

Klima-fodaftryk for genbrug af hittegodscykler

- Carbon footprint for Baisikeli's genbrugsprojekt i Mozambique



Bo P. Weidema
2013-09-17

Forord

Denne rapport er udarbejdet for Københavns Kommune, Grønne Erhverv, Teknik- og Miljøforvaltningen under Carbon20 projektet. Carbon20 projektet er støttet af EU LIFE+ midler.

Tak til:

Stig Hirsbak og Randi Hagelund Skygebjerg, Aalborg Universitet

2.-0 LCA consultants, Aalborg, Denmark



Ved citering, brug venligst denne henvisning:

Weidema B P. (2013). Klima-fodaftryk for genbrug af hittegodscyklere - Carbon footprint for Baisikeli's genbrugsprojekt i Mozambique. 2.-0 LCA consultants, Aalborg, Denmark

Aalborg, September 2013

Indholdsfortegnelse

Forord	3
1. Introduktion	7
2. Formål og afgrænsning	9
2.1 <i>ISO 14040/44</i>	9
2.2 <i>Opdragsgiver og review</i>	9
2.3 <i>Funktionel enhed og formål med studiet</i>	9
Funktionel enhed	9
Formålet med vurderingen	10
Sammensætning af en cykel	10
2.4 <i>Systemafgrænsning</i>	10
2.5 <i>Beskrivelse af det analyserede system</i>	11
Sortering og administration i Danmark	11
Transport	12
Istandsættelse	12
Brug og vedligeholdelse i 3 år	13
Bortskaffelse og omsmelting af metal	13
Fremstilling af nyt metal fra minedrift	14
Nye cykler i 3 år: Fra fremstilling til vedligeholdelse	14
Re-bound effekt: Frigivet købekraft til erhvervelse af andre produkter	14
Afskæringskriterier	14
Samproduktion (allokering)	14
2.6 <i>Data-kilder</i>	14
Data-kilder for baggrunds-systemets udledninger af drivhusgasser	14
Data-kilder for sortering og administration i Danmark	15
Data-kilder for transport	15
Data-kilder for metal-fremstilling, cykel-produktion, bortskaffelse og omsmelting	15
2.7 <i>Metode til opgørelse af drivhuseffekten af forskellige drivhusgasser</i>	15
3. Data til livscyklusopgørelse	17
3.1 <i>Sortering og administration i Danmark</i>	17
3.2 <i>Transport</i>	17
3.3 <i>Bortskaffelse og omsmelting af metal</i>	17
3.4 <i>Fremstilling af nyt metal</i>	18
3.5 <i>Fremstilling af nye cykler i Indien</i>	18
4. Opgørelse af klima-fodaftryk	19
4.1 <i>Sortering og administration i Danmark</i>	19
4.2 <i>Transport i forgrunds-systemet</i>	19
Maritim container-transport	19
Fly-transport af medarbejdere	19
Lastbil-transport	19
4.3 <i>Bortskaffelse og omsmelting af metal</i>	19
4.4 <i>Fremstilling af nyt metal fra minedrift</i>	20
4.5 <i>Fremstilling af nye cykler</i>	20

4.6	<i>Samlet klima-fodaftryk</i>	21
5.	Usikkerheder og følsomhedsvurderinger	23
5.1	<i>Mængden af hittegods-cykler</i>	23
5.2	<i>Sammensætningen af cyklerne</i>	23
5.3	<i>Omfanget af administration</i>	24
5.4	<i>Transport af cykler er volumen-begrænset</i>	24
5.5	<i>Vedligeholdelse</i>	24
5.6	<i>Cyklernes levetid</i>	24
5.7	<i>Ingen rebound effekt</i>	25
5.8	<i>Sammenfattende bemærkninger til følsomhedsvurderingerne</i>	25
6.	Fortolkning og konklusion	27
6.1	<i>Studiets fuldstændighed og indre konsistens</i>	27
	Check for fuldstændighed	27
	Check for indre konsistens	27
6.2	<i>Konklusion</i>	27
6.3	<i>Forbehold</i>	28
7.	Henvisninger	29

1. Introduktion

Denne rapport præsenterer et livscyklus-baseret klima-fodaftryk (Carbon footprint) for genbrug af hittegodscykler, istandsat og leveret af Baisikeli ApS i salgbar stand i Chimoio, Mozambique.

Bekendtgørelse om hittegod § 4. stk. 2. siger at "Hittegod, der er værdiløst eller af så ringe værdi, at det ikke kan bære omkostningerne ved auktionssalg, kan destrueres eller udleveres til almennyttige eller velgørende formål, når der er forløbet 4 uger fra indleveringen til politiet."

Hittegodscykler bliver i dag bortskaffet som metalskrot og genbrugt ved omsmelting. Baisikeli ApS sender i stedet cyklerne til Mozambique hvor de sættes i stand og sælges lokalt. Herved erstatter cyklerne mindre holdbare nye cykler, primært fremstillet i Indien.

Formålet med klima-fodaftrykket er at vurdere CO₂-besparelsen ved at genbruge cyklerne i Mozambique i forhold til at omsmelte dem i Europa. Vurderingen er foretaget på 8000 hittegodscykler, som er den gennemsnitlige mængde, der årligt sendes til skrot fra Københavnsområdet.

2. Formål og afgrænsning

2.1 ISO 14040/44

Vurderingen er foretaget i overensstemmelse med ISO standarderne for livscyklusvurdering: ISO 14040:2006 og ISO 14044:2006. Vurderingen er endvidere i overensstemmelse med ISO's tekniske specifikation for klima-fodaftryk: ISO/TS 14067:2013.

2.2 Opdragsgiver og review

Opdragsgiveren er Københavns Kommune. Studiet er beregnet til internt brug hos opdragsgiveren og der er derfor ikke krav om at studiet underkastes kritisk review. Studiet er kvalitetskontrolleret internt af Randi Dalgaard.

2.3 Funktionel enhed og formål med studiet

Funktionel enhed

Klima-fodaftrykket udtrykkes i forhold til en funktionel enhed på 17'400 års cykel-brug i Chimoio, Mozambique. Dette svarer til 5800 cykler istandsat og leveret af Baisikeli ApS i salgbar stand i Chimoio, Mozambique, med en anslået brugs-levetid på tre år ($5800 * 3 \text{ år} = 17'400 \text{ år}$). De 5800 cykler svarer til 8000 hittegodscyklery, idet lidt over 1/4 af hittegodscykleryne er i så dårlig stand at de ikke kan istandsættes, og derfor til dels anvendes som reservedele, til dels skrottes. Da de istandsatte cykler erstatter nye cykler og reservedelene erstatter nye reservedele, er det uden betydning for nærværende studie om der regnes med hele cykler, dele af cykler eller reservedele. De 5800 cykler omfatter således både hele cykler, og cykler der er sammensat af reservedele fra flere cykler.



Figur 2.1: Hittegodscyklery.

Vurderingen omfatter følgende trin i livscyklus: modtagelse og sortering, transport, istandsættelse og salg, brug, og bortskaffelse, alt relativt til et reference-scenarie, hvor hittegodscyklernerne bortskaffes i Danmark og der i stedet benyttes andre cykler i Mozambique.

Formålet med vurderingen

Formålet med vurderingen er at opgøre hvor stor en klima-gevinst der kan opnås ved at genbruge hittegodscyklernerne i Mozambique i forhold til den nuværende bortskaffelse som skrot.

Sammensætning af en cykel

En cykel har gennemsnitsvægt på 15 kg. Heraf er ca. 12,5 kg metal (primært stål, i mindre omfang aluminium), 2 kg plastik (bl.a. sadel, skærme, håndtag, pedaler, tætningsringe), og 0,5 kg gummi (dæk og slanger). I den gennemgående beregning er det antaget at metallet i cyklerne er 100% stål. I følsomhedsvurderingen i kapitel 5.2 er det beregnet hvad det vil betyde for konklusionen hvis en del af metallet i stedet regnes som aluminium.

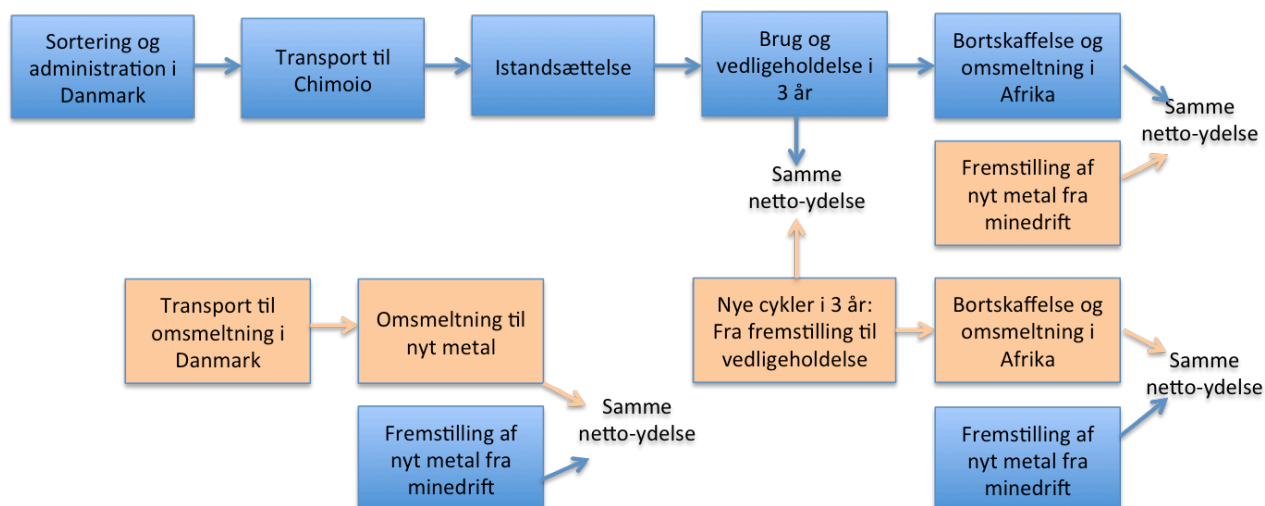
Forskellen mellem høj-kvalitets-cykler og lav-kvalitets-cykler ligger ikke så meget i vægten som i kvaliteten af det metal der indgår i komponenterne. Der er derfor i dette studie regnet med samme vægt for alle cykler. I følsomhedsvurderingen i kapitel 5.2 er det beregnet hvad det vil betyde for konklusionen hvis der var forskel på vægten af de cykler der indgår i de undersøgte systemer.

2.4 Systemafgrænsning

Vurderingen er foretaget på et aktuelt genbrugs-system, der starter med modtagelsen af de indsamlede cykler og omfatter samtlige aktiviteter herefter som vil berøres af en beslutning om at istandsætte og genbruge cyklerne i Mozambique i stedet for at omsmelte metallerne. Tabel 2.1 giver et overblik over de berørte aktiviteter. Figur 2.2 viser de samme aktiviteter i det samlede system, hvor det også kan ses hvorledes systemets samlede ydelse holdes neutral, således at analysen begrænses til effekten af en beslutning om at genbruge cyklerne i Mozambique.

Tabel 2.1: Overblik over de berørte aktiviteter ved genbrug i Mozambique i stedet for omsmelting i Europa

Livscyklus-faser	Genbrug i Mozambique	Omsmelting i Europa
Modtagelse og sortering	Sortering og administration i Danmark	
Transport	Transport med containerskib til Mozambique; herefter lastbil til Chimoio	Undgået transport til omsmelting
Genbrugsproces	Istandsættelse på værksted i Chimoio	Undgået omsmelting til metal
Brug	Vedligeholdelse i 3 år; fortrængte (nye) cykler i Mozambique, og deres fremstilling, transport og vedligeholdelse i 3 år.	Fremstilling af nyt metal fra minedrift til erstatning for manglende metal fra omsmelting
Bortskaffelse	Bortskaffelse og omsmelting i Afrika; Undgået produktion af nyt metal fra minedrift	



Figur 2.2: Overblik over de berørte aktiviteter i det analyserede system. Blå bokse repræsenterer nye aktiviteter ved genbrug i Mozambique. Brune bokse repræsenterer aktiviteter der reduceres ved genbrug i Mozambique. Bemærk at nettoydelsen af det samlede system er neutral, dvs. at det eneste der ændres er måden hvorpå netto-ydelsen (hhv. 3 års brug af cykler i Mozambique og metal) leveres.

2.5 Beskrivelse af det analyserede system

I det følgende beskrives de enkelte dele af det analyserede system, som illustreret i Figur 2.2. De vigtigste antagelser og forudsætninger beskrives. I kapitel 5 undersøges det om nogen af disse antagelser og forudsætninger kan have betydning for studiets konklusion.

Sortering og administration i Danmark

Hittegodszyklerne leveres direkte til Baisikeli's sorteringsshal i København. Transporten hertil antages at være den samme som hvis cyklerne leveres til skrotlager (for tiden Rødovre Jern og metal A/S) før transporten til shredding og omsmelting.

Hittegodszyklerne sorteres i to klasser, hvoraf ca. halvdelen kan bruges som de er, mens en del sorteres i ukomplette cykler og reservedele (stel, forgafler, skærme, styr, sæder, sadelpinde, styrpinde, gearsystemer, dæk, slanger og hjul) samt metalskrot. Samlet set kan knap 3/4 af hittegodszyklerne (5800 årligt) genbruges til istandsættelse, mens resten (2200 stk. årligt) under alle omstændigheder skrottes.

Inputs til sortering og administration af virksomheden i Danmark er medtaget med følgende værdier, der svarer til 30% af virksomhedens nuværende årlige forbrug:

Lokaler: 165'000 kr.

Kontorartikler 8000 kr.

Computerudstyr: 25'000 kr.

Værktøj: 30'000 kr.

Telefon: 20'000 kr.

Porto: 30'000 kr.

Revisor, advokat og konsulentbistand: 135'000 kr.

Forsikringer: 27'000 kr.

Transport

Hittegodscyklerne pakkes i containere og transporten fra København til Mozambique sker med containerskib. I hver 40' high-cube container på 75,3 m³ transporteres 450 cykler * 15 kg = 6750 kg og 500 kg reservedele, dvs. en samlet lastevægt på 7250 kg/container, hvilket giver en vægtfylde på 96 kg/m³. Dermed er transportmængden begrænset af volumen snarere end vægt. Der skal 12 containere af 73 m³ til at transportere de 5800 cykler.



Figur 2.3: Cykler i container.

De nye cykler, der ellers anvendes i Mozambique, antages at være fremstillet i Indien og ligeledes transporteret med containerskib.

Baisikeli's butik og værksted i Mozambique har en dansk udstationeret medarbejder og en dansk lærling. For disse medarbejdere er medarbejdertransport medregnet med i alt 6 retur-rejser med fly.

Al anden specificeret transport i forgrunds-systemet, herunder transport af brugte cykler til omsmelting, antages at ske med lastbil.

Istandsættelse

Hittegodscyklerne istandsættes i Chimoio. Dette sker på en teknisk skole som led i undervisningen og omfatter derfor ikke nogen belastninger der skal medregnes her. Transporten af danske medarbejdere, til butik og værksted, er nævnt i forrige afsnit.

Brug og vedligeholdelse i 3 år

De istandsatte hittegodscykler sælges lokalt og anvendes primært til godstransport. De istandsatte hittegodscykler antages at kunne anvendes i 3 år. Vedligeholdelse og reservedele til en cykel regnes normalt som 0,5 kg gummi, 0,35 kg plastik og 0,2 kg stål per år. Imidlertid medregnes denne vedligeholdelse ikke, idet det antages omfanget af vedligeholdelse af de istandsatte genbrugscykler svarer til vedligeholdelsen af de nye cykler som de erstatter.



Figur 2.3: De istandsatte hittegodscykler anvendes primært til godstransport. Billedet er fra Team TU Delft's præsentation til African Bicycle Design Contest.

Bortskaffelse og omsmelting af metal

De cykler og cykeldele der sendes til skrot, passeres først igennem en shredder, der findeler materialet og sorterer stål og aluminium fra shredder-resten (plast og gummi, samt ca. 1% af metallet). Metal-shreddere findes i Danmark i bl.a. København og Roskilde. Shredder-resten betragtes i Danmark som farligt affald og sendes til deponi. Metallet omsmeltes og erstatter primært metal. Dette sker på et stålværk, f.eks. i Nordtyskland.

I Afrika antages omsmeltingen af brugte cykler ligeledes at ske ved shreddning og omsmelting. Der er ikke noget officielt indsamlingssystem i Mozambique, men via uformelle indsamlere antages cyklerne at ende i shredder-anlæg og metal-smeltere i Vanderbijlpark i Sydafrika, hvor det omsmeltede metal erstatter primært metal. Shredder-resten antages ligesom i Danmark at blive deponeret, dog ikke klassificeret som farligt affald.

Fremstilling af nyt metal fra minedrift

Nyt metal fremstilles fra malm brudt ved minedrift. Stål fremstilles ud fra jernmalm og aluminium fremstilles ud fra bauxit. Metallerne sælges på globale markeder.

Nye cykler i 3 år: Fra fremstilling til vedligeholdelse

De nye cykler, der ellers anvendes i Mozambique, antages at være fremstillet i Asien, primært i Indien. Cyklerne er fremstillet af ringere materialer og med den krævende anvendelse til godstransport oplyser Baisikeli ApS at der regnes med at cyklernes levetid kun er 4 måneder. Med denne antagelse går der altså til 3 års brug 9 nye indiske cykler mod 1 dansk genbrugscykel.

Re-bound effekt: Frigivet købekraft til erhvervelse af andre produkter

De istandsatte hittegods-cykler sælges primært til mindre, selvstændige erhvervsdrivende, primært til godstransport. En mindre del kan blive solgt til private til persontransport.

Hvis der for brugeren er en økonomisk fordel ved at købe en istandsat hittegods-cykel frem for 9 nye indiske cykler ville dette kunne frigive købekraft til erhvervelse af andre produkter. Disse produkters klimafodaftryk ville i så fald skulle medregnes til konsekvenserne af genbrugsprojektet.

Det er derfor i beregningen antaget at cyklerne udbydes til konkurrence-dygtige priser, således at der ikke for køberen er nogen økonomisk fordel ved at købe en istandsat hittegods-cykel frem for 9 nye indiske cykler. For at undgå at den højere engangsinvestering vil påvirke kundernes mulighed for at benytte de istandsatte genbrugscykler, er det forudsat at cyklerne vil kunne leases for et månedligt beløb der svarer til den gennemsnitlige månedlige udgift til en ny indisk cykel.

Afskæringskriterier

Der anvendes ikke afskæring af inputs. Alle berørte processer/aktiviteter medtages. Baggrunds-aktiviteter er modelleret med hybrid input/output data, hvilket sikrer fuldstændighed.

Samproduktion (allokering)

Der anvendes ikke allokering, idet evt. samprodukter udignes ved modregning i de berørte aktiviteter (substitution/systemudvidelse), således at systemets netto-ydelse begrænses til den funktionelle enhed.

2.6 Data-kilder

Data-kilder for baggrunds-systemets udledninger af drivhusgasser

Der anvendes to baggrunds-databaser, som begge betragtes som de bedst tilgængelige livscyklus-databaser på hvert sit område:

- Ecoinvent database v3.0 system model "consequential" (ecoinvent 2013). Denne database er den mest omfattende, detaljerede LCA database på markedet og den eneste der konsekvent følger ISO 14040/44-standardens krav om at undgå allokering. Fuld dokumentation af alle data i ecoinvent foreligger på <http://ecoinvent.org/>.
- FORWAST hybrid IO-database (Schmidt 2010a, Schmidt 2010b, and Schmidt et al. 2010). Denne database omfatter samtlige aktiviteter i samfundet, og i særdeleshed i Danmark, men er til gengæld ikke særlig detaljeret. Den anvendes som baggrunds-database for at sikre fuldstændighed

i studiet. Databasen er offentlig tilgængelig i demo-versionen af LCA softwaren SimaPro: <http://www.pre-sustainability.com/simapro-lca-software>. Den FORWAST-database der anvendes i dette studie er en opdateret version sammenlignet med den der foreligger i SimaPro. Den opdaterede version skelner for produktion udenfor Danmark mellem Europa og Resten af Verden (RoW). Opdateringerne af den originale FORWAST model er beskrevet i Mikkelsen et al. (2011).

Disse data-kilder opfylder ISO standardernes krav til beskrivelse af data-kvalitet og usikkerhed.

Data-kilder for sortering og administration i Danmark

Udgifterne til lokaler og administration er baseret på oplysninger i Baisikeli ApS's årsregnskab 2012. De 30% heraf som er tillagt genbrugsprojektet er vores eget estimat.

Udledningen af drivhusgasser fra fremstilling og drift af kontorartikler, computerudstyr, værktøj, telefon, porto, revisor, advokat, konsulentbistand og forsikringer beregnes ud fra FORWAST-databasen.

Data-kilder for transport

Container-transporten, medarbejder-transport med fly samt transport med lastbil i forgrunds-systemet modelleres med data fra ecoinvent-databasen.

Transport i baggrunds-systemet modelleres med de transport-data der er angivet i de to anvendte databaser.

Data-kilder for metal-fremstilling, cykel-produktion, bortskaffelse og omsmeltning

Metalfremstilling, cykel-produktion, bortskaffelse og omsmeltning modelleres med data fra ecoinvent-databasen.

2.7 Metode til opgørelse af drivhuseffekten af forskellige drivhusgasser

Til at opgøre den samlede drivhuseffekt af de forskellige drivhusgasser anvendes IPCC (2007) Global Warming Potentials med en 100 års tidshorisont (GWP100).

3. Data til livscyklusopgørelse

Dette kapitel dokumenterer de konkrete data der er anvendt til beregningen.

3.1 Sortering og administration i Danmark

Data er fra FORWAST-databasen, der opgiver data per EUR₂₀₀₃. Ved omregning fra kr. til EUR₂₀₀₃ er anvendt 0,123 EUR₂₀₀₃/kr., hvilket tager højde for inflation.

Lokaler 165'000 kr.: 0,3 kg CO₂-ækvivalenter/kr.

Kontorartikler 8000 kr. (regnet som 900 kg papirvarer): 2,6 kg CO₂-ækvivalenter/kg

Computerudstyr 25'000 kr. (svarende til 60 kg): 22 kg CO₂-ækvivalenter/kg

Værktøj 30'000 kr. (svarende til 800 kg): 4,6 kg CO₂-ækvivalenter/kg

Telefon 20'000 kr.: 0,29 kg CO₂-ækvivalenter/kr.

Porto 30'000 kr.: 0,29 kg CO₂-ækvivalenter/kr.

Revisor, advokat og konsulentbistand 135'000 kr.: 0,34 kg CO₂-ækvivalenter/kr.

Forsikringer 27'000 kr.: 0,14 kg CO₂-ækvivalenter/kr.

3.2 Transport

Data er fra ecoinvent-databasen, hvor data foreligger per Mg*km eller per person-km. Da cykler har en lav vægtfylde (96 kg/m³) anvendes i stedet transportdata per m³*km, hvor 1 m³*km = 0,25 Mg*km.

Maritim container-transport: 0,003 kg CO₂-ækvivalenter/m³*km

Fly-transport: 0,10 kg CO₂-ækvivalenter/person*km

Lastbil-transport: 0,04 kg CO₂-ækvivalenter/m³*km or 0,16 kg CO₂-ækvivalenter/Mg*km

Afstande er beregnet med hhv. sea-distances.com, airmilescalculator.com og www.distancesbetween.com for maritim, fly og lastbil-transport:

København-Beira via Suez: 7811 sømil * 1.852 km/sømil = 14'466 km

Mombai-Beira: 3253 sømil = 6024 km

København-Chimoio: 8552 km

Beira-Chimoio: 204 km

Ludhiana-Mombai (Indien): 1713 km

Bortskaffelse Danmark (estimeret): 400 km

Chimoio-Vanderbijlpark (bortskaffelse i Sydafrika): 1234 km

3.3 Bortskaffelse og omsmelting af metal

Data er fra ecoinvent-databasen.

Shredding har et energi-forbrug på 0,066 kWh per kg affalds-input. Inklusiv infrastruktur er det samlede bidrag i hhv. Danmark og Sydafrika 0,78 og 1,2 CO₂-ækvivalenter/cykel til shredding. Forskellen skyldes de meget forskellige elektricitets-systemer.

Tab ved shreddning er 1% for stål. Shredder-resten per cykel består derfor af 2 kg plastik, 0,5 kg gummi, 0,125 kg stål. For aluminium er shredder-tabet større: 20% eller 2,5 kg aluminium per cykel der er fremstillet af aluminium.

Deponering af shredder-resten (kun i Europa) medfører en udledning af 0,22 kg CO₂-ækvivalenter per cykel.

Omsmelting af stål og aluminium til nyt metal:

1 kg stål scrap omsmeltet til 0,905 kg stål: 0,43 kg CO₂-ækvivalenter

1 kg aluminium scrap omsmeltet til 0,954 kg aluminium: 0,28 kg CO₂-ækvivalenter

3.4 Fremstilling af nyt metal

Ved omsmeltingen undgås fremstilling af nyt metal fra minedrift. Data er fra ecoinvent-databasen.

Fremstilling af nyt stål fra jernmalm: 3,25 kg CO₂-ækvivalenter/kg

Fremstilling af nyt aluminium fra bauxit: 16 kg CO₂-ækvivalenter/kg

3.5 Fremstilling af nye cykler i Indien

Den cykel der er modelleret i ecoinvent-databasen er fremstillet med gennemsnits-elektricitet og består overvejende af aluminium. Data for cykel-fremstilling fra ecoinvent-databasen er derfor blevet korrigeret for cyklernes sammensætning, jf. afsnit 2.3, og med brug af elektricitet fra det indiske net (data fra ecoinvent-databasen).

Per cykel, med alt metal regnet som stål: 62,5 kg CO₂-ækvivalenter.

Per cykel genbruges 0,99 * 0,905 af stålet.

Regnes derfor med hele cyklens livscyklus, medgår der kun 1,3 kg stål.

Dermed reduceres den samlede livscyklusbelastning per cykel med 36,5 kg CO₂-ækvivalenter til 26 kg CO₂-ækvivalenter.

Såfremt en del af cyklerne er af aluminium skal ovenstående korrigeres med:

Per cykel, uden genbrug: +143 kg CO₂-ækvivalenter

Per cykel, livscyklus med genbrug: +41 kg CO₂-ækvivalenter

4. Opgørelse af klima-fodaftryk

I dette kapitel beregnes det samlede klima-fodaftryk.

4.1 Sortering og administration i Danmark

Lokaler: 165'000 kr. * 0,3 kg CO₂-ækvivalenter/kr. = 50 Mg CO₂-ækvivalenter

Kontorartikler: 900 kg * 2,6 kg CO₂-ækvivalenter/kg = 2,3 Mg CO₂-ækvivalenter

Computerudstyr: 60 kg * 22 kg CO₂-ækvivalenter/kg = 1,3 Mg CO₂-ækvivalenter

Værktøj: 800 kg * 4,6 kg CO₂-ækvivalenter/kg = 3,7 Mg CO₂-ækvivalenter

Telefon og porto: 50'000 kr. * 0,29 kg CO₂-ækvivalenter/kr. = 14,5 Mg CO₂-ækvivalenter

Revisor, advokat og konsulentbistand: 135'000 kr. * 0,34 kg CO₂-ækvivalenter/kr. = 46 Mg CO₂-ækvivalenter

Forsikringer: 27'000 kr. * 0,14 kg CO₂-ækvivalenter/kr. = 3,8 Mg CO₂-ækvivalenter

Sortering og administration, i alt: 122 Mg CO₂-ækvivalenter

4.2 Transport i forgrunds-systemet

Maritim container-transport

12 containere København-Beira via Suez: $12 * 14'466 \text{ km} * 75,3 \text{ m}^3 * 0,003 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter/m}^3\text{km} = 39 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$.

12 * 9 containere (da der går 9 nye cykler på 1 genbrugs-cykel) Mumbai-Beira: $12 * 9 * 6024 \text{ km} * 75,3 \text{ m}^3 * 0,003 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter/m}^3\text{km} = 147 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$.

Fly-transport af medarbejdere

6 retur-rejser med fly: $6 * 2 * 8552 \text{ person-km} * 0,10 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter/person-km} = 10,3 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$.

Lastbil-transport

12 containere Beira-Chimoio: $12 * 204 \text{ km} * 75,3 \text{ m}^3 * 0,04 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter/m}^3\text{km} = 7,4 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$.

12 * 9 containere Ludhiana-Mumbai (Indien) & Beira-Chimoio: $12 * 9 * (1713+204) \text{ km} * 75,3 \text{ m}^3 * 0,04 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter/m}^3\text{km} = 624 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$.

Undgået transport til bortskaffelse af shreddede cykler i Danmark: $12 * 400 \text{ km} * 6,750 \text{ Mg} * 0,16 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter/Mg*km} = 5,2 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$.

Transport til bortskaffelse i Vanderbijlpark, Sydafrika: $12 * 1234 \text{ km} * 75,3 \text{ m}^3 * 0,04 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter/m}^3\text{km} = 44,6 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$ for 5800 cykler. For 9 * 5800 cykler: $9 * 44,6 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter} = 401 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$, dvs. ekstra transport til bortskaffelse af indiske cykler: $401 - 44,6 = 356 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$.

4.3 Bortskaffelse og omsmeltning af metal

Per 5800 genbrugte hittegoods-cykler:

Shredding i Danmark: $5800 * 0,78 \text{ CO}_2\text{-ækvivalenter/cykel} = 4,5 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$

Shredding i Sydafrika : $5800 * 1,2 \text{ CO}_2\text{-ækvivalenter/cykel} = 7 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$ for shredding af 5800 cykler, dvs. $9 * 7 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter} = 63 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$ for de 9 gange så mange indiske cykler.

Den samlede mer-shredning i Sydafrika er altså 8 gange 5800 cykler, hvilket svarer til $8 * 7 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter} = 56 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$.

Deponering af shredder-rest i Europa: $5800 * 0,22 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter per cykel} = 1,3 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$.

Omsmeltning af stål (99% af 12,5 kg stål per cykel): $5800 * 0,99 * 12,5 \text{ kg} * 0,43 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter/kg} = 31 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter per 5800 cykler}$.

Shredning & omsmeltning i Europa giver altså sammenlagt $4,5 + 1,3 + 31 = 37 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$ for 5800 cykler, mens shredning & omsmeltning i Sydafrika sammenlagt giver $7 + 31 = 38 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$ for 5800 cykler eller $38 * 9 = 342 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$ for de 9 gange så mange indiske cykler eller netto $38 * 8 = 304 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$ for forskellen mellem antallet af danske og indiske cykler.

Såfremt en del af cyklerne i stedet er af aluminium skal denne mængde naturligvis ikke medtages i ovenstående, men i stedet regnes med som: $[\text{vægt}] \text{ kg} * 0,8 * 0,28 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter/kg}$.

Korrektionen per % aluminium er derfor $5800 * 0,125 \text{ kg} * 0,8 * 0,28 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter/kg aluminium} - 1\% * 36000 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter} = -0,198 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter per 5800 cykler}$.

4.4 Fremstilling af nyt metal fra minedrift

Per 5800 cykler fremkommer $5800 * 12,5 \text{ kg} * 0,99 * 0,905 = 65 \text{ Mg genbrugs-stål}$.

Fremstilling af 65 Mg nyt stål fra jernmalm: $65'000 * 3,25 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter/kg} = 211 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$.

For $9 * 5800$ cykler fremkommer således $9 * 65 \text{ Mg genbrugs-stål} = 585 \text{ Mg genbrugs-stål}$, hvilket svarer til nyt stål med et klima-fodaftryk på $585'000 * 3,25 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter/kg} = 1900 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$.

Såfremt en del af cyklerne i stedet er af aluminium skal denne mængde ikke medtages i ovenstående, men i stedet regnes med som: $[\text{vægt}] \text{ kg} * 0,8 * 0,954$.

For de $9 * 5800$ cykler bliver korrektionen per % aluminium derfor $9 * 5800 * 0,125 \text{ kg} * 0,8 * 0,954 * 16 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter/kg aluminium} - 1\% * 1900 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter} = +61 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$.

4.5 Fremstilling af nye cykler

De 5800 genbrugs-cykler erstatter $5800 * 9$ nye cykler, dvs. i alt $52'200$ cykler á $62,5 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter} = 3260 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$.

Hvis der kun regnes med netto-forbruget af stål i livscyklus skal de $52'200$ nye cykler kun medregnes med $26 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter per cykel} = 1360 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter}$.

Såfremt en del af cyklerne er af aluminium skal ovenstående korrigeres med:

$+157 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter} * 522 = +82 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter per } \% \text{ aluminium, eller}$

$+41 \text{ kg CO}_2\text{-ækvivalenter} * 522 = +21 \text{ Mg CO}_2\text{-ækvivalenter per } \% \text{ aluminium, hvis der kun regnes med netto-forbruget af aluminium i livscyklus.}$

4.6 Samlet klima-fodaftryk

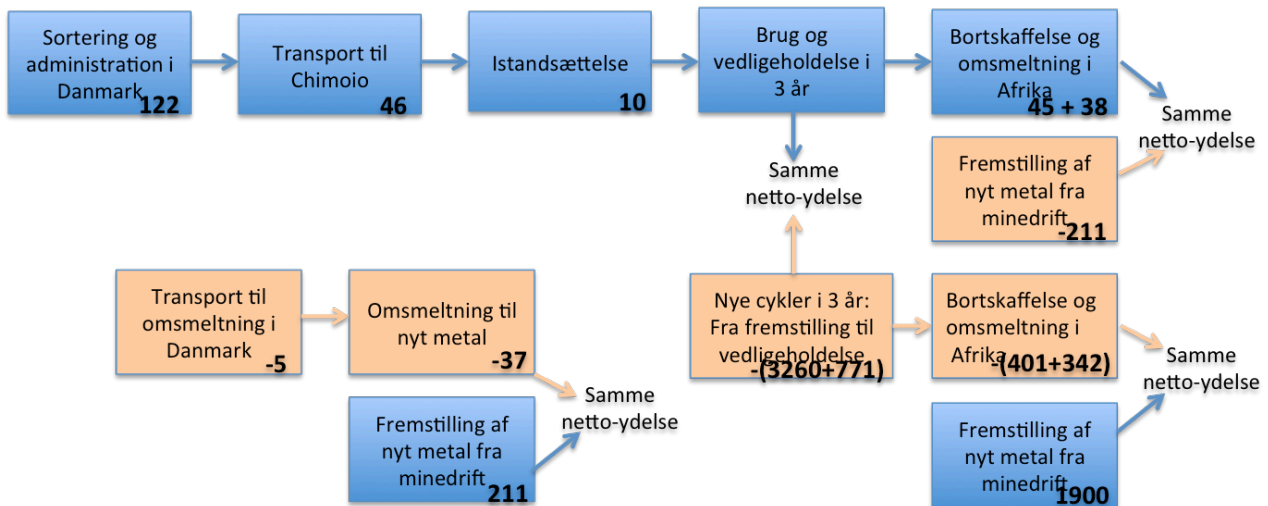
Baseret på ovenstående kan vi nu sammenfatte klima-fodaftrykket fra genbrug af de 8000 hittegoods-cykler:

Sortering og administration:	122 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Transport København-Chimoio:	46 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Medarbejder-transport med fly:	10 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Undgået transport, Danmark:	-5 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Undgået bortskaffelse i Europa:	-37 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Undgået produktion af nye cykler (netto):	-1360 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Undgået transport fra Indien:	-771 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Undgået transport til bortskaffelse i Sydafrika:	-356 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Undgået bortskaffelse i Sydafrika (netto):	-304 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Samlet klima-fodaftryk	-2655 Mg CO₂-ækvivalenter

Det vil sige at genbrug af de 5800 hittegoods-cykler i Mozambique i forhold til at omsmelte dem i Europa betyder en besparelse på 2655 Mg CO₂-ækvivalenter, eller 458 kg CO₂-ækvivalenter per genbrugt cykel.

Vi kan også fremstille sammenfatningen så den kommer tættere på system-beskrivelsen i Figur 2.2, som det fremgår af Figur 4.1 på næste side:

Sortering og administration:	122 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Transport København-Chimoio:	46 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Istandsættelse (medarbejder-transport med fly):	10 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Transport til bortskaffelse af danske cykler i Sydafrika:	45 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Shredning og omsmelning af danske cykler i Sydafrika:	38 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Fremstilling af nyt metal (netto for 3 processer):	1900 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Undgået transport, Danmark:	-5 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Undgået shredning og omsmelning i Europa:	-37 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Undgået produktion af nye cykler (brutto):	-3260 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Undgået transport fra Indien:	-771 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Undgået transport til bortskaffelse af indiske cykler i ZA:	-401 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Undgået bortskaffelse af indiske cykler i Sydafrika:	-342 Mg CO ₂ -ækvivalenter
Samlet klima-fodaftryk	-2655 Mg CO₂-ækvivalenter



Figur 4.1: Bidrag til det samlede klima-fodaftryk fra de forskellige aktiviteter i det analyserede system (i Mg CO₂-ækvivalenter). Blå bokse repræsenterer nye aktiviteter ved genbrug i Mozambique. Brune bokse repræsenterer aktiviteter der reduceres ved genbrug i Mozambique.

5. Usikkerheder og følsomhedsvurderinger

Alle data er behæftet med usikkerhed. Data for CO₂-ækvivalenter for de enkelte aktiviteter kan forventes at have en usikkerhed på +/- 10%. Derudover er der en række afgørende antagelser der i højere grad kan påvirke resultatet. Disse antagelser gennemgås i dette kapitel.

5.1 Mængden af hittegods-cykler

Studiet er baseret på en mængde på 8000 hittegods-cykler, som er den gennemsnitlige mængde, der årligt sendes til skrot fra Københavnsområdet. Studiets resultat vil i det væsentligste kunne skaleres op og ned, hvis denne mængde ændrer sig. Kun omkostningerne til administration og medarbejder-rejser (svarende til knap 5% af klima-fodafttrykket) er faste omkostninger, mens alle andre tal vil ændre sig proportionalt med antallet af cykler.

Den andel af cyklerne der kan genbruges, enten hele eller som reservedele, er regnet til knap 3/4 eller 5800 cykler. Såfremt færre eller flere af cyklerne kan genbruges, helt eller delvist, vil dette på samme måde som den samlede mængde kun betyde at resultatet skal skaleres ned eller op, men vil ikke ændre ved den grundlæggende konklusion "per cykel".

5.2 Sammensætningen af cyklerne

Både hittegods-cyklerne og de indiske cykler er regnet som stål-cykler med en gennemsnitsvægt på 15 kg, med 12.5 kg metal, 2 kg plastik, og 0.5 kg gummi. Forskellen mellem de danske hittegods-cykler og de indiske cykler er ikke så meget i vægt og sammensætning som i kvaliteten af materialerne. Moderne højkvalitets-cykler tenderer mod at blive lettere og aluminiums-stel vinder større indpas på bekostning af stål.

Hvis de danske cykler er lettere (eller tungere) end antaget, eller indeholder mere aluminium, vil det ikke påvirke resultatet væsentligt, idet cyklerne under alle omstændigheder vil blive bortskaffet og omsmeltet, og dermed fortrænge nyt metal; blot vil det i genbrugs-scenariet ske i Afrika. Bortskaffelsen i Afrika kræver lidt mere transport, svarende til ca. 40 Mg CO₂-ækvivalenter, men da transporten ikke er vægt-begrænset vil en vægt-ændring ikke påvirke denne mængde CO₂-ækvivalenter.

Hvis de indiske cykler er lettere end antaget vil dette betyde en mindre undgået klima-belastning, men da der kun tabes 1.3 kg stål for hver livscyklus af en cykel vil selv en 20% reduktion af vægten kun betyde 0.26 kg stål mindre per cykel eller en reduktion på mindre end 2% af det samlede klima-fodafttryk.

Hvis en del af metallet i de indiske cykler regnes som aluminium vil disse cyklers livscyklus have en højere klimabelastning, svarende til +19 Mg CO₂-ækvivalenter per % aluminium. Da disse cykler fortrænges af de danske genbrugs-cykler vil dette for det samlede klima-fodafttryk altså betyde en yderligere gevinst på +19 Mg CO₂-ækvivalenter per % aluminium. 10% aluminium i de indiske cykler vil altså betyde en yderligere fortrængning på 190 Mg CO₂-ækvivalenter, eller ca. 7% af det samlede klima-fodafttryk.

5.3 Omfanget af administration

Den del af Baisikeli's omkostninger til administration som er medregnet til det undersøgte genbrugsprojekt, nemlig 30%, svarer til ca. 4% af klima-fodafttrykket. Det er ikke sandsynligt at denne andel er væsentlig højere, og denne antagelse kan derfor ikke påvirke studiets konklusion væsentligt.

5.4 Transport af cykler er volumen-begrænset

Det forhold at hele cykler har en lav vægtfylde, og at transporterne derfor er begrænset af volumen snarere end vægt betyder at en mere effektiv udnyttelse af transportvolumen, f.eks. ved at fylde mellemrum ud med tungere varer, f.eks. metal-reservedele, eller ved at shredde cyklerne i Mozambique i stedet for i Sydafrika, vil kunne reducere transport-belastningen væsentligt. Dette er især relevant for de indiske cykler, på grund af deres større antal. Hvis både transporten fra Indien til Mozambique og fra Mozambique til Sydafrika var vægt-begrænset i stedet for volumen-begrænset ville dette kunne reducere de indiske cyklers klimafodafttryk med 290 Mg CO₂-ækvivalenter eller 11% af det samlede klima-fodafttryk i dette studie.

5.5 Vedligeholdelse

Det er antaget at de istandsatte genbrugscykler og de nye cykler som de erstatter har samme vedligeholdelses-behov per drifts-år. Derfor er vedligeholdelse ikke medregnet i opgørelsen.

Som følsomhedsvurdering kan vi se på en ekstrem situation hvor de danske genbrugs-cykler skal vedligeholdes som en gennemsnits-cykel, dvs. med brug af 0.5 kg gummi, 0.35 kg plastik og 0.2 kg stål per år, mens de nye indiske cykler ikke skal vedligeholdes overhovedet. Resultatet heraf vil være at vedligeholdelsen af de danske cykler vil kræve 3 kg CO₂-ækvivalenter per år per cykel, eller en reduktion for det samlede klima-fodafttryk i dette studie på 3 år * 5800 cykler/år * 3 kg CO₂-ækvivalenter = 52 Mg CO₂-ækvivalenter (1.7 % af det samlede klima-fodafttryk).

5.6 Cyklernes levetid

Der er regnet med en rest-levetid for de danske cykler på 3 år og for de indiske cykler på 4 måneder. Med denne antagelse går der altså 9 nye indiske cykler på 1 dansk genbrugscykel.

Vi har fået bekræftet den korte levetid for de indiske cykler fra en uafhængig kilde i Mozambique, nemlig fra Lauren Thomas fra en lokal cykel-producent, Mozambikes, som angiver en levetid på 6 måneder. Det er sværere at få bekræftet rest-levetiden for de danske genbrugs-cykler. Som en rimelig følsomhedsvurdering regner vi med 18 måneder for de danske cykler og 6 måneder for de indiske, hvilket giver 3 indiske cykler per dansk genbrugs-cykel. Dette ville betyde at der kun undgås 1/3 så meget cykel-produktion i Indien, transport fra Indien samt transport og bortskaffelse i Sydafrika for de indiske cykler. Den samlede klimagevinst ved genbrugs-projektet vil dermed blive reduceret med 72% til 739 Mg CO₂-ækvivalenter.

Hvis der slet ikke var nogen forskel i levetid vil der ikke være nogen forskel i bortskaffelsen, men der vil stadig være en klimagevinst som følge af at de indiske cykler ikke skal fremstilles og transporteres. Den samlede klimagevinst for de 5800 cykler ville dog være reduceret til 100 Mg CO₂-ækvivalenter.

5.7 Ingen rebound effekt

Det er i beregningen antaget at cyklerne udbydes til konkurrence-dygtige priser, således at der ikke for køberen er nogen økonomisk fordel ved at købe en istandsat hittegods-cykel frem for 9 nye indiske cykler. Denne antagelse indebærer det ikke er nødvendigt at medregne nogen rebound effekt af genbrugs-projektet (rebound effekt = at projektet frigiver købekraft til erhvervelse af andre produkter, hvis klimafodaftryk skal medregnes til konsekvenserne af projektet).

Hvis vi i stedet antager at de danske genbrugs-cykler sælges til samme pris som en indisk cykel (ca. 600 kr.), vil der spares $8 * 600 \text{ kr.} = 4800 \text{ kr.}$ (= 840 USD) ved ikke at skulle købe 9 indiske cykler for hver dansk genbrugs-cykel. Verdensbanken (<http://data.worldbank.org/>) angiver at i Mozambique svarer en USD til en CO₂ emission på 0.155 kg. Rebound-effekten af en genbrugscykel ville derfor kunne være $840 * 0.155 \text{ kg CO}_2 = 130 \text{ kg CO}_2$ eller 755 Mg CO₂-ækvivalenter for hele genbrugs-projektet, eller 28% af den samlede klima-gevinst ved genbrugs-projektet. Da genbrugs-cyklerne ikke økonomisk ville kunne sælges billigere vil dette samtidig være et estimat for den maksimale rebound-effekt.

5.8 Sammenfattende bemærkninger til følsomhedsvurderingerne

De fleste usikkerheder og antagelser har kun ringe betydning for resultatet. Imidlertid er der tre antagelser der er af stor betydning for resultatet:

- cyklernes relative levetid og dermed hvor mange indiske cykler der fortrænges af de danske,
- at cyklerne sælges til konkurrence-dygtige priser, således at der ikke er nogen rebound-effekt, og
- at transporten af cykler er volumen-begrænset.

Den første antagelse er den vigtigste. Hvis der slet ikke var nogen forskel i levetid ville den samlede klima-gevinst blive reduceret til 100 Mg CO₂-ækvivalenter (se tabel 5.1), svarende til 4% af det beregnede resultat med antagelsen om 9 indiske cykler per dansk genbrugs-cykel. Men selv med denne ekstreme antagelse er der altså stadig en klima-gevinst ved genbrugs-projektet.

Den anden antagelse hænger sammen med en første, idet rebound-effekten afhænger af den relative levetid. Hvis der slet ikke var nogen forskel i levetid ville der heller ikke være nogen rebound-effekt. Tilsvarende vil der heller ikke være nogen rebound-effekt være hvis levetiden og prisen følges ad, således at der altid betales det samme for et års brug af en cykel. Jo mere den relative levetid øges uden at prisen følger med, jo større vil rebound-effekten være. Den maksimale rebound-effekt er 755 Mg CO₂-ækvivalenter for hele genbrugs-projektet, hvis der går 9 indiske cykler på 1 dansk genbrugs-cykel og de danske cykler sælges til samme pris som de indiske (se Tabel 5.1), hvilket altså ville reducere klima-gevinsten ved projektet med 28%.

Hvis transporten regnes som vægt-begrænset vil i stedet for volumen-begrænset ville dette kunne reducere klima-gevinsten ved projektet med op til 11%.

Sammenfattende er der altså ingen antagelser der alene vil kunne ændre ved studiets konklusion. Der er heller ingen kombination af antagelser der tilsammen vil kunne ændre ved studiets konklusion.

Table 5.1: Betydningen af antagelser om relativ levetid for danske genbrugscykler i forhold til indiske, og om rebound-effekt.

Antal indiske cykler fortrængt per dansk genbrugscykel	Klima-fodaftryk for 5800 genbrugs-cykler i Mg CO ₂ -ækvivalenter	Rebound-effekt i Mg CO ₂ -ækvivalenter ved en pris på genbrugs-cykler på 600 kr.	Klima-fodaftryk for 5800 genbrugs-cykler, incl. rebound-effekt (i Mg CO ₂ -ækvivalenter)
1	-100	0	-100
2	-420	94	-325
3	-739	189	-550
4	-1058	283	-775
5	-1378	378	-1000
6	-1697	472	-1225
7	-2016	566	-1450
8	-2336	661	-1675
9	-2655	755	-1900

6. Fortolkning og konklusion

6.1 Studiets fuldstændighed og indre konsistens

Ifølge ISO 14044:2006 skal et LCA studie omfatte en vurdering af studiets følsomhed, fuldstændighed og indre konsistens for at fastslå troværdigheden af studiets resultater. Følsomhedsvurderingen blev udført i kapital 5, og i dette kapitel beskrives studiets fuldstændighed og indre konsistens.

Check for fuldstændighed

Nærværende studie må betragtes som meget fuldstændigt, idet der er anvendt de bedst tilgængelige data og ingen del af de undersøgte systemer er udeladt. Der er ikke anvendt afskæring af inputs. Alle berørte processer/aktiviteter medtages.

Check for indre konsistens

Formålet med at kontrollere studiets indre konsistens er at der ikke er modsigelser mellem studiets formål og afgrænsninger og de antagelser, metoder og data der er anvendt. Specielt fremhæver ISO 14044 det som vigtigt at der er konsistens i de anvendte data mellem de forskellige dele af livscyklus, at der er taget højde for forskelle i tid og sted, og at behandlingen af samproduktion og system-afgrænsninger er konsistent.

Studiets data, metode og systemafgrænsning er beskrevet i detaljer i de foregående kapitler, hvilket tillader læseren at bekræfte konsistensen af de anvendte modeller og data. System-afgrænsningen undgår konsekvent allokering ved samproduktion, også for baggrunds-data, og studiet følger dermed konsekvent ISO 14040/44-standardens krav.

6.2 Konklusion

Studiets konklusion er at der er en klima-gevinst ved at genbruge danske hittegodscyklere i Mozambique i forhold til at omsmelte dem i Europa.

Konklusionen er robust og ikke følsom for antagelser og usikkerheder i data. Der er foretaget en følsomhedsvurdering af vigtigste antagelser. Ingen antagelser eller kombination af antagelser vil kunne ændre ved konklusionen.

Størrelsen af klima-gevinsten er beregnet til 2655 Mg CO₂-ækvivalenter per 17'400 års cykel-brug i Chimoio, Mozambique. Dette svarer til 8000 hittegodscyklere eller 5800 cyklere istandsat og leveret af Baisikeli ApS i salgbar stand i Chimoio. Klima-gevinsten svarer til en besparelse på 458 kg CO₂-ækvivalenter per genbrugt cykel. Størrelsen af klima-gevinsten er følsom for de antagelser der er gjort. Ved at kombinere de mest ekstreme antagelser og usikkerheder kan klima-gevinsten variere mellem 3% og 176% af de ovenstående værdier.

Den væsentligste antagelse er omkring cyklernes relative levetid og dermed at der kan fortrænges 9 indiske cyklere for hver dansk genbrugscykel. Denne antagelse er søgt verificeret, og der er foretaget følsomheds-

beregninger med andre antagelser. Selv med den mest ekstreme antagelse (ingen forskel i levetid) er der stadig en (lille) klima-gevinst ved genbrugs-projektet.

Hvis der ikke er nogen forskel i levetid, eller hvis levetiden og prisen følges ad, således at der altid betales det samme for et års brug af en cykel, vil der ikke for køberen være nogen økonomisk fordel ved at købe en istandsat hittegods-cykel frem for nye indiske cykler. Men hvis levetiden og prisen ikke følges ad vil det være en økonomisk fordel at købe en istandsat hittegods-cykel frem for nye indiske cykler og ville dette frigive købekraft til erhvervelse af andre produkter. Disse produkters klima-fodaftryk (også kendt som rebound-effekten) ville i så fald skulle medregnes til konsekvenserne af genbrugsprojektet, og kan i det mest ekstreme tilfælde hvor de danske cykler sælges til samme pris som de indiske, betyde en reduktion af klima-gevinsten ved genbrugs-projektet på 24%. Det må derfor fra et rent klima-synspunkt anbefales at cyklerne udbydes til konkurrence-dygtige priser, således at der ikke for køberen er nogen økonomisk fordel ved at købe en istandsat hittegods-cykel frem for nye indiske cykler. For at undgå at den højere engangsinvestering vil påvirke kundernes mulighed for at benytte de istandsatte genbrugscykler, kan det overvejes at gøre det muligt at lease cyklerne for et månedligt beløb der svarer til den gennemsnitlige månedlige udgift til en ny indisk cykel.

Konklusionen er ikke tids-afhængig, og studiet behøver derfor ikke at blive gentaget så længe de faktiske forhold er dækket af den overordnede system-beskrivelse og følsomhedsvurderingerne.

6.3 Forbehold

Studiet er et klima-fodaftryk og omfatter derfor kun de emissioner af drivhusgasser der er omfattet af IPCC (2007). Det undersøgte genbrugsprojekt kan have andre vigtige miljøkonsekvenser, f.eks. andre miljøskadende stoffer og sociale og økonomiske påvirkninger. Beslutninger bør ikke baseres udelukkende på et enkelt aspekt af miljøpåvirkninger.

7. Henvisninger

Ecoinvent (2013). ecoinvent data v3.0. St. Gallen: Swiss Centre for Life Cycle Inventories. Retrieved from: www.ecoinvent.org

IPCC (2007). Climate Change 2007. IPCC Fourth Assessment Report. The Physical Science Basis. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>

Mikkelsen K D, Høst-Madsen N K, Kjær L L, Kreilgaard L, Müller J, Schmidt J H, Madsen B og Zhang J (2011). Klimafodafttryk fra borgere og virksomheder i Region Hovedstaden, Bilag 2 – metoderapport (English: Carbon footprint from citizens and companies in The Capital Region of Denmark, Appendix 2 – methodology report). Region Hovedstaden, Copenhagen.
http://www.lca-net.com/files/Region_Hovedstaden_Bilag%202_Metoderapport_ver1.pdf

Schmidt J H (2010a). Documentation of the data consolidation, calibration, and scenario parameterisation. Deliverable 6-1 of the EU FP6-project FORWAST. <http://forwast.brgm.fr/>

Schmidt J H (2010b). Contribution analysis, uncertainty assessment, and policy recommendation. Deliverable 6-3 of the EU FP6-project FORWAST. <http://forwast.brgm.fr/>

Schmidt J H, Weidema B P, and Suh S (2010). Documentation of the final model used for the scenario analyses. Deliverable 6-4 of the EU FP6-project FORWAST. <http://forwast.brgm.fr/>