42**:14.
- Steen, B., and T. Rydberg. 2020. EPS weighting factors - version 2020d. Swedish Lifecycle Center, Chalmers University of Technology, Göteborg.
- UNECE. 2014. Measuring Sustainable Development. UNECE, New York and Geneva.
- Vogtländer, J. G., H. C. Brezet, and C. F. Hendriks. 2001. The virtual Eco-costs '99: A single LCA-based indicator for sustainability and the Eco-costs - Value ratio (EVR) model for economic allocation: A new LCA-based calculation model to determine the sustainability of products and services. *International Journal of Life Cycle Assessment* **6**:157-166.
- Wever, R., and J. Vogtländer. 2013. Eco-efficient value creation: An alternative perspective on packaging and sustainability. *Packaging Technology and Science* **26**:229-248.

Bilagor

Bilaga 1 Resurseffektivitet i standarder

Bilaga 2 Databaser

Bilaga 3 Accessfil med relationsdatabas för miljöpåverkanskostnader

Bilaga 4 Hållbarhetsräkning

Bilaga 5 Case study for explaining ISO 14007 and 14008

Bilaga 6 Artikel i DI/Mediaplanet

Bilaga 7 Monetär värdering av miljöpåverkan

Bilaga 8 Natural Capital and Value Creation

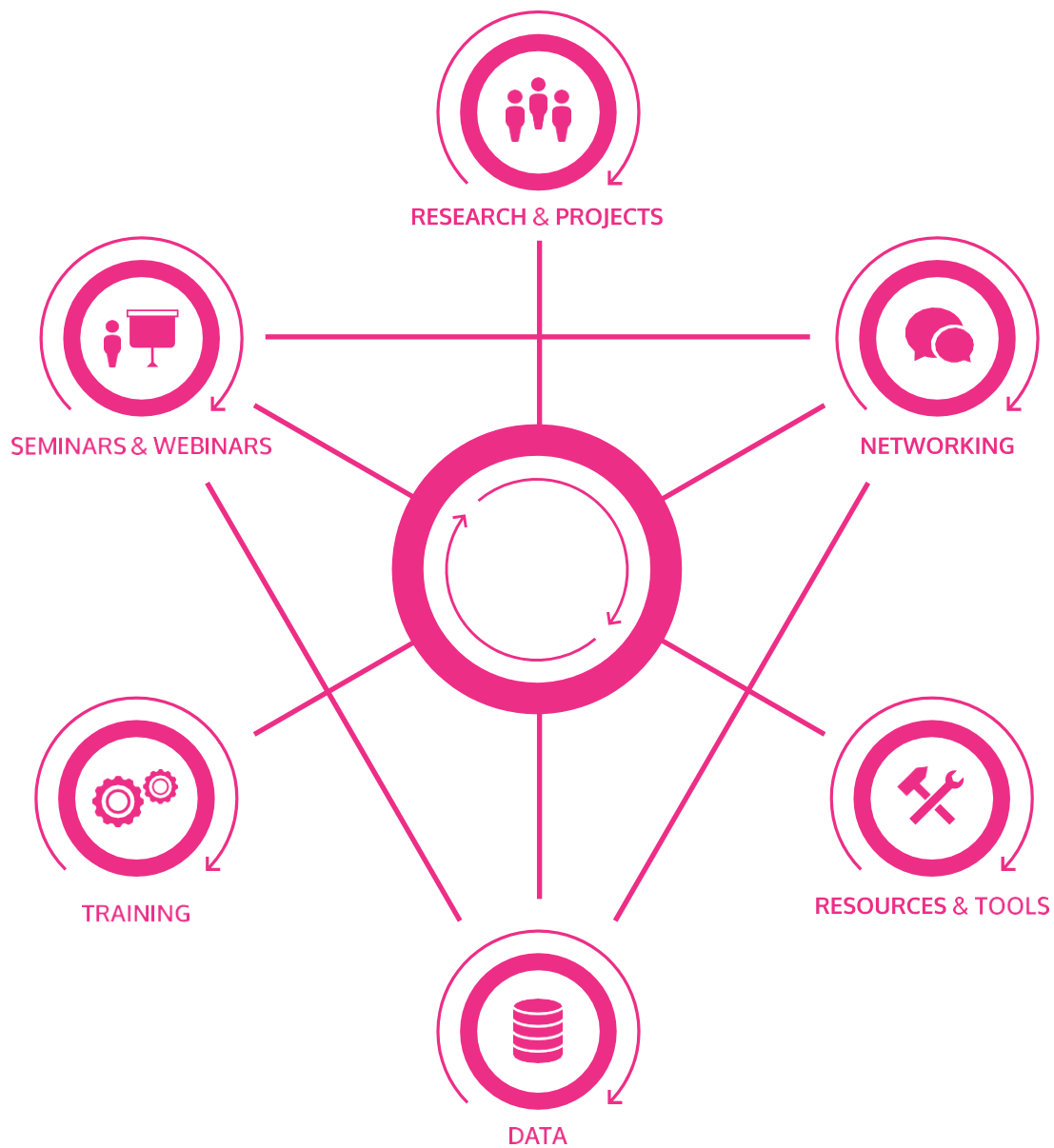
Bilaga 9 Monetary valuation of human impacts on the natural capital

Bilaga 10 Fallstudie om interiörmaterial i bilar - konfidentiell

Bilaga 11 Materialindex för skor - konfidentiell

Bilaga 12 Guide till materialindex för skor - konfidentiell

Bilaga 13 Beskrivning fallstudie konsumentprodukter/skor



Chalmers University of Technology
SE – 412 96 Göteborg
Vera Sandbergs Allé 8
+46 (0)31-772 56 40
lifecyclecenter@chalmers.se
www.lifecyclecenter.se