

Notat

SEGES, Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.
Økologi Innovation

Livscyklus vurdering (LCA)	Ansvarlig	FRWO
	Oprettet	27-01-2021
	Side	1 af 5

Projekt: Mod en klimaneutral planteproduktion (7854)

Hvordan bidrager LCA til at beregne miljøpåvirkning fra landbruget

Kort beskrivelse af livscyklusvurderingsmetoden (LCA)

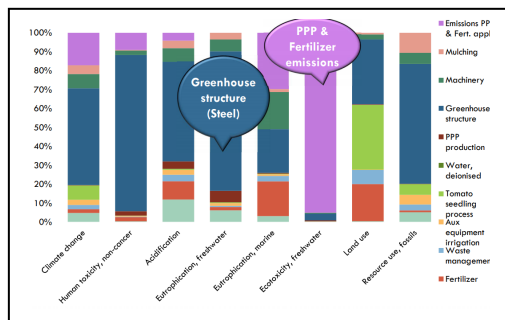
Livscyklusvurdering (LCA), ofte fejlagtigt betegnet som livscyklusanalyse på Dansk, fordi det passer bedre til den engelske forkortelse LCA, er en kvantitativ opgørelsesmetode, der kan bruges til at beregne klima- og miljøbelastningen fra et produkt eller en produktion, igennem hele dets livscyklus, fra vugge til grav. Det vil sige, at alle emissioner og miljøbelastninger der stammer fra foregående led i kæden, er inkluderet f.eks. fra gødningsproduktion på fabrikken, sojaproduktion og transport til Danmark, produktion af elektricitet, dieselproduktion mv. De hjælpestoffer der bliver indkøbt til landet og til produktionen er således indregnet. Selvfølgelig er alle emissioner og miljøbelastninger fra selve landbrugsproduktionen inkluderet som f.eks. CO₂ fra forbrænding af diesel, N₂O fra omsætning af gødning og afgrøderester i jorden eller fra husdyrgødning, CH₄ fra omsætning i vommen eller fra husdyrgødning med mere. Emissioner fra kulstoflagring eller -frigivelse i jorden er nogle gange inkluderet i livscyklusvurderinger og andre gange ikke. Dernæst er alle emissioner der stammer fra affalds håndtering og bortskaffelse inkluderet. Hvis dette betyder ekstra miljøbelastning så lægges det til, hvis det betyder at der kan ske genbrug, eller energiproduktion, så trækkes det fra.

Der inddrages således i livscyklusvurderinger emissioner uden for landbrugssektoren og udenfor landets grænser når vi beregner miljøeffekter, da der ses på produktionen i et kædeperspektiv. Dette gør at man undgår at " snyde " sig til en mindre miljøbelastning ved at importere varer som er produceret andetsteds, for eksempel foder, dyr, eller maskinstations udførelse af arbejdet.

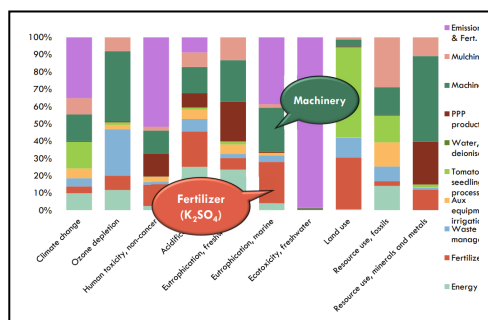
Resultaterne fra en livscyklusvurdering kan angives som klima- og miljøbelastning pr. hektar eller pr. kg produkt, f.eks. som klimaaftryk af et landbrugsprodukt. Den såkaldte funktionelle enhed som man regner på, vil i det sidste tilfælde være landbrugsproduktet, f.eks. 1 kg kartofler. Livscyklusvurderinger kan bruges til at estimere miljøpåvirkning inden for flere kategorier på én gang, herunder klimapåvirkning, påvirkning på eutrofiering (N og P), forurening, forbrug af ikke-fornybare ressourcer, påvirkning på biodiversitet. I Tabel 1 vises miljøeffekterne for at producere 1 kg byg, for alle miljøbelastnings kategorier som defineret i ISO standarden. For at kunne se, om miljøtiltag inden for én miljøpåvirkningskategori har en negativ påvirkning på en anden, kan man sammenligne for eksempel to forskellige produktionsmetoder. I Fig 1 er vist en produktion af Tomater med og uden drivhus.

Livscyklustankegangen og LCA er et meget centralt element i den produktorienterede miljøindsats, hvor ISO-standarderne ISO 14040 og 14044 specificerer principper, krav og vejledning. Det var nødvendigt, da der ellers bliver analyseret på forskellig vis, som ikke er sammenlignelig, og så vil resultaterne kunne bruges tilfældigt i markedsføringen af produkterne. Det er dog stadig meget diskussion om beregningsmetoderne, og ikke mindst enheden som bruges til at udtrykke miljøparametrene. Her kan nævnes at "land use" i LCA også er et udtryk for indflydelsen på biodiversitet, men hvordan er uklar for de fleste. Derudover har EU-Kommission siden 2013 arbejdet på harmoniserede rammer for beregning af produkters miljømæssige fodaftryk i et livscyklusperspektiv Product Environmental Footprint (PEF). Livscyklusperspektivet går på tværs over globale og nationale grænser samt på tværs af sektorerne.

Produceret i drivhus



Produceret på friland



Figur 1 Procentdel af miljøpåvirkning der stammer fra forskellige produktionsprocesser for at producere 1 tons tomater

Tabel 1. Miljø belastning ved produktion af 1 kg vårbyg i Danmark

Impact category	Unit	Total
Climate change - land use and transform.	kg CO2 eq	0
Climate change - biogenic	kg CO2 eq	0
Climate change - fossil	kg CO2 eq	0,3479623
Resource use, mineral and metals	kg Sb eq	1,03E-07
Resource use, energy carriers	MJ	1,8330524
Water scarcity	m3 depriv.	0,007511779
Land use	Pt	187,07355
Ecotoxicity freshwater	CTUe	4,2325162
Eutrophication terrestrial	mol N eq	0,049134579
Eutrophication marine	kg N eq	0,008899738
Eutrophication freshwater	kg P eq	0,000155606
Acidification terrestrial and freshwater	mol H+ eq	0,010974243
Cancer human health effects	CTUh	1,15E-08
Non-cancer human health effects	CTUh	4,49E-06
Respiratory inorganics	disease inc.	8,04E-08
Photochemical ozone formation, HH	kg NMVOC eq	0,000836534
Ionising radiation, HH	kBq U-235 eq	0,001841475
Ozone depletion	kg CFC11 eq	1,16E-09
Climate change	kg CO2 eq	0,3479623

Beregningerne i de ISO godkendte LCA software værktøjer såsom SimaPro er baseret på forgrunds data og baggrundsdata. Forgrundsdata er for eksempel hvor stort udbytte der høstes. Denne input bruges for at kunne beregne miljøpåvirkningen per kg. Forgrundsdata er også hvor meget gødning der bruges, for at opnå denne udbytte, og om det er handels- eller husdyrgødning.

Baggrundsdata kommer fra et stort antal studier, der beregner for hvert input, hvor mange ressourcer der bruges, om de skal produceres eller transporteres og bortskaffes. Hvis der er forskellige input man kan bruge, så bruger programmerne det man kalder marginal-input, som ofte er en mix af forskellige produkter, eller det produkt man typisk vil bruge som standard.

Eksempelvis, så bruger programmerne for den energi fra elektricitet som man bruger til produktionen, den mix af elinput der står bag hver kWh som produktionen bruger (Tabel 2)

Tabel 2. Absolut værdi og procentandel i forhold af totalen der kommer fra kilder til det Danske elektricitetsforbrug.

Category	Impact result	Unit	%
Global warming per kWh	0,36	kg CO2 eq	100,00
Wind per kWh	0,18	kg CO2 eq	48%
Fossil per kWh	0,14	kg CO2 eq	38%
Hydro per kWh	0,0003	kg CO2 eq	0%
Biomasse per kWh	0,05	kg CO2 eq	13%

Hver af disse energikilder har deres eget udledning per kWh, som bruges i at beregne drivhusgasemissionerne for Danmarks mix. (eksempler er vist i Tabel 3). På samme måde som for påvirkningskategori klima, beregnes der også værdier for alle andre miljøkategorier.

Tabel 3. drivhusgasemission per kWh for udspecificerede grønne energikilder.

Process Name	GWP	
electricity production, wind, >3MW turbine, onshore electricity, high voltage APOS, U	0,0215	kg CO2 eq
electricity production, wind, <1MW turbine, onshore electricity, high voltage APOS, U	0,01193	kg CO2 eq
electricity production, wind, 1-3MW turbine, onshore electricity, high voltage APOS, U	0,01605	kg CO2 eq
electricity production, hydro, run-of-river electricity, high voltage APOS, U	0,00411	kg CO2 eq
electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, multi-Si, panel, mounted electricity, low voltage APOS, U	0,07729	kg CO2 eq
electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, single-Si, panel, mounted electricity, low voltage APOS, U	0,11432	kg CO2 eq
heat and power co-generation, wood chips, 6667 kW, state-of-the-art 2014 electricity, high voltage APOS, U - DK	0,066	kg CO2 eq

For handelsgødningens fremstilling bruges værdier, som afspejler et gennemsnit for hvad Danmark bruger, men også her angiver forskellige databaser ikke samme værdier, og valget kan have store indflydelse på resultaterne (Tabel 3)

Tabel 4. Standard reference værdier for miljøbelastningen fra handelsgødning fra forskellige kilder (Fremhævet med fed er de værdier, der bliver anvendt i dette studie)

Type gødning (FU)	Database/ Reference	Specifikation af gødningstype	Miljøbelastningen		
			CF kg CO ₂ -ækv.	EP kg NO ₃ -ækv.	NRE MJ
Kvælstof, FU=1 kg N	Agri-footprint	Calcium ammonium nitrate (CAN), (NPK 26.5-0-0), at regional storehouse/RER Economic ¹⁾	6,6	0,2	43,61
	Ecoinvent3, 2013	Calcium ammonium nitrate, as N, at regional storehouse/RER U	8,7	0,1	59,7
	Yara	CAN	3,1	0,2	43,8
Fosfor, FU=1 kg P	Ecoinvent3, 2013	Triple superphosphate, as P ₂ O ₅ , at regional storehouse/RER U ²⁾	3,6	0,3	55,7
	Agri-footprint	Triple superphosphate, as 80% Ca(H ₂ PO ₄) ₂ , at regional storehouse/RER U	2,6	0,05	66,9
Kalium, K ₂ O, 1 kg K	Ecoinvent3, 2013	Potassium chlorid, as K ₂ O, at regional storehouse/RER U	0,7	0,01	8,1
	Agri-footprint	Potassium chlorid, (60%K), at regional storehouse/RER Economic	0,6	0,004	9,4

Allokering af miljøpåvirkning til produkterne produceret.

Ofte produceres der hoved- og biprodukter ved samme proces. Nogle gange er der flere hovedprodukter. Eksempler er, at en kvægbedrift producerer både mælk og kød, og måske lidt kartofler som biprodukt, fordi man har en stor gødningsværdi og godt sædskifte til netop denne produktion. Der kan også være tale om et tydeligere biprodukt som halm, når der produceres korn.

Når alle miljøpåvirkninger er blevet kvantificeret for en produktion, hvordan fordeles de så for de produkter der leveres. Det er som regel på en landbrugsbedrift, ikke muligt at skelne hvilke input eller dele af input netop går til det ene eller det andet produkt, og det vil også være forkert at sige at produktionen af kartoflerne på en kvægbedrift er klimaneutrale. Specielt når der nu i højere grad tales om at gøre produktionen bæredygtig, ved at bruge alle ressourcer så godt som muligt (der hvor det giver mest). Netop kombination af husdyrhold og afgrøder der kan bruge husdyrgødning, eller dyrkning af hestebønner der kan bruges som proteinfoder til grise, giver den synergi der afspejler kompleksiteten.

Indenfor de retningslinjer for LCA beskrives at der fortrinsvis ikke skal allokeres. Dette kan undgås ved at **udvide systemet** (Fig.2) med en side produktion af netop dette biprodukt eller restprodukt, og beregne hvad den gennemsnitlige miljøudledning er for biproduktet.

System udvidelse

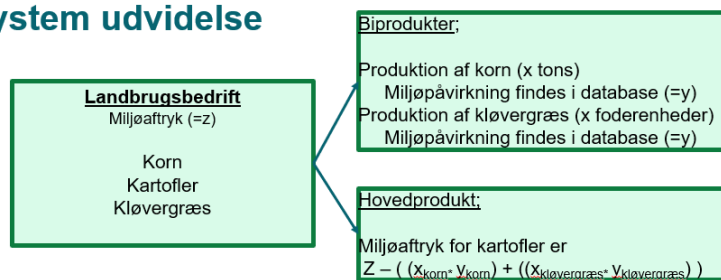


Fig 2. Skematisk forklaring af systemudvidelses princip for beregning af miljøpåvirkning af et enkelt produkt.

Teorien bag ved denne systemudvidelse er at hvis en bedrift producerer biprodukter, så vil de udfylde en del af markedet som ufleksibel, dvs. der vil ikke opstå et merforbrug. Derfor vil produktionen fortrænge en del af den egentlige produktion som allerede fandt sted. Samme princip gælder hvis der produceres solenergi eller vindenergi, der vil ikke opstå et merforbrug af energi, men sol- og vindenergien vil erstatte fossile energi. Når systemudvidelsen beregningen er lavet, kan den tilbageværende aftryk er for hovedproduktet. Herefter kan der beregnes hvor mange kg der produceres og miljøpåvirkningen per kg produkt udregnes.

For at forenkle LCA beregningen, må der alligevel allokeres i fraktioner, og det kan gøres som økonomisk allokering eller masse allokering (Fig 3.).

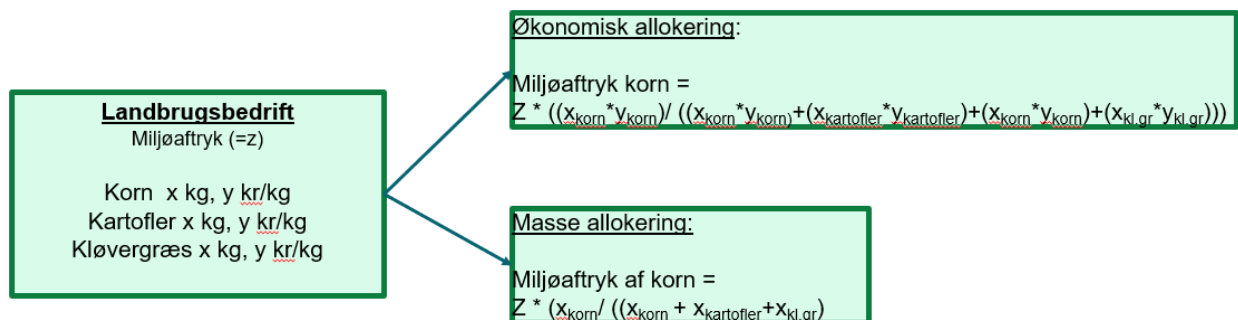


Fig.3. Skematisk forklaring for økonomisk og masse allokering for beregning af miljøbelastning per kg produkt som produceres fra gården.

Ved økonomisk allokering bruges som regel standard priser, men bedrifts- eller sektorspecifikke udbytter. Standardpriser er for at undgå at individuelt opnåede priser ikke skal kunne have indflydelse på miljøpåvirkning per produkt. Ulempe ved denne økonomiske allokering er at værdifulde produkter får en højere klimaaftrek. Denne metode er den mest hyppig anvendte metode.

For eksempel kan nævnes at Aarhus Universitet i deres rapport om bæredygtigheds aftryk af fodermidler, allokerede aftrykket af halm, efter halmens økonomiske værdi. Værdien blev beregnet som gennemsnit af værdien baseret på N,P,K indhold af halm, for de 58% af halmen der blev fjernet fra markerne i Danmark, hvilket i 2014 resulterede i at miljøaftrykket for halmen var 5%. Hvis allokeringen beregnes efter den værdi som halm havde som handelsvare passer de 5% og fint. En genberegning for 2019 (Christensen, 2020), giver lidt lavere værdier (tabel 5).

Tabel 5. Allokering af miljøbelastning for korn og halm ud fra deres værdi for landbruget (strøelse og foder).

		Udbytte		Pris		Allokering	
		Kerne	Halm	Kerne	Halm	Kerne	Halm
		kg	kg	kr/kg	kr/kg	%	%
2014	Byg	4840	2667	1,18	0,120	95	5
	Hvede	7400	4070	1,20	0,120	95	5
2019	Byg	6140	3377	1,32	0,084	97	3
	Hvede	8270	4549	1,36	0,099	96	4
	Rug	6100	4880	1,22	0,084	95	5
	Vinter-raps	4400	3960	2,73	0,105	97	3

Ved masse allokering er det springende punkt hvilken masse der regnes med. Det kan være frisk vægt, tørstof, kcal produceret, kg protein der produceres etc.

Denne metode bliver ikke brugt meget i praksis.