

Livsløpsanalyse av Mills margarinprodukter



FORFATTERE

HANNE MØLLER OG SIMON SAXEGÅRD

RAPPORTNUMMER

OR 55.20

ÅRSTALL

2020

ISBN NUMMER

-

ISSN NUMMER

2535-812X

RAPPORTTYPE

Oppdragsrapport

TILGJENGELIGHET

Lukket



PROSJEKTNUMMER

2080

PROSJEKTNAMN

Livsløpsanalyse Mills Margarin

OPPDRAGSGIVER

Mills

REFERANSE

Paul Aitkenhead

KVALITETSSIKRER

Clara Valente

ANTALL SIDER

59

EMNEORD

LCA, margarin, smør, miljø

Summary

A life cycle analysis (LCA) from cradle to grave has been carried out for the margarine products Melange flytende, Olivero, Soft flora and Vita myk. These products are compared to TINE meierismør hereinafter referred to as butter. RISE Research Institutes of Sweden has carried out a critical review of the life cycle analysis to check that the analysis has been performed correctly and follows methodological rules. Final critical review statement is included in the appendix.

The functional unit is defined as 1 kg of packaged product (product weight) to the consumer. Although the products have slightly different uses such as frying, baking and on the bread slice, all can be compared to butter that many consumers also use for this. The data for milk production, which is included in the production of butter, is representative of Norwegian conditions and will therefore also apply to a generic dairy butter.

9 environmental impact categories are included in the study. Compared with butter, the results show that all margarine products have a lower environmental impact on climate change (17-29%), particulate matter (23-55%), acidification (21-32%), eutrophication freshwater (30-45%) and terrestrial (19- 30%) and land use (31-60%).

For marine eutrophication, the emissions from margarine products are at the same level as butter or higher. For water scarcity, three of the margarine products have lower impacts than butter, but for Olivero there is a high impact due to olive oil. For fossil energy resources used, the products are lower or slightly higher (71-106%) compared to butter.

For all the environmental impact categories, it is the raw materials that contribute to the largest share of the environmental impacts (54-90%). For Melange flytende, the plastic bottle accounts for 11% of climate change over the life cycle, which is higher than for the products in cup.

To check whether the results are robust, sensitivity analyses have been carried out for LUC (Land Use Change), the climate footprint of milk and the fat content of the margarine products and butter.

The sensitivity analysis of LUC for coconut oil shows that the results are only to a small extent affected by the assumption that LUC is not included. The biggest change is for Soft Flora (3% increase), as this product contains most coconut oil from Indonesia. The sensitivity analysis of the climate footprint of milk shows that the difference between the margarine products and butter is smaller than original, but the conclusion that margarine have lower climate footprint than butter is unchanged. The sensitivity analysis based on the fat content shows that the relative difference between butter and Melange is largely unchanged as these products have approximately the same fat content. For the other products Olivero, Soft flora and Vita soft, the relative difference compared with butter changes to a lesser extent, but the conclusion from the basic assumption is unchanged. The sensitivity analyses show that the conclusion is robust.

The life cycle analysis has been compared with a similar international life cycle study of margarine and butter and the results from there are in line with this study.

Sammendrag

Det er gjennomført en livsløpsanalyse fra vugge til grav for margarinproduktene Melange flytende, Olivero, Soft flora og Vita myk. Disse produktene er sammenlignet med TINE meierismør, heretter kalt smør. RISE Research Institutes of Sweden har gjennomført ekstern gjennomgang (critical review) av livsløpsanalysen for å sjekke at analysen er utført korrekt og følger metodiske regler. Final critical review statement er i vedlegg.

Den funksjonelle enheten er definert som 1 kg pakket produkt (produktvekt) til forbruker. Selv om produktene har noe forskjellige bruksområder som steking, baking og på brødskeen, kan alle sammenlignes med meierismør som mange forbrukere også bruker til dette. Datagrunnlaget for produksjon av melk, som inngår i produksjon av meierismør er representativt for norske forhold og vil derfor også være gjeldende for generisk meierismør.

Det er inkludert 9 miljøpåvirkningskategorier i studien. Sammenlignet med smør viser resultatene at alle margarinproduktene har lavere miljøpåvirkning for global klimaendring (17-29%), uorganiske partikler (23-55%), forsuring (21-32%), overgjødning ferskvann (30-45%) og terrestrisk (19-30%) og arealbruk jordkvalitetsindeks (31-60%).

For overgjødning marint er utslippene fra margarinproduktene på samme nivå som smør eller høyere. For vannknapphet er tre av margarinproduktene lavere enn smør, men for Olivero er det en høy belastning pga. olivenolje. For margarinproduktene er bruk av fossile energiresurser lavere eller litt høyere (71-106%) enn smør.

For alle miljøpåvirkningskategoriene er det råvarene som bidrar til den absolutt største delen av miljøpåvirkningene (54-90%). For Melange flytende utgjør emballasjen 11% av klimagassutslippene gjennom livsløpet, som er høyere enn for begerproduktene.

For å sjekke om resultatene er robuste er det gjennomført følsomhetsanalyser for LUC (Land Use Change), klimafotavtrykket for melk og fettinnholdet i margarinproduktene og smør.

Følsomhetsanalysen av LUC for kokosolje viser at resultatene påvirkes i liten grad av antakelsen om at LUC ikke skal inkluderes. Størst endring er det for soft Flora (3% økning), da dette produktet inneholder mest kokosolje fra Indonesia. Tilsvarende for følsomhetsanalysen av klimafotavtrykket for melk. Også her viser resultatene at konklusjonen fra denne livsløpsanalysen er robust. Differansen mellom margarinproduktene og smør blir mindre, men det er fortsatt en klar konklusjon at klimafotavtrykket for margarin er lavere enn smør. Følsomhetsanalysen basert på fettinnholdet viser at den relative forskjellen mellom meierismør og Melange er stort sett uendret da disse produktene har tilnærmet likt fettinnhold. For de øvrige produktene Olivero, Soft flora og Vita myk endres den relative forskjellen sammenlignet med smør i mindre grad, men konklusjonen fra basisforutsetningen hvor det sammenlignes pr kg produkt er uendret.

Livsløpsanalysen er sammenlignet med en tilsvarende internasjonal livsløpsstudie av margarin og smør, og resultatene derfra er i tråd med denne studien.

Innholdsfortegnelse

Summary.....	3
Sammendrag.....	4
1 Innledning.....	7
2 Produktbeskrivelse	8
2.1 Flytende Melange	8
2.2 Olivero.....	8
2.3 Vita hjertego' myk.....	8
2.4 Soft Flora original.....	9
2.5 TINE meierismør	9
3 Metodikk	10
3.1 Produktspesifikke regler	10
3.2 Mål og hensikt.....	12
3.3 Funksjonell enhet.....	12
3.4 Systemgrenser	12
3.5 Allokering	14
3.6 Miljøpåvirkninger	14
4 Datakvalitet og representativitet	18
5 Datagrunnlag.....	19
5.1 Råvarer	19
5.2 Emballasje	30
5.3 Transport av råvarer	31
5.4 Produksjon margarin.....	33
5.5 Distribusjon	35
5.6 Forbruksfasen	36

5.7	Avhending av forbrukeremballasje	37
6	Resultater	38
6.1	Sammenligning av produkter	38
6.2	Melange gjennom livsløpet	43
6.3	Olivero gjennom livsløpet	44
6.4	Soft flora gjennom livsløpet	45
6.5	Vita myk gjennom livsløpet	46
6.6	Smør gjennom livsløpet	47
7	Følsomhetsanalyse og diskusjon	48
8	Konklusjon	50
9	Referanser	51
Vedlegg 4	Global klimaendring uten tilbakekoblingsmekanisme	55
Vedlegg 5	Final critical review statement	56

1 Innledning

På oppdrag av Mills har NORSUS gjennomført en livsløpsanalyse av margarinproduktene Melange flytende, Olivero, Soft flora og Vita myk. Disse produktene er sammenlignet med TINE meierismør, heretter kalt smør.

Resultatene skal brukes til ekstern kommunikasjon og det er gjennomført ekstern gjennomgang av RISE (Research Institutes of Sweden). Livsløpsanalysen er gjennomført i løpet av 2020 og referanseåret for analysen er 2019.

Den funksjonelle enheten er definert som 1 kg pakket produkt (produktvekt) til forbruker. Selv om produktene har noe forskjellige bruksområder som steking, baking og på brødskeen, kan alle sammenlignes med meierismør som mange forbrukere også bruker til disse formålene.

2 Produktbeskrivelse

I de etterfølgende avsnittene beskrives produktene som er del av LCA-analysen fra Mills AS og i tillegg en produktbeskrivelse av meierismør. Produktene har noe forskjellige bruksområder, men alle kan sammenlignes med meierismør, da mange forbrukere bruker meierismør til steking, baking og på brødsken. I husholdningene brukes produktene 1:1 i de fleste tilfeller og derfor brukes kg produkt som sammenligningsgrunnlag. Fordi fettinnholdet er forskjellig mellom produktene er det også gjort en følsomhetsanalyse hvor produktene sammenlignes ut fra fettinnhold.

2.1 Flytende Melange

Flytende Melange er en flytende margarin hvor hovedingrediensen er rapsolje. Produktet passer fint til steking, ovnsbaking og til baking der smøret eller margارين skal smeltes. Flytende Melange har derfor lik funksjonalitet som meierismør, matolje og Melange i fast form. Fettinnholdet er 80%.

Emballasjen er en polypropylen/polyetylen flaske med sleeve og kork. Flasken inneholder 520 ml som tilsvarer 478 g.



2.2 Olivero

Olivero kombinerer smaken av smør med sunnheten fra olivenolje. I tillegg til smør- og olivenolje inneholder produktet også mye rapsolje og markedsføres som et sunnere alternativ til meierismør. Produktet brukes mest på brødsken, men kan i likhet med meierismør også fint brukes til steking og baking. Fettinnholdet er 60%.

Emballasjen består av beger med lokk i polyetylen og aluminiums-oblat som inneholder 400 g produkt.



2.3 Vita hjertego' myk

Vita hjertego' er laget av planteoljer og sammensetningen av ingrediensene har en positiv effekt på kolesterolverdiene, som igjen reduserer sannsynligheten for utvikling av hjerte- og karsykdommer. Vita hjertego' myk markedsføres i hovedsak som et produkt til brødsken, men kan også fint brukes til steking og baking. Fettinnholdet er 60%.

Emballasjen består av beger med lokk i polyetylen og aluminiums-oblat som inneholder 370 g produkt.



2.4 Soft Flora original

Soft Flora original har vært i salg siden 60-tallet. Produktet er laget av planteoljer, i hovedsak rapsolje, og markedsføres som en naturlig familiefavoritt. Produktet markedsføres i første rekke som et produkt til brødiskiva, men egner seg også til steking og baking. Fettinnholdet er 60%.



Emballasjen består av beger med lokk i polyetylen og aluminiums-oblat som inneholder 400 g produkt.

2.5 TINE meierismør

Meierismør fremstilles ved at fløte blir separert ut fra melk. Deretter blir fløten kjernet til smør, som skylles med vann, saltes og eltes til det får riktig konsistens. Meierismør passer meget godt til baking, steking, i sauser, supper og på brødiskiven. TINE smør har et fettinnhold på 82%. Produktet pakkes enten som 500 g smør i foliepakking, et laminat bestående av papir og aluminium eller 250 g smør i bordpakning beger med lokk i polypropylen.



Datagrunnlaget for produksjon av melk, som inngår i produksjon av meierismør er representativt for norske forhold og vil derfor også være gjeldende for et generisk meierismør.

3 Metodikk

3.1 Produktspesifikke regler

Denne livsløpsanalysen er i tråd med ISO-standardene 14040-44 og 14025 (ISO, 2006 a,b,c). Siden det ikke finnes egne produktspesifikke regler (PCR) for margarin, er følgende PCR i hovedtrekk fulgt:

- Yoghurt, butter and cheese (PCR 2019a), her inngår også Raw milk (PCR 2013,16)
- Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for Dairy Products (European Dairy Association, 2018)

I tillegg er det brukt Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) Feed for food producing animals (FEFAC, 2018) for fôr og planteproduksjon.

For å gjøre denne studien sammenlignbar med andre studier er det også sett på metodiske valg i en nyere internasjonal studie (Liao et al, 2020) som sammenligner plantebasert margarin med smør. Hvor disse ulike regelverkene avviker fra hverandre er det beskrevet i teksten under de respektive punktene, hva som er brukt i denne analysen.

Tabell 3.1 viser de viktigste metodiske prinsippene for hver PCR og artikkel, i tillegg viser kolonnen til høyre hvilke prinsipper som er anvendt i denne studien.

Tabell 3.1 Oversikt over de viktigste metodiske prinsippene i de valgte PCRe og hvilke som brukes i denne studien (ikke uttømmende)

	Yoghurt, butter and cheese*	PEFCR for Dairy Products	Liao et al., 2020	Denne studien
Funksjonell enhet	kg produkt hos forbruker (vekt uten emballasje)	kg produkt hos forbruker	kg produkt hos forbruker	kg produkt hos forbruker
Systemgrenser	Vugge til grav	Vugge til grav	Vugge til grav	Vugge til grav
Livsløpstrinn	Oppstrøms prosesser (fra vugge til port); Produksjon av produkt (fra port til port) Nedstrøms prosesser (fra port til grav)			Råvarer Emballasje Transport av råvarer og emballasje Produksjon margarin/smør Distribusjon Forbruksfasen Avhending av forbrukeremb.
Allokering	Melk: IDF-formel ¹ Meieri: Tørrestoff	Melk: IDF-formel ¹ Meieri: Tørrestoff Øvrig: se PCR	Økonomisk allokering som standard, Melk: IDF-formel	Melk: IDF-formel ¹ Meieri og produksjon Mills: Tørrestoffbasert

¹ Formel fra International Dairy Federation (IDF) for allokering mellom melk og kjøtt, se avsnitt 3.5

	Yoghurt, butter and cheese*	PEFCR for Dairy Products	Liao et al., 2020	Denne studien
	Øvrig: mest passende metode		Meieri: Tørrstoff	Øvrig: økonomisk allokering
Miljøpåvirkninger	Global klimaendring (fossil, biogent, LUC) Forsuring Overgjødsling POCP Vann-knapphets fotavtrykk (Water scarcity footprint) Abiotisk utarming (fossil, elementer) ++	Global klimaendring Particulate matter Forsuring (terrestrisk og ferskt vann) Overgjødsling (ferskt vann, marint, terrestrisk) Arealbruk Vannforbruk Ressurser, fossile	15 miljøpåvirknings-kategorier Fra European ILCD 2011 Midpoint+ v1.08 impact assessment metode Arealbruk (m2/år) Vannforbruk (m3) Vann-knapphets fotavtrykk (AWARE)	Global klimaendring Particulate matter Forsuring Overgjødsling (ferskt vann, marint, terrestrisk) Arealbruk Vannforbruk Ressurser, fossile
Land use Change (LUC)	ja	ja	ja	ja
Emballasje inkludert	F-pak og D-pak	F-pak	F-pak	F-pak og D-pak
Infrastruktur	ja	ja	ja	ja
Matsvinn	ja	Dagligvare 5% Forbruker 7%	Ikke inkludert fra distribusjon, dagligvarehandel og forbruker	Dagligvare 5% Forbruker 7%
Transport fra gård til meieri	Ingen standardverdier	0.4 L diesel/km, eller 0.0023 L diesel/kg melk transportert	Ikke oppgitt	0.4 L diesel/km, eller 0.0023 L diesel/kg melk transportert
Transport til forbruker	Faktisk situasjon hvis mulig. Beregnet gjennomsnitt	62% med bil 5% med varebil 33% ingen	Inkludert, men grunnlaget er ikke oppgitt	62% med bil 5% med varebil 33% ingen
Use stage	Kjøleskap 0,082 kWh/dag*kg	10 dager i kjøleskap	Inkludert, men grunnlaget er ikke oppgitt	10 dager i kjøleskap
End of life	Forbruker emballasje og matsvinn	Forbruker emballasje og matsvinn	Forbruker emballasje	Forbruker emballasje

*) Gjelder også for “Vegetable juice, plant milk, plant milk based products, and other prepared and preserved vegetables, pulses and potatoes (PCR 2019b)”

3.2 Mål og hensikt

I prosjektet skal det gjennomføres livsløpsanalyser av fire Mills margarinprodukter. Livsløpsanalysene av margarinproduktene skal sammenlignes med meierismør. Studien skal brukes til ekstern kommunikasjon.

3.3 Funksjonell enhet

Den funksjonelle enheten er definert som 1 kg pakket produkt (produktvekt) til forbruker.

Produktene har noe forskjellige bruksområder, men alle kan sammenlignes med meierismør, da mange forbrukere bruker meierismør til steking, baking og på brødskeen. I husholdningene brukes produktene 1:1 i de fleste tilfeller og derfor brukes kg produkt som sammenligningsgrunnlag. Fordi fettinnholdet er forskjellig mellom produktene er det også gjort en følsomhetsanalyse hvor produktene sammenlignes ut fra fettinnhold.

I denne LCA-studien er datagrunnlaget for produksjon av smør innsamlet fra TINE som er den eneste produsent av konvensjonelt meierismør på det norske markedet smør utenfor nisjemarkedet. Det er derfor TINE smør som margarinproduktene sammenlignes med. Imidlertid er datagrunnlaget for produksjon av melk, som inngår i produksjonen av meierismør, representativt for norske forhold og vil derfor også være gjeldende for et generisk meierismør.

3.4 Systemgrenser

Livsløpet er inndelt i følgende faser:

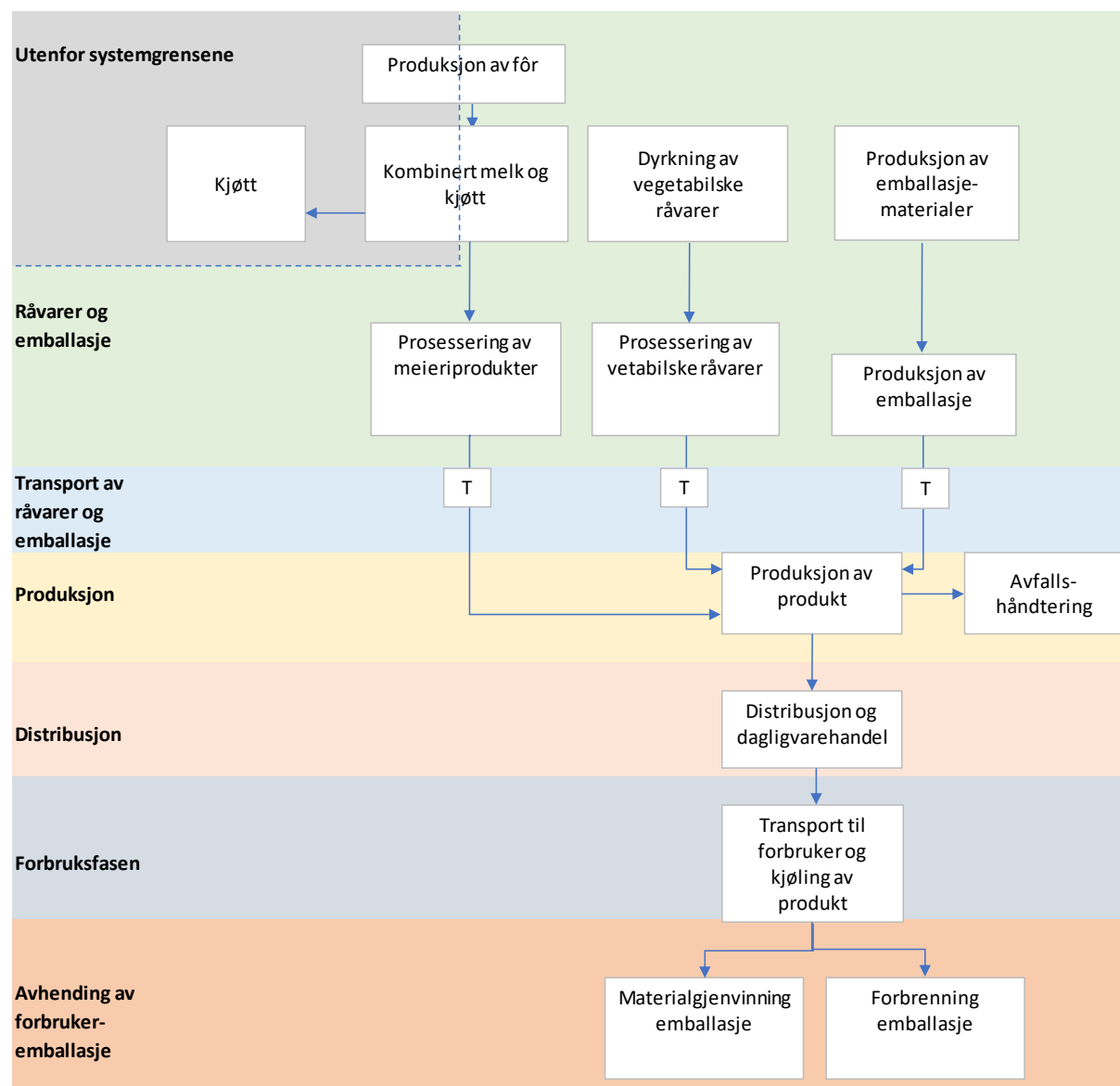
- Råvarer
 - Produksjon av råvarer brukt i produktet
 - Produksjon av hjelpeprodukter brukt som rengjøringsmidler, etc.
 - Bruk av elektrisitet og drivstoff
- Emballasje
 - Produksjon av F-pak (forbrukeremballasje) og D-pak (detaljistemballasje)
- Transport av råvarer og emballasje
 - Transport av råvare og emballasje til produksjon av produkt
- Produksjon margarin/smør
 - Prosessering
 - Avfallsbehandling av avfall frembrakt under produksjon
 - Bruk av elektrisitet og drivstoff
- Distribusjon
 - Transport fra produksjon til en gjennomsnittlig distribusjonsplattform
- Forbruksfasen
 - Transport fra butikk til husholdning
 - Kjøling av produkt i husholdning
- Avhending av forbrukeremballasje
 - Avfallshåndtering og gjenvinning av emballasjeavfall

Figur 3.1 viser produktreet for produksjon av margarin.

Både margarinproduktene og smør er produsert i Norge og selges på det norske forbrukermarkedet.

Råvarenes opprinnelsesland er Norge og utlandet, se kapitel 5.

Avfall til gjenvinning fra hhv. produksjonsprosessen og emballasjeavfall inkluderer alle prosesser til og med sortering av avfall. Selve gjenvinningsprosessen er ikke inkludert. Avfall til forbrenning inkluderer utslipp fra forbrenningsprosessen.



Figur 3.1 Produktreet for produksjon av margarin og smør

3.5 Allokering

Ulike allokeringmetoder har blitt brukt i denne livsløpsanalyse. Valg av allokeringmetode er basert på anbefalinger i PEFCR for melkeprodukter (European Dairy Association, 2018) og fôr (FEFAC, 2018). I utgangspunktet forsøkes å unngå allokering. Hvis det ikke er mulig, skal inn- og utstrømmer allokere på en måte som gjenspeiler de underliggende fysiske forholdene mellom dem.

For råvarer til fôr- og planteproduksjon har økonomisk allokering brukt til co-produkter på gården (eks rapsolje og rapsmel) og følger PEFCR for fôr (FEFAC, 2018).

Allokering mellom melk og kjøtt på gården skal gjøres utfra biofysiske prinsipper ifølge PEFCR Dairy products (European Dairy Association, 2018) og som også tidligere er anbefalt av IDF.

$$\text{Allokeringsfaktor melk} = 1 - 6.04 \times \frac{\text{Masse kjøtt (levende vekt) solgt per år}}{\text{Masse melk (FPCM) per år}}$$

For meieri skal inn- og utstrømmer allokere ut fra produktenes tørrstoffinnhold (i henhold til PEFCR Dairy products). Samme allokeringmetode er brukt ved produksjon av produkt hos Mills.

$$AF_i = \frac{DM_i \times Q_i}{\sum_{i=1}^n (DM_i \times Q_i)}$$

AF_i: allokeringsfaktor for produkt i;

DM_i: tørrstoffinnhold i produkt i (uttrykt som % tørrstoff)

Q_i: mengde produkt i fra prosessen.

3.6 Miljøpåvirkninger

Miljøpåvirkningene representerer et vidt spekter av miljøbelastninger. Resultatene er midt-punkt karakterisering som viser kvantitative utslippsekvivalenter for de valgte miljøpåvirkningene. Midt-punkt karakterisering forteller ikke noe om de direkte effektene (endepunkt) av miljøutslippene. For eksempel måles global klimaendring i CO₂-ekvivalenter, og ikke i endring av temperatur eller nedbør. Ved sammenligning med andre LCA studier er det viktig at det brukes samme karakteriseringsmetode og faktorer.

De valgte miljøpåvirkningene er ifølge PEF dairy products de mest relevante for melkeprodukter. Siden margarinproduktene sammenlignes med smør, vil disse miljøpåvirkningskategoriene også være relevante i denne studien. Det er karakteriseringsmetoden EF 3.0 (Environmental Footprint – EF 3.0 method adapted) (Fazio et al. 2018) som er brukt slik som den er implementert i SimaPro 9.1.0.11 multi user versjon.

Følgende miljøpåvirkningskategorier er inkludert:

1. Global klimaendring
2. Uorganiske partikler
3. Forsuring
4. Overgjødning (eutrofiering freshwater, marine, terrestrial)
5. Arealbruk
6. Vannknapphet
7. Fossile energiresurser

Miljøpåvirkningskategorier er nærmere beskrevet i følgende avsnitt.

3.6.1 Global klimaendring

Global klimaendring, også kalt klimafotavtrykk, er utslipp av klimagasser målt i CO₂-ekvivalenter. Det er valgt en 100-årig tidshorisont for global klimaendring. Karakteriseringsfaktorene i EF metoden inkluderer karbon feedback. Tabell 3.2 viser karakteriseringsfaktorene for noen utvalgte substanser for global klimaendring, slik det er brukt i EF og i denne studien.

Tabell 3.2 Karakteriseringsfaktorer kg CO₂ ekv./kg for global klimaendring for noen utvalgte klimagasser (GWP, IPCC 2013 GWP 100a v1.03, inkl. karbon feedback²)

Utslipp	Kjemisk formel	Omregningsfaktor GWP100
Karbondioksid	CO ₂	1
Karbondioksid, biogent	CO ₂	0
Karbondioksid, land transformasjon	CO ₂	1
Karbondioksid, biomasse	CO ₂	-1
Metan	CH ₄	36,8
Metan, biogent ³	CH ₄	34
Lystgass (dinitrogen monoksid)	N ₂ O	298

Fossilt baserte systemer antas å være netto bidragsytere av CO₂-utslipp, i motsetning til biobaserte systemer der CO₂ sirkulerer mellom det biologiske systemet og antroposfæren, og ikke bidrar til økt konsentrasjon av CO₂ i atmosfæren.

Biogent CO₂ er definert som CO₂ frigjort til atmosfæren på grunn av nedbrytning og forbrenning av biologisk materiale. Tradisjonelt har biomasse-baserte produkter i LCA blitt ansett som klimanøytrale fordi mengden CO₂ som frigjøres kan oppveies av CO₂-lagring i biomasse. Som vist i tabellen over, er biogent CO₂ også i denne studien ansett som klimanøytralt og karakteriseringsfaktoren er null.

For global klimaendring er det i tillegg til total mengde CO₂ ekvivalenter også spesifisert mengde CO₂ knyttet til arealbruk (land use - LU) og arealbruksendring (land use change - LUC). Arealbruksendring er spesielt viktig for landbruks- og skogbruksprodukter. Når mengden biomasse over og under bakken i et område endres, vil dette føre til økte utslipp eller opptak av CO₂. Hvis et område opprinnelig var skog, vil en overgang til jordbruksland føre til økte CO₂-utslipp, siden skog inneholder mer karbon over og under bakken enn jordbruksareal. Ifølge IPCC (2006) skal endring av arealbruk ikke inkluderes når

² Impact indicator: Radiative forcing as Global Warming Potential (GWP100). Baseline model of the IPCC 2013 + some factors adapted from EF guidance

³ Effekten av biologisk karbon har en lavere faktor enn fossilt karbon. Dette skyldes at utslipp av biologisk metan reduserer tilsvarende utslipp av CO₂. Et eksempel kan være metan fra drøvtyggere; CO₂ absorberes av planter (fotosyntesen) som spises av drøvtyggere, som ved fermentering av fôret igjen slipper ut metan.

endringen har skjedd for mer enn 20 år siden. Hvis det har vært avskoging de siste 20 årene, skal CO₂-utslippene fra dette fordeles jevnt over 20 år. Dette betyr at 5% av disse utslippene knyttes til avlingen produsert i løpet av et år. Karakteriseringsfaktoren for utslipp av CO₂ knyttet til arealbruksendringen er +1 (karbondioksid, land transformasjon) som vist i Tabell 3.2 og tilsvarende er karakteriseringsfaktoren ÷1 for lagring av biomasse (karbondioksid, biomasse).

CO₂ fra arealbruksendring er inkludert i databasen fra ecoinvent og Agri-footprint som er brukt i studien. Hvis det kan dokumenteres at endring av arealbruk i det faktiske området ikke er relatert til produktsystemet, kan det ekskluderes fra beregningen.

Utslipp av CO₂ fra indirekte endring av arealbruk (ILUC) inkluderer forskyvningseffekter, dvs. en endring i ett produktsystem fører til en endring i et annet produktsystem. For eksempel kan økt bioetanolproduksjon basert på mais i USA bety at det må produseres mer mais til matformål andre steder i verden, noe som kan føre til at et skogområde blir omdannet til jordbruksland. Den indirekte endringen av arealbruk er ikke inkludert i denne studien.

3.6.2 Uorganiske partikler

Denne kategorien heter «particulate matter» og kalles også «respiratory inorganics» og er et uttrykk for utslippenes påvirkning på human helse. Uorganiske partikler måles i «disease incidence». Metoden er basert på Fantke et al. 2016. Forskning har vist at innånding av partikler påvirker menneskers helse. I tillegg til uspesifiserte partikler betegnet med "PM", inkluderer metoden aerosolpartikler fra svovel og ammoniakk. Metoden inkluderer også utslipp av nitrogendioksider, som egentlig er gass, ikke partikler, som forårsaker luftveissykdommer i lokale miljøer på en måte som kan sammenlignes med PM2.5. "Uorganiske luftveier" er altså en mer passende beskrivelse enn "particulate matter".

3.6.3 Forsuring

Forsuring oppstår blant annet som følge av langtransporterte luftforurensninger, sur nedbør og utslipp av ammoniakk fra blant annet jordbruk. Forsuring av innsjøer dreper alger, dyr og fisk. Næringsstoffer fra jordsmonnet blir utvasket. Sur nedbør løser opp viktige næringsstoffer, som kalsium og kalium, og reduserer derfor tilgjengeligheten for planter. Det kan også medføre at mikroorganismer forsvinner, og dette gir redusert nedbryting av organisk materiale. Sur nedbør kan oppløse giftige metaller, slik at for eksempel aluminium og kvikksølv blir gjort tilgjengelig for planter og mikroorganismer. Metoden er basert på Seppälä et al. 2006 og Posch et al, 2008 og måles i mol H⁺ ekvivalenter.

3.6.4 Overgjødning

Menneskeskapt overgjødning (eutrofiering) skyldes utslipp av næringsstoffer som fosfor (P) og nitrogen (N). Dette gir en stor planteproduksjon og synlige virkninger av overgjødning er uklart og misfarget vann, overgrodd bunn og strand og rask gjengroing. For stor algeproduksjon i forhold til tilgang på oksygen i vannet, fører til anaerob forråtnelse. Marin overgjødning måles i kg N ekvivalenter og ferskt vann måles i kg P ekvivalenter, begge metodene er basert på Struijs et al, 2009. Terrestrisk overgjødning måles i mol N ekvivalenter og er basert på Seppälä et al. 2006 og Posch et al, 2008.

3.6.5 Arealbruk

Det finnes flere metoder for å kvantifisere arealbruk, som f.eks. bruk av ulike arealtyper. I EF-metoden brukes en jordkvalitetsindeks basert på LANCA (Land Use Indicator Calculation Tool), som inkluderer soil quality index, biotic production, erosion resistance, mechanical filtration, ground water replenishment. LANCA-metoden er basert på Beck et al. 2010 og er en enhetsløs faktor. I Norge er det store landområder, men det er likevel økende press på bruk av areal, især omkring byer. I et globalt

perspektiv er kan det være stor konkurranse om bruk av areal til ulike formål, f.eks. mat- eller bioenergiproduksjon.

3.6.6 Vannknapphet

Vannbruk / vannknapphet er et viktig aspekt ved biobaserte produkter. Vannknapphet er en relativt ny indikator i LCA. AWARE-metoden for beregninger av vannknapphet brukes i denne studien, ettersom den i dag regnes som den beste tilgjengelige metoden.

Vannbruk innebærer menneskelig bruk av vann som ikke umiddelbart slippes tilbake til det samme vannskillet i naturen, med det resultat at omgivelsene fratas vann. Vann er en ekstremt knapp ressurs i noen regioner i verden, mens det er rikelig med vannforsyning i andre regioner. Dette betyr at miljøbelastningen forårsaket av vannbruk kan være veldig forskjellig avhengig av regionen det gjelder. AWARE justerer derfor det absolutte vannforbruket for potensialet til å frata en annen bruker, menneske eller økosystem, når man konsumerer vann i et område.

AWARE er dermed en regionalisert LCIA-metode, og den kvantifiserer Available Water Remaining per arealenhet. Karakteriseringsfaktorene varierer mellom 0,1 og 100 og måles i m³ world ekv. Metoden er basert på Boulay et al., 2016.

3.6.7 Fossile energiresurser

Fossile energiresurser er ikke-fornybare ressurser, som f.eks. gass, olje og kull. I tillegg inkluderer metoden også bruk av uran og torv. Enheten er MJ og metoden er basert på Guinée et al., 2002 og van Oers et al. 2002.

4 Datakvalitet og representativitet

Datakvaliteten og representativiteten anses å være god for de fleste prosesser. Data fra Ecoinvent (Moreno Ruiz et al., 2017) og Agri-footprint (Blonk Consultants, 2017a, b) er brukt der det ikke har vært mulig å fremskaffe spesifikk informasjon. Disse to databasene kan ha ganske forskjellig resultat for noen prosesser og det er gjort en grundig vurdering ved valg av prosess. Generelt er det brukt ecoinvent-data på kjemikalier og energi. For landbruksprodukter har Agri-footprint mer presise data på f. eks avlingsnivå når det sammenlignes med FAO statistikk (FAO, 2018). Når Agri-footprint data er brukt er underprosesser for energi og kjemikalier endret til ecoinvent prosesser, hvis det finnes i databasen. Dette for at datagrunnlaget skal være mest mulig konsistent. For detaljer om prosesser, se kapittel 5. Landsspesifikke data er brukt for råvarene som inngår med mer enn 1%. Spesifikke data er brukt for mengden råvarer og emballasje og for produksjonsprosessen.

I henhold til PCReNe skal det brukes spesifikke data fra produksjonen av produktet for ett referanseår. Referanseåret for produksjonsprosessen for margarin og smør er 2019. For oppstrøms-, nedstrømsprosesser og infrastruktur kan generiske data også brukes hvis spesifikke data ikke er tilgjengelige. For disse prosessene varierer tidsrepresentativiteten, men generelt er dataene representative for perioden 1998-2018 og tilfredsstillende kravet om at generiske data fra databaser kan brukes.

Datainnsamlingen har i denne studien blitt gjennomført ved først å kontakte samtlige råvareleverandører med spørsmål relatert til produksjon og logistikk. I tillegg fikk alle aktører, som bidrar med mer enn 1 vekt % av råvare inn i ett eller flere av Mills produktene i denne studien, tilsendt datainnsamlingsskjema. Mange av leverandører har imidlertid ikke oppgitt spesifikke data. Årsaken til det er at bl.a. at mange av råvarene handles på verdensmarkedet og varierer over tid. For råvarer som ikke har spesifikke data er produksjons- og logistikkdata brukt for å tilpasse elektrisitet, transportavstander og innblanding av biodiesel i datasett fra databaser i SimaPro som estimat for den gitte råvaren. For Mills Fredrikstad er det brukt spesifikke data for energi, material og avfallsstrømmer for deres lokale produksjon og tilsvarende for TINE som leverandør av smør og i tillegg råvareleverandør til Mills.

Datagrunnlaget i denne studien er derfor basert på tilpassede database data for råvarene basert på landsspesifikk produksjonslokasjon og spesifikke fabrikk- og logistikkdata fra Mills fabrikk i Fredrikstad og TINE.

5 Datagrunnlag

5.1 Råvarer

Tabell 5.1 viser datagrunnlaget for råvarer til produksjon av margarin og smør. Sammensetning av margarinproduktene er vist i tabell 5.1

Tabell 5.1 Oversikt over råvarer, leverandør, opprinnelsesland og datagrunnlag

Råvare	Leverandør	Fordeling	Opprinnelsesland	LCI råvare og prosessering	LCI transport se avsnitt 5.3
Raffinert rapsolje	Råvare-leverandør 1	Andel fra hvert land avhenger av tilgjengeligheten, og det er antatt like stor andel fra hvert av landene.	Prosessering i Sverige. Raps råolje fra Sverige, Storbritannia, Danmark, Frankrike, Tyskland, Litauen.	Spesifikke data fra leverandør for energi og avfall. Kjemikalier fra «refined rapeseed oil (solvent) at plant /DE economic» Raps råolje: “Crude rape seed oil from crushing (solvent) at plant / DK economic”, endret til 1/6 for hver av “Rape seed at farm/ SE/UK/DK/FR/DE/LT economic”, elektrisitet endret til Electricity, low voltage {SE} market for Cut-off, U	Fra leverandør: 500km (Lastebil, >32t, B20 EURO 6). Råvarer til leverandør: Google maps ble brukt til å fastsette generiske lastebil etapper til produsent fra de ulike landene. For EN og LT er det også brukt 5000DWT skip.
Solsikkeolje	Råvare-leverandør 2 (70%)	Har økt andelen slik at summen av de tre største andelene blir 100%: Romania 66%, Bulgaria 17%, Ukraina 17%,	Raffinering i Nederland, råolje prosesseres i Tsjekkia, solsikkefrø fra Romania 60%, Bulgaria 15%, Ukraina 15%, resten fra flere andre land.	Refined sunflower oil, from crushing (solvent) at plant/UA Economic, tilpasset energi fra Tsjekkia. Crude sunflower oil, from crushing (solvent) at plant/UA tilpasset energi fra Tsjekkia. Solsikkefrø: Sunflower seed, market mix, at regional storage/RO/BG/UA	Fra leverandør: 1028km (5000 DWT skip) 2,8km (Lastebil >32t, B20, EURO 6).
	Råvare-leverandør 3 (30%)		Raffinering og råolje fra Tsjekkia. Solsikkefrø fra Østerrike	Refined sunflower oil, from crushing (solvent) at plant/NL Economic, tilpasset energi fra Tsjekkia. Solsikkefrø: Sunflower seed, market mix, at regional storage/DE/RO/HU	1641 km (Lastebil >32t, EURO 5)

Råvare	Leverandør	Fordeling	Opprinnelsesland	LCI råvare og prosessering	LCI transport se avsnitt 5.3
Herdis hardstock	Råvare- leverandør 1 (35%)	kokosolje (70%), som i hovedsak kommer fra Indonesia og Filipinene	Filipinene (50%)	Spesifikke data fra leverandør for prosessering Kokosolje: Coconut oil, crude {PH} production Cut-off, U (ecoinvent)	Fra leverandør: 500km (Lastebil, B20, EURO 6). Råvarer til leverandør: 300 km (Lastebil 16-32t, EURO 3) 17831 km (80 000DWT skip) 1385 km (5000 DWT skip).
			Indonesia (50%)	Spesifikke data fra leverandør for prosessering. Kokosolje: Coconut oil, crude {PH} production Cut-off, U (ecoinvent), endret underprosess til Coconut, dehusked {ID} coconut production, dehusked Cut-off, U (ecoinvent)	Fra leverandør: 500km (Lastebil, B20, EURO 6). Råvarer til leverandør: 400 km (Lastebil 16-32t, EURO 3) 17227km (80 000DWT skip) 1385 km (5000 DWT skip)
		rapsolje (30%)	Sverige	Spesifikke data fra leverandør for energi og avfall. Kjemikalier fra «refined rapeseed oil (solvent) at plant /DE economic» Raps råolje: “Crude rape seed oil from crushing (solvent) at plant / DK economic”, endret til svensk energi og andre underprosesser byttet til ecoinvent. Råvare “Rape seed at farm/SE economic”	Fra leverandør: 500km (Lastebil, B20, EURO 6). Råvarer til leverandør: 100 km (Lastebil 16-32t, B20 EURO 6).
Herdis hardstock	Råvare- leverandør 2 (65%)	kokosolje (70%), som i hovedsak kommer fra Indonesia og Filipinene	Filipinene (50%)	Refined coconut oil, at plant/PH Economic Cut - off (Agri-footprint) underprosesser endret til tilsvarende i ecoinvent. Coconut oil, crude {PH} production Cut- off, U (ecoinvent)	Fra leverandør: 500km (Lastebil, B20, EURO 6). Råvarer til leverandør: 300 km (Lastebil 16-32, EURO 3) 17831 km (80 000DWT skip)

Råvare	Leverandør	Fordeling	Opprinnelsesland	LCI råvare og prosessering	LCI transport se avsnitt 5.3
					1385 km (5000 DWT skip).
			Indonesia (50%)	Refined coconut oil, at plant/ID Economic Cut off, U (Agri-footprint) underprosesser endret til tilsvarende i ecoinvent. Coconut oil, crude {PH} production Cut-off, U (ecoinvent), endret underprosess til Coconut, dehusked {ID} coconut production, dehusked Cut-off, U (ecoinvent)	Fra leverandør: 500km (Lastebil, B20, EURO 6). Råvarer til leverandør: 400 km (Lastebil 16-32t, EURO 3) 17227km (80 000DWT skip) 1385 km (5000 DWT skip)
		rapsolje (30%) Mangler data fra Ungarn og har antatt 50% fra Tyskland og 50% fra Polen.	Prosessering i Tyskland, og rapsfrø fra Tyskland, Polen og Ungarn.	Refined rapeseed oil, from crushing (solvent), at plant/DE Economic (agri-footprint) Rapsfrø: Rapeseed dried, from drying, at plant/DE Economic Rapeseed dried, from drying, at plant/PL Economic (agri-footprint)	Fra leverandør: 500km (Lastebil, B20, EURO 6). Råvarer til leverandør: 1000km (Lastebil, >32t, EURO 6).
Vita hardstock	Råvare-leverandør 1	kokosolje (30%) fra Filipinene, Indonesia og Papua New Guinea, men har ikke data for sistnevnte.	Filipinene (50%)	Spesifikke data fra leverandør for prosessering Kokosolje: Coconut oil, crude {PH} production Cut-off, U (ecoinvent)	Fra leverandør: 500km (Lastebil, B20, EURO 6). Råvarer til leverandør: 300 km (Lastebil 16-32t, EURO 3) 17831 km (80 000DWT skip) 1385 km (5000 DWT skip).
			Indonesia (50%)	Spesifikke data fra leverandør for prosessering. Kokosolje: Coconut oil, crude {PH} production Cut-off, U (ecoinvent), endret underprosess til Coconut, dehusked {ID}	Fra leverandør: 500km (Lastebil, B20, EURO 6). Råvarer til leverandør:

Råvare	Leverandør	Fordeling	Opprinnelsesland	LCI råvare og prosessering	LCI transport se avsnitt 5.3
				coconut production, dehusked Cut-off, U (ecoinvent)	400 km (Lastebil 16-32t, EURO 3) 17227km (80 000DWT skip) 1385 km (5000 DWT skip)
		Sheastearin (70%)	Ghana, Benin, Burkina Faso, Mali, Ivory Coast, Togo, Nigeria	Shea, raw butter litteratur data 2013 (Glew & Lovett, 2014)	Fra leverandør: 500km (Lastebil, B20, EURO 6). Råvarer til leverandør: 3731km (Lastebil, 16-32t) 466 km (Lastebil 16-32, EURO 3) 7725 km (80 000DWT, skip) 1385 km (5000 DWT skip).
Olivenolje	Råvare-leverandør 4		Spania	Prosessering: (Navarro, Puig et al. 2018) Olive {ES} olive production Cut-off, U, korrigert for avlingsnivå fra FAO stat 2014-2018.	3435 km (Lastebil, >32t, EURO6).
Smør	TINE		Norge	Spesifikke data fra TINE Jæren for prosessering og melk som råvare	Fra leverandør: 506 km (Lastebil, >32t, EURO6).
Smørolje	TINE		Norge	Spesifikke data fra TINE Jæren for prosessering og melk som råvare	Fra leverandør: 506 km (Lastebil, >32t, EURO6).
Skummet melk	TINE		Norge	Spesifikke data fra TINE Brumunddal for prosessering og melk som råvare	Fra leverandør: 227 km (Lastebil, >32t, EURO6).
Soyalecitin	Råvare-leverandør 5		Prosessering Norge Soyabønner: Brasil (91%):	Spesifikke data fra leverandør for prosessering. Soybean {BR-MT} soybean production Cut-off, U Soybean {BR-PR} soybean production Cut-off, U Soybean {BR-RS} soybean production Cut-off, U	Fra leverandør: 2,8km (Lastebil, B20, EURO 6) Råvarer til leverandør: 2500km, (Lastebil, EURO 4 >32t). 9026km (80000DWT, skip).

Råvare	Leverandør	Fordeling	Opprinnelsesland	LCI råvare og prosessering	LCI transport se avsnitt 5.3
				Soybean {BR-GO} soybean production Cut-off, U Soybean {BR-MS} soybean production Cut-off, U	
			Canada (9%):	Soybean {CA-QC} production Cut-off, U	5934 km (80000DWT, skip)
Mono-glyserider	Råvare-leverandør 6		Global	Fatty acid {GLO} market for Cut-off, U	Fra leverandør: 1500 km (Lastebil >32t, EURO 6) Råvarer til leverandør: Databasedata.
Salt	Råvare-leverandør 7		Global	Salt {GLO} market for salt Cut-off, U	Fra leverandør: 1500 km (Lastebil >32t, EURO 6) Råvarer til leverandør: Databasedata.
Melkesyre	Råvare-leverandør 8		Norge	Lactic acid {RER} production Cut-off, U	Fra leverandør: 94 km lastbil Råvarer til leverandør: Databasedata.
Kaliumsorbat løsning 50 %	Råvare-leverandør 9	Ingen data tilgjengelig, antar tilsvarende prosess	Global	Potassium carbonate {GLO} production, from potassium hydroxide Cut-off, U	Fra leverandør: 1500 km (Lastebil>32t, EURO 6) Råvarer til leverandør: Databasedata.
Vitaminer	Råvare-leverandør 10		Global	Vitamin, animal feed, {GLO} production Cut-off, U	Til leverandør: 1500km (lastebil >32t, EURO 6) Råvarer til leverandør: Databasedata.
Aroma	Flere leverandører	Eddiksyre 32%	Råvarer basert på datablad	Acetic acid, without water, in 98% solution state {GLO} market for Cut-off, U	1500 km lastbil (Lastebil >32t, EURO 6) Råvarer til leverandør: Databasedata.
		Palmeolje 6%	Global	Palm oil, refined {GLO} market for Cut-off	
		Vann 62%	Europa	Tap water {RER} market group for Cut-off	

5.1.1 Rapsolje

Rapsolje inngår både som råvare direkte og som råvare til Herdis hardstock.

Råvareleverandør 1 får raps råolje fra Sverige, Storbritannia, Danmark, Frankrike, Tyskland, Litauen. Rapsolje som inngår i Herdis Hardstock kommer fra Sverige.

Råvareleverandør 2 har prosessering av rapsolje Tyskland, og raps råolje kommer fra Tyskland, Polen og Ungarn.

5.1.2 Solsikke

Solsikkeolje fra Råvareleverandør 2 lagres i Nederland, olje prosesseres i Tsjekkia og solsikkefrø kommer fra Romania 60%, Bulgaria 15%, Ukraina 15%, resten fra flere andre land.

Solsikkeolje fra Råvareleverandør 3 produseres i Tsjekkia og solsikkefrøene kommer fra store deler av Øst-Europa; Tsjekkia, Slovakia, Ungarn, Romania, Østerrike og marginale mengder fra Tyskland. I denne studien er det brukt Agri-footprint data fra Romania, Ungarn og Tyskland.

5.1.3 Sheastearin

Sheastearin inngår i Vita hardstock og produseres det tørre savannebelte fra Senegal i vest til Sudan i øst. Ifølge FAO statistikk (FAO, 2018) produseres mesteparten i Nigeria (53%) og Mali (20 %). Shea treet forekommer naturlig i dette området og har blitt beskyttet når skogsområder har blitt ryddet for jordbruksproduksjon (Lovett, 2010). Produksjon av shea er derfor ikke forbundet med LUC.

Datagrunnlaget for sheastearin er basert på en vitenskapelig artikkel for produksjon av sheabutter i kosmetikk (Glew & Lovett, 2014), og det er korrigert for dette siste prosesseringsleddet til kosmetikk slik at det tilsvarer prosessering av sheastearin.

5.1.4 Olivenolje

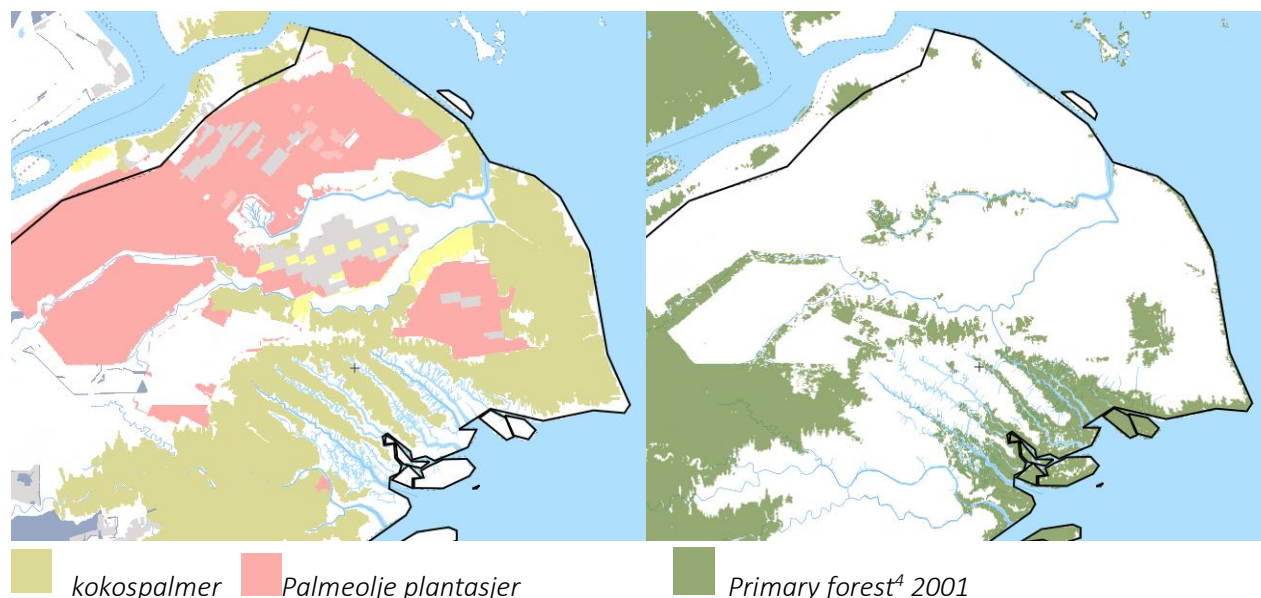
Olivenolje produseres i Spania. Det er ikke samlet inn spesifikke data, men brukt litteraturdata. Det er stor variasjon i resultatene fra ulike studier. Ecoinvent prosessen Olive {ES}| olive production | Cut-off, U gir lavere miljøpåvirkninger enn litteraturdata. Basert på FAO stat 2014-2018 er avlingsnivået i denne prosessen korrigert fra 5 tonn/ha til 2,7 tonn/ha. Etter denne korrigering er resultatene i tråd med resultater fra en review studie (Espadas-Aldana, Vialle et al. 2019). For prosessering er det brukt data fra (Navarro, Puig et al. 2018), og 100% av miljøbelastningene er allokert til olivenolje. Selv om pressresten pomace i prosessvannet potensielt kan brukes som drivstoff eller for produksjon av pomaceolje gjennom videre prosessering, blir det tradisjonelt behandlet som avfall, og dermed ansett som nullverdi (Avraamides and Fatta, 2008).

5.1.5 Kokosolje

Kokosolje inngår i Herdis hardstock og Vita hardstock og kjøpes på verdensmarkedet og kommer hovedsakelig fra Indonesia, Filipinene og Papua New Guinea. I SimaPro finnes det landsspesifikke data for Indonesia og Filipinene, men ikke for Papua New Guinea. På <https://www.globalforestwatch.org/> viser satellittbilder at det har vært lite tap av skog i Papua New Guinea fra 2001-2019 og data for Filipinene vil kunne gjelde også for Papua New Guinea, se vedlegg 3.

Når det gjelder data for kokosolje fra Indonesia har både ecoinvent og Agri-footprint et relativt stort bidrag knyttet til LUC. Imidlertid oppgir Mills at kokosoljen kommer fra mindre småskala gårder og ikke er knyttet til de store plantasjeområdene hvor det har vært avskoging av regnskog. Figur 5.1 viser et

eksempel på Riau, Indragiri Hilir- regionen i Indonesia, hvor det vises at områdene med kokospalmer (lys grønn) ikke er knyttet til områder hvor det var regnskog (primary forrest) i 2001.



Figur 5.1 Kart som viser plasseringen av kokosplantasjene (til venstre) og primærskogen i 2001 (til høyre). Kilde: <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/IDN/>

Dette betyr at det ikke har vært noen avskoging i de områdene der kokosplantasjene ligger siden 2001. Kombinert med informasjon fra leverandøren om at plantasjene ble etablert for mange år siden, er det svært sannsynlig at forholdene angående primærskogen også gjelder mellom 1999 og 2001. Ifølge IPCC (2006) skal ikke LUC tas i betraktning når ikke vært noen endring de siste 20 årene. Da prosjektets referanseår er 2019, kan det derfor sees bort fra LUC for kokosoljen.

Resultatene av denne studien er basert på den ovennevnte dokumentasjonen om at det ikke har skjedd noen endring av arealanvendelsen i områdene knyttet til kokosplantasjene. Ecoinvent prosessen som brukes er derfor korrigert slik at det ikke inkludere LUC. I tillegg blir det gjort en sensitivitetsanalyse med hvor LUC inkluderes, slik som det er oppgitt i den opprinnelige prosessen.

Transport av kokosoljen foregår med transoseaniske skip som frakter rå ubehandlet kokosnøttolje fra produksjonslandene via Rotterdam til Sverige for raffinering. Det er laget et spesifikt skipsinventar for transoseaniske skip (8000DWT) og regionsskip (5000DWT), begge ved bruk av 100% MGO (marine gas oil). Videre transport fra Karlshamn til Fredrikstad gjøres ved bulktransport på vei.

For Filippinene antas det at frakten av kokosolje blir skipet ut fra de største øygruppene. Havnen i Davao ligger syd på Filippinene hvor det er størst kokosproduksjon og det antas at kokosråolje vil

⁴ Primary forests are forests of native tree species, where there are no clearly visible indications of human activities and the ecological processes are not significantly disturbed. Secondary forests regenerate on native forests, which have been cleared by natural or man-made causes, such as agriculture or ranching. They display a major difference in forest structure and/or species composition with respect to primary forests.
Source: <https://www.greenfacts.org/glossary/def/forest.htm>

skipes derfra. Transport fra plantasjene til disse havnene vil variere mye, men fra de nevnte intensive regionene i sør til havnen i Davao er det mellom 200 – 600 km. Det er antatt et gjennomsnitt på 300 km fra plantasje til havn. Distanse fra havn på Filipinene til omlastningshavn i Rotterdam er beregnet til 17 815 km båttransport.

Transport av kokosolje fra Indonesia er tilsvarende 400 km fra plantasje til havn, 17 227 km båttransport fra havn til omlastningshavn.

Fra omlastningshavn til produksjonssted Karlshamn er det 1385 km båttransport, og fra Karlshamn til Fredrikstad 500 km veitransport. Det er kun det siste leddet fra leverandør til Mills Fredrikstad som inngår i livsløpsfasen transport av råvarer.

5.1.6 Soyalecitin

Datagrunnlaget for prosessering av soyalecitin er basert på spesifikke data fra leverandør. Data for soyabønner er basert på opplysninger fra leverandør at 91% er fra Brasil og 9% fra Canada. Soya fra Brasil er beregnet utfra regionene vist i Tabell 5.2. Siden de oppgitte regionene kun omfatter 78% av produksjonen er andelen korrigert for å addere opp til 100%.

Tabell 5.2 Regioner med størst produksjon av soyabønner i Brasil (%). Kilde:
<https://www.proterrafoundation.org/project/sustainable-soy-production-in-brazil/>

	Produksjonsandel %	Korrigert produksjonsandel %	SimaPro-prosess
Mato Grosso	27	35	Soybean {BR-MT} soybean production Cut-off, U
Paraná	17,3	22	Soybean {BR-PR} soybean production Cut-off, U
Rio Grande do Sul	16,1	21	Soybean {BR-RS} soybean production Cut-off, U
Goiás	9,6	12	Soybean {BR-GO} soybean production Cut-off, U
Mato Grosso do Sul	7,6	10	Soybean {BR-MS} soybean production Cut-off, U
Sum	78	100	

Amaggi som er produsent av soya, har i en deklarasjon som følger «International Sustainability and Carbon Certification» (ISCC, 2016), oppgitt 620 g CO₂/kg soyabønner inklusiv transport til Fredrikstad. Denne sertifiseringen tar utgangspunkt i arealbruksendringer etter 2008, mens ifølge kravene i IPCC og PEF Dairy products skal arealbruksendringer de siste 20 årene inkluderes. Derfor kan leverandørens egne beregninger ikke brukes direkte inn i denne studien.

Allokering mellom soyaproduktene er basert på økonomisk verdi, se beregningsgrunnlag i Tabell 5.3.

Tabell 5.3 Grunnlag for beregning av allokeringstall for soya produkter

	Vekt % produkter	Pris (euro/kg ⁵)	Beregnet allokeringstall faktor (%)
Soyamel	77,4	0,249	58
Soyaolje	20,0	0,689	41
Soyalecitin	0,5	-	0,6 ⁶
Soyaskaller	2,1	0,125	0,8
Sum	100	-	100

5.1.7 Melk og melkeprodukter

I denne LCA av margarin inngår melk både som råvare og som grunnlag for beregning av smør som sammenligningsgrunnlag med margarin. Det er gjennomført flere livsløpsanalyser for norsk melkeproduksjon.

Roer et al. 2013 har gjennomført en LCA basert på data fra 3 gårder. Det er beregnet mange miljøpåvirkningskategorier med ReCiPe-metoden (Huijbregts et al. 2017). Klimafotavtrykket er 1,5-1,6 kg CO₂ ekv/EKM (energikorrigeret melk) når det inkluderes utvidede systemgrenser (produksjon av infrastruktur som maskiner, bygninger, medisiner, vaskemidler, frø, gjerder og plantevernmidler) som utgjør 9% av klimagassutslippene for melk. Når det korrigeres for dette er klimafotavtrykket 1,41 kg CO₂ ekv/EKM.

Bonesmo et al. 2013 har beregnet klimafotavtrykk for 30 gårder ved å benytte gårdsmodellen HolosNor. Klimafotavtrykket er beregnet til 1,02 kg CO₂ ekv/FPCM (fett og protein korrigeret melk). Resultatene inkluderer karbonlagring i jord som utgjør 0,03, så hvis det korrigeres for dette er klimafotavtrykket 1,05 kg CO₂ ekv/FPCM.

Koesling & Steinshamn 2020 har beregnet klimafotavtrykk, energibruk, nitrogen intensitet og økonomi for 185 konvensjonelle gårder og 15 økologiske gårder. For de konvensjonelle gårdene er det gjennomsnittlige klimafotavtrykket 1,4 CO₂ ekv/EKM.

I prosjektet LIVESTOCK er det utviklet livsløpsmodeller av melk av NMBU og NORSUS (Samsonstuen et al. 2020). Resultatene er vist i Tabell 5.4. Datagrunnlaget er fra Kukontrollen som utgjør ca. 97% av landets 8217 bruk med melkeproduksjon. Grunnlagsdata er fra 2017, siden 2018 var et ekstremår med tørke og 2019-data ikke var tilgjengelige. Gjennomsnittlig melkemengde er 8035 kg FPCM/årsku. Allokeringstallet for melk er beregnet til 62%, basert på PEF dairy products (European Dairy Association, 2018).

Da det inngår flere miljøpåvirkninger enn klimaendring i denne studien av margarin, er det behov for å inkludere hele datagrunnlaget og derfor kan de publiserte studiene ikke brukes direkte. Derfor brukes resultatene fra LIVESTOCK-prosjektet videre i denne analysen. Resultatene for klimagassutslipp er i tråd med resultatene for 2 av de 3 studiene for norsk melk. Resultatene i LIVESTOCK er basert på et

⁵ Mogensen et al, 2018

⁶ Pris for soyalecitin er ikke oppgitt, men det brukes en allokeringstall faktor fra Simapro prosessen "Soybean lecithin, from crushing (solvent), at plant/ Economic".

stort antall gårder og vil derfor være representativt for TINE melk. Det er også gjort en følsomhetsanalyse av resultatene for melk.

Tabell 5.4 Miljøpåvirkninger for 1 kg FPCM melk (LIVESTOCK)

Miljøpåvirkningskategori	Totalt
Global klimaendring (Climate change)	1,42 kg CO ₂ eq
Uorganiske partikler (Particulate matter)	1,63E-07 disease inc.
Forsuring (Acidification)	0,0237 mol H ⁺ eq
Overgjødsling:	
Eutrophication freshwater	2,32E-04 kg P eq
Eutrophication marine	2,56E-03 kg N eq
Eutrophication terrestrial	0,105 mol N eq
Arealbruk jordkvalitetsindeks (Land use as soil quality)	85,10 Pt
Vannknapphet (Water scarcity)	0,21 m ³ depriv.
Ressursbruk, fossil	1,94 MJ

Tine leverer smørrolje og skummet melk til Mills og er også produsent av smør. Data for primærproduksjonene av melk er basert på TINE meieri Jæren som produserer smør og smørrolje og TINE meieri Brumunddal for skummet melk. Fordelingen av utslipp knyttet til innsatsfaktorene melk, energi og prosessutslipp er basert på tørrstoffinnhold (Matvaretabellen, 2020) i de produserte produktene ved meieriet (tabell 5.5) og mengden (tabell 5.6). Beregning av allokeringfaktoren er beskrevet avsnitt 3.5.

Tabell 5.5 Tørrstoff- og fettinnhold på meieriprodukter. Kilde: Matvaretabellen

	Tørrstoff (%)	Fett (%)
Skummet melk	9	0,1
Fløte	43	37
Smør	84	83
Smørrolje	100	100
Kjernemelk	9	-

Utfra fettinnhold er det satt opp en fordeling mellom produkter fra melk som råvare (FPCM, fett 4%), se Tabell 5.6.

Tabell 5.6 Mengde produkt og beregnede allokeringfaktorer for melk og fløte

	Råvare (liter)	Mengde produkt (liter)	Beregnet allokeringfaktor (%)
Melk som råvare (FPCM ⁷)	1130	-	-
Kremfløte (37% fett)	-	130	38
Skummet melk (0,1% fett)	-	1000	62

⁷ FPCM – fett og protein korrigeret melk, 4% fett og 3,3% protein

Smør og smørrolje produseres fra fløte, se fordeling av produkter og beregnede allokeringfaktorer i Tabell 5.7 og Tabell 5.8 under. Energiforbruk er spesifikke data som er beregnede regresjonstall. Energiforbrukstall for 2019 viser at energien består av 66% elektrisitet og 34 % naturgass.

- Smørrolje 2 kWh/l pr liter
- Smør 0,35 kWh/kg
- Forbehandling fløte til produkt 0,18 kWh/kg

Tabell 5.7 Mengde produkt og beregnede allokeringfaktorer for smør

	Råvare (liter)	Mengde produkt (liter)	Beregnet allokeringfaktor (%)
Fløte som råvare	2230	-	-
Smør	-	1000	90
Kjernemelk	-	1081	10

Tabell 5.8 Mengde produkt og beregnede allokeringfaktorer for smørrolje

	Råvare (liter)	Mengde produkt (liter)	Beregnet allokeringfaktor (%)
Fløte som råvare	2488	-	-
Smørrolje	-	1000	87
Kjernemelk	-	1632	13

Transport fra melk til TINE: Det er ikke innsamlet spesifikke data for transport av melk fra gårdene til meieri og derfor brukes standard verdi som er angitt i PEFCR Dairy products på 0,0023 l diesel/kg melk transportert.

5.2 Emballasje

Tabell 5.9 viser datagrunnlaget for F-pak og tabell 5.10 for D-pak og pall for margarinproduktene og smør

Tabell 5.9 Datagrunnlag for F-pak for margarinproduktene

Emballasje- del	Vekt/ g per enhet	Materiale	Opprinnelses-land	LCI data material	LCI data prosess	LCI data transport
Beger	11,1	Medium lineart polyetylen	Sverige	50% Polyethylene, linear low density, granulate {RER} production Cut-off, U 50% Polyethylene, high density, granulate {RER} production Cut-off, U	Thermoforming of plastic sheets {FR} processing Cut-off, U Tilpasset svensk energi	280 km
Lokk	6,1					
Oblat	1,0	Aluminium	Globalt	Aluminium, wrought alloy {GLO} market for Cut-off, U	Sheet rolling, aluminium {RER} processing Cut-off, U	280 km
Flaske	29	85% PP 15% LDPE	Europa	Polypropylene, granulate {RER} production Cut-off, U Polyethylene, linear low density, granulate {RER} production Cut-off, U	Blow moulding {RER} production Cut-off, U	280 km
Kork	8,9	PP	Global	Polypropylene, granulate {GLO} market for Cut-off, U	Thermoforming of plastic sheets {GLO} market for Cut-off, U	280 km
Sleeve	2	LDPE	Råvarer fra Mexico, trykkes i England	Polyethylene, low density, granulate {GLO} market for Cut-off, U	Extrusion, plastic film {RoW} extrusion, plastic film Cut-off, U	9325 km (80000 DWT skip) 79km, Euro 5 lastebil

Tabell 5.10 Datagrunnlag for D-pak og pall for margarinproduktene

Emballasjedel	Vekt/ g per enhet	Antall	Materiale	Opprinnelses- land	LCI data material	LCI data transport
D-pak	156 g	18 F-pak/D-Pak	Bølgepapp	Europa	Corrugated board box {RER} market for corrugated board box Cut-off, U	280 km
Pall	23 kg, 4,3 loops	84 D-pak/ pall.	Tre	Europa	EUR-flat pallet {RER} production Cut-off	280 km

For smør (250 g) er det antatt polypropylene beger med lokk (Polypropylene, granulate {RER}| production | Cut-off, U) og vekten er 7,32 g (beger) og 2 g (lokk), data fra PEFCR Dairy products. Data for D-pak er basert på samme data som for margarin.

5.3 Transport av råvarer

Transport av råvarene kan deles inn i transport fra jordbrukssted til råvareproduksjon og videre til Mills i Fredrikstad. Logistikken for de ulike råvarene kan være kompleks og en del råvarer produseres ikke i nærheten av der de er produsert. Jordbruksproduktene fra gård eller plantasje transporteres til det første prosesseringsledd og derfra videre til havn for å bli skipet til Europa, hvor videreforedling foregår. For produkter som videreforedles i Norge, Sverige eller Finland er det lagt inn omlasting til mindre skip i Rotterdam og deretter videre skipstransport.

I livsløpstrinnet «transport» er det kun det siste leddet fra leverandør til Mills som er inkludert. Annen transport er inkludert i datagrunnlaget råvarene. Detaljer for transportavstander er beskrevet i Tabell 5.1. Prosessene som er brukt for transport er standardisert for ulike regioner og verdensdeler, se Tabell 5.11.

Tabell 5.11 Prosesser for transport

Transporttype	LCI prosess
Lastebil i Norden	Transport, freight, lorry, adjustable [>32t, B20, EURO6] {NO-SE} (Mills) Cut-off - v4.8b
Lastbil Vest Europa	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RER} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Cut-off, U
Lastbil Øst Europa	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 {RER} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 Cut-off, U
Lastbil verden utenom Europa	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 {RoW} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 Cut-off, U
Båttransport, transoseanisk	80000 DWT container skip, MGO. Se beskrivelse under.
Båttransport, regional	80000 DWT container skip, MGO. Se beskrivelse under.

For transport i Norden er bruk 20% biodiesel, som erstatter diesel.

5.3.1 Nordisk lastebiltransport

Prosesskortet Transport, freight, lorry, adjustable [>32t, B20, EURO6] {NO-SE} (Mills) | Cut-off - v4.8b utviklet i SimaPro er en kopi av Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RER}| transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 | Cut-off, U som er tilpasset nordiske forhold. Dette innebærer innblanding av 4-6% (5%) ammonium-nitrat (som f.eks. Ad-blue) i drivstoffet samt innblanding av Biodiesel i henhold til Lovdata (2018) §3-3 som gjelder «*Krav til omsetning av biodrivstoff til veitrafikk og dobbeltelling av biodrivstoff fra visse råstoff*». Fra 2020, skal 20% av omsatt diesel være biodiesel og dette er satt som basis for transport i Norden, ettersom både Sverige og Finland kan vise til lignende reglement. Drivstofforbruket pr. tonn km er det samme som i ecoinvent (3.6) datasett som

vist til som referanse for den nordiske transportprosessen. Introduksjon av biodiesel inkluderer samme scope som diesel, low sulfur som er benyttet i original kortet, altså produksjon av biodiesel fra en rekke kilder, transport til Norge samt forbrenningsutslipp (bl.a. biogent karbondioksid).

5.3.2 Sjøtransport

Sjøtransporten har blitt tilpasset for 2 typer skip, et regionalt skip og et transoceanisk skip. Skipene er tilpasset med en distanse relatert LCI basert på lengde og lasteutnyttelse og en fastsatt LCI basert på have aktiviteter som manøvrering inn og ut av havn, lessing/lossing og overnatting/venting. Dette er gjort fordi det har vist seg hensiktsmessig i tidligere studier å skille på distanse og vekt relaterte utslipp og havne aktiviteter (Saxegård & Johnsen 2018). I rapporten Saxegård & Johnsen (2018) er alle forutsetningene til LCI-en for de to skipsstørrelsene 5 000 DWT⁸ og 80 000 DWT container skip presentert. I Saxegård & Johnsen (2018) er spesifikt drivstofforbruk basert på installer motoreffekt fra både skipsetappen, manøvrering, lessing/lossing og overnatting/venting hentet fra skipsrapporten Third IMO report (2014) presentert for 5000DWT og 80 000DWT containerskip. Aktivitetene manøvrering, lessing/lossing og overnatting/venting er basert på oppsettet beskrevet i Agri-Footprints database LCA for skipstransport. Fyllingsgraden i skipene er basert på bakgrunnsrapporten til den anerkjente WtW (well to wheel) beregningsverktøyet EcoTranslt (2018) (70%) for store skip. For mindre skip er fyllingsgraden noe lavere, 60%. Tabell 5.12 viser en oppsummering av de viktigste innsatsfaktorene (LCI) for de to anvendte containerskipsstørrelsene.

Tabell 5.12: Bakgrunns beskrivelse av forutsetningene for skipstransporten

Aktivitet	Trans-oseanisk (80 000 DWT)		Regional (5 000DWT) Kg / time		Innsats-faktor	Kilder
At berth (lessing / lossing)	102,6 kg / time	0,128 kg / tonn vare	38,7 kg / time	1,044 kg / tonn vare	Tungolje (WtW)	Saxegård & Johnsen (2018), Third IMO Report (2014)
At anchor (overnatting / venting)	140 kg / time	7,8E-5 kg / tonn vare	35,3 kg / time	0,012 kg / tonn vare	Tungolje (WtW)	
Manuvering (manøvrering)	1153,8 kg / time	0,00295 kg / tonn vare	146,8 kg / time	0,0807 kg / tonn vare	Tungolje (WtW)	
Port Facilities (havne infrastruktur)		6,1E-11 p / tkm		6,18E-12 *	Infrastruktur havn.	Ecoinvent 3.6 (Rotterdam havn), Oslo havn
Skipsinfrastruktur (produksjon, vedlikehold og avhending)		1,9E-11 p / tkm		1,8E-9	Infrastruktur skip.	Saxegård & Johnsen 2018, Third IMO Report (2014)
Drivstofforbruk frakketappe		0,0027kg / tkm		0,0093 kg / tkm	Tungolje (WtW)	
Netto kapasitets-utnyttelse		70%		60%		EcoTranslt Report (2018)

⁸ DWT (deadweight tonnes) er den totale vekten et skip kan bære av last, drivstoff, forsyninger, besetning og passasjerer

5.4 Produksjon margarin

5.4.1 Produksjonsdata fra Mills

Energi- og avfallsstrømmer oppgitt for Mills i Fredrikstad er presentert i tabell 5.13 og tabell 5.14.

Energiforbruket i 2019 var elektrisitet og fjernvarme og olje som vanndamp. Beregning av energistrømmer og allokering av energi- og avfalls strømmer til hvert av Mills produktportefølje er presentert i avsnitt 5.4.2 .

Tabell 5.13: Energiforbruk Mills margarin fordelt på energikilde (2019)

Energiforbruk 2019	MWh/år	Andeler	Ecoinvent database data
Strøm	9528	52,1 %	Electricity, low voltage {NO} market for Cut-off, U
Fjernvarme	3869	21,2 %	District heating, all sources, Fredrikstad 2019 {NO} Cut-off, U*
Olje som vanndamp	4892	26,7 %	Heat, central or small-scale, other than natural gas {CH} heat production, light fuel oil, at boiler 100kW condensing, non-modulating Cut-off, U
Totalt	18289	100,0 %	

* Fjernvarmemiksen er basert på energikildene oppgitt av for Frevar 2019 på nettstedet fjernkontrollen 2019. Bakgrunnsdataene for hver av energikildene er hentet fra ecoinvent 3.6.

Tabell 5.14: Avfallsstrømmer fra Mills i Fredrikstad

Avfallstype	Mengde	Enhet
Papp	219	tonn / år
Papir	0	tonn / år
Plast	24	tonn / år
Metall	43	tonn / år
Tre	34	tonn / år
Lysrør og lignende	0	tonn / år
Elektriske komponenter	2	tonn / år
Glass	0	tonn / år
Elektriske komponenter	570	tonn / år
Usortert avfall	128	tonn / år
Spesial avfall	3	tonn / år
Sum	1 024	tonn / år
Sortert	1 023 774	kg / år
Usortert	131 070	kg / år
Totalt	1 154 844	kg / år

Avfallsmengden fra hele Mills fabrikken i 2019 er vist i tabell 5.14, herav blir 88,7% utsortert til materialgjenvinning mens 11,3% går til energigjenvinning på Øra.

Fjernvarmemiksen i Fredrikstad består nesten utelukkende av varme fra det lokale forbrenningsanlegget FREVAR med mindre mengder fyringsolje, naturgass og elektrisitet for å dekke spisslasten. Reel energiopprinnelse er presentert i Tabell 5.15.

Tabell 5.15: Fjernvarmemiks anvendt av Mills i Fredrikstad

Energikilde fjernvarmemiks	Andel	LCI data - ecoinvent prosess
Fyringsolje	1%	Heat, central or small-scale, other than natural gas {CH} heat production, light fuel oil, at boiler 100kW condensing, non-modulating Cut-off, U
Naturgass	1%	Heat, district or industrial, natural gas {NO} heat and power co-generation, natural gas, conventional power plant, 100MW electrical Cut-off, U
Elektrisitet	0,6%	Electricity, low voltage {NO} market for Cut-off, U
Varmegjenvinning	97,4%	Heat, district or industrial, other than natural gas {NO} heat, from heat recovery systems Cut-off, U

5.4.2 Allokering av avfallsstrømmer og administrativt energiforbruk

Avfallsmengder og energibruk til administrasjon er kun oppgitt for Mills årlige drift og det må fordeles på de respektive margarin produktene utfra tørrstoffinnhold, se avsnitt 3.5.

Mills produserer i dag 4 hovedgrupper. Disse er margarin, ekte majones, lettmaiones og kaviar. Det er foretatt en allokering basert på totalt omsatt TS av hver av hovedgruppene. Allokeringsfaktorene fordelt på hovedgruppene er presentert med uthevet skrift til høyre i Tabell 5.16. Beregnet TS for hver av hovedgruppene er beregnet ut ifra vektet gjennomsnittlig TS og omsetning for hver av hovedgruppens undergrupper, eksempelvis lett-, folie-, flytende og begermargariner som presenteres nærmere i Tabell 5.17.

Tabell 5.16 Total omsetning Mills fordelt på hovedgrupper (2019)

Hovedgrupper	Tørrstoff-innhold %	Omsetning volum (v.v.) kg	Omsetning % (v.v)	Omsetting volum TS kg	TS vektet omsetning margariner
Margarin	-	24 757 914	73 %	16 724 497	71,8 %
Ekte majones	80	5 627 488	17 %	4 501 990	19,3 %
Lettmajones	50	1 312 356	4 %	656 178	2,8 %
Mills kaviar	70	2 031 136	6 %	1 421 795	6,1 %
Totalt volum	-	33 728 894	100 %	23 304 461	100,0 %

Det ses av tabellen at margarin utgjør 71,8 % av omsetningen målt i tørrstoff.

Margarin er inndelt i undergruppene lettmainger, foliemargariner, flytende margarin og begermargarin. De utvalgte produktene Vita myk, Olivero, Soft flora, Vita Hjertego tilhører undergruppen begermargarin og Melange tilhører undergruppen flytende margarin.

Allokeringsfaktorene fordelt på de aktuelle margarin undergruppene er presentert med uthevet skrift til høyre i Tabell 5.17.

Tabell 5.17: Total omsetning av Mills margarin fordelt på undergrupper (2019)

Undergrupper	Omsetning og allokeringstall					
	Tørrestoff %	Volum (v.v.) kg	Omsetning (v.v)	Volum TS kg	TS omsetning margarin for alle produkter	TS vektet allokering mellom margarin
Lettmargariner	42,3	3 682 000	11 %	1 557 486	6,7 %	9,3 %
Folienmargariner	76,9	10 124 502	30 %	7 785 742	33,4 %	46,6 %
Flytende margarin	81,5	3 032 787	9 %	2 471 721	10,6 %	14,8 %
Begermargarin	62	7 918 625	23 %	4 909 548	21,1 %	29,4 %
Total margarin		24 757 914	73 %	16 724 497	71,8 %	100,0 %

Beregningene i Tabell 5.17 viser at 71,8% av belastningen allokeres til margarin hvorav begermargarin belastes 29,5% og Flytende margarin 14,8%.

Allokeringsfaktorene presentert i avsnittet over er benyttet for å allokere aktivitetene fra avfallsbehandling og energiforbruk knyttet til Mills årlige drift. For energi er det beregnet energiforbruket pr år og per kg vare knyttet til begermargarin og flytende margarin som vist i Tabell 5.18.

Tabell 5.18: Energiforbruk 2019 fordelt på margarinproduktene

	Begermargariner (MWh/år)	Begermargariner (kWh/kg)	Flytende margarin (MWh/år)	Flytende margarin (kWh/kg)
Strøm	2 066	0,42	1 040	0,42
Fjernvarme	980	0,20	493	0,20
Olje som vanddamp	1 073	0,22	540	0,22
Totalt	4 119	0,84	2 074	0,84

Resultatene i Tabell 5.18 viser bruk av hver av de tre energibæreren oppgitt av Mills basert på driftsåret 2019. I uthevet skrift ses hvor mye bruken belastes per kg av de to underproduktene Begermargarin og Flytende Margarin. Selv om total bruk pr år er forskjellig mellom Begermargarin og Flytende margarin er bruken pr kg var lik.

5.5 Distribusjon

Ifølge PCR skal transport til gjennomsnittlig dagligvarehandel inkluderes. Da det ikke finnes gode spesifikke data er det tatt utgangspunkt i vektet transportavstand basert på hvor stor andel av befolkningen som bor i de ulike landsdelene. Den vektete gjennomsnittavstanden er beregnet til 429 km basert på forutsetninger vist i Tabell 5.19.

Tabell 5.19 Avstand og andel av befolkning for beregning av vektet distribusjonsavstand.(Kilde: <https://no.wikipedia.org/wiki/Landsdel>) og google maps.

	Avstand i km	Befolkningsandel
Fra produksjonssted i Fredrikstad til Østlandet	100	50 %
Fra produksjonssted i Fredrikstad til Trøndelag	582	9 %
Fra produksjonssted i Fredrikstad til Vestlandet	555	26 %
Fra produksjonssted i Fredrikstad til Sørlandet	306	6 %
Fra produksjonssted i Fredrikstad til Nord-Norge	1825	9 %

Følgende prosess er brukt: Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 [RER] | transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 | Cut-off, U. Utnyttelsesgraden er 26,3% inkludert returtransport med en gjennomsnittlig lastevikt på 5,79 tones.

Standardverdier fra PEFCR Dairy Products for elektrisitet til lys, oppvarming og kjøling av produkt:

- Grossist: 1 uke, beregnet volum er 3 ganger produktets volum, elektrisitet 46 kWh / m³ og år.
- Dagligvarehandel: 5 dager, beregnet volum er 3 ganger produktets volum, elektrisitet 1150 kWh / m³ og år. Tap av kjølemedium R404A: 0,0145 kg/år.

Elektrisitet grossist og dagligvare: SimaPro prosess: Electricity, low voltage {NO} | market for | Cut-off.

5.6 Forbruksfasen

Forbruksfasen inkluderer transport fra butikk til husholdning og kjøling av produkt i husholdning. Det er valgt å bruke standardverdier fra PEFCR Dairy Products (European Dairy Association, 2018).

- 62%, 5 km med passasjerbil, allokeringsfaktor 0,005⁹.
SimaPro prosess: Transport, passenger car, EURO 5 {RER} | market for | Cut-off, U
- 5%, 5 km med varebil
SimaPro prosess: Transport, freight, light commercial vehicle {RER} | market group for transport, freight, light commercial vehicle | Cut-off, U
- 33%, ingen miljøpåvirkning

Standardverdier fra PEFCR Dairy Products for kjøling av produkt hjemme hos forbruker er 10 dager, volum er 3 ganger produktets volum, elektrisitet er 1350 kWh/m³ og år.

- Elektrisitet til kjøling: SimaPro prosess: Electricity, low voltage {NO} | market for | Cut-off, U

Det ses bort fra andre prosesser, da det er vanskelig å kvantifisere.

⁹ Allokeringsfaktoren er for 1 liter melkeprodukt, som tilsvarer 1 kg produkt

5.7 Avhending av forbrukeremballasje

Avhending av F-pak er basert på den gjennomsnittlige avfallssystem for husholdningsavfall for 2019 (Grønt punkt Norge, 2020)

- Plast: 33,5% materialgjenvinning 66,4% forbrenning.
- Kartong: 50,3% materialgjenvinning; og 49,6% forbrenning med energiutnyttelse.

SimaPro prosesser:

- Plastic waste, delivered for material recycling, [RER] 2018 S
Denne prosessen inkluderer alle prosesser fra sortering av avfall til fabrikkporten for gjenvinning. Infrastruktur er ekskludert. Datasett fra OR.38.18 EPD data til LCA.no verifisert i desember 2018 (Tellnes & Saxegård, 2018).
- Waste plastic, mixture [CH]| treatment of, municipal incineration | Cut-off, U
- Scrap aluminium {CH}| treatment of, municipal incineration | Cut-off, U
- Transport 50 km til sorterings og forbrenningsanlegg.

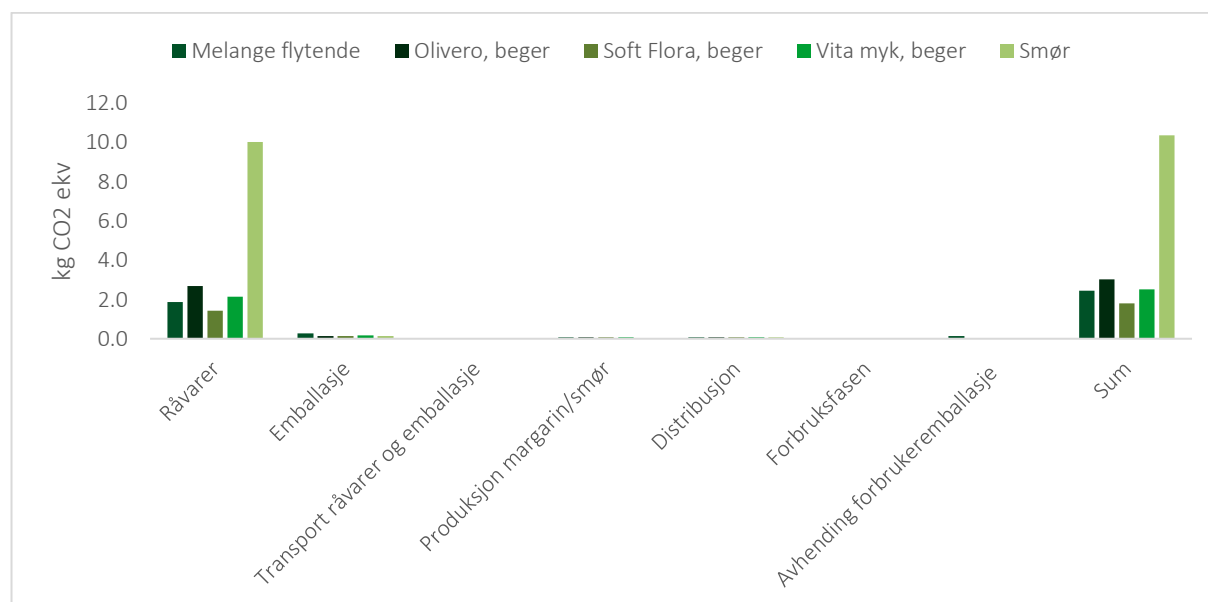
6 Resultater

6.1 Sammenligning av produkter

Figur 6.1 - Figur 6.7 viser miljøpåvirkninger for de 4 margarinproduktene sammenlignet med smør. For overgjødning er kun terrestrisk vist i figurene, men marint og ferskvann er vist i Tabell 6.3-Tabell 6.7.

Det ses av figurene og tabellene at for global klimaendring, uorganiske partikler, forsurening, overgjødning ferskvann og terrestrisk og arealbruk jordkvalitetsindeks har alle margarinproduktene lavere miljøpåvirkning enn smør. For overgjødning marint er utslippene fra margarinproduktene på samme nivå som smør eller høyere. For vannknapphet er det en høy belastning for Olivero pga. olivenolje. Årsaken til at vannforbruket her gir så stort utslag er at AWARE metoden vekter vann i Spania (77,7 m³ depriv.) mye høyere enn vann i f.eks. Norge (0,634 m³ depriv.). For bruk av fossile energiresurser er alle produktene mellom 71% og 106% av fossilt energibruk for smør.

For alle miljøpåvirkningskategoriene er det råvarene som bidrar til den absolutt største delen av miljøpåvirkningene.



Figur 6.1 Global klimaendring gjennom livsløpet for 4 margarinprodukter og smør

Figur 6.1 viser total klimaendring gjennom livsløpet og det ses at klimagassutslippene for margarinproduktene utgjør mellom 17-29% av klimagassutslippene for smør. Olivero har høyest klimagassutslipp av margarinproduktene, det største enkeltbidraget her kommer fra smørølje. Emballasje utgjør en mindre del av totalen, men det ses at emballasjen for Melange flytende har mye klimagassutslipp enn begerproduktene. I Tabell 6.3-Tabell 6.7 er det i tillegg til totale klimaendring også vist arealbruk (LU) og arealbruksendring (LUC). Det ses i tabellen at det er et negativt utslipp for Olivero for olivenolje. Dette skyldes karbonlagring i arealbruk i Spania ved flerårig avgrøde (Land tenure, arable land, measured as carbon net primary productivity, perennial crop {ES}| land already in use, annual cropland to perennial crop).



Figur 6.2 Uorganiske partikler gjennom livsløpet for 4 margarinprodukter og smør

Figur 6.2 viser utslipp av uorganiske partikler og det ses at utslippene for margarinproduktene utgjør mellom 23-54% av partikkelutslippene for smør. Vita myk har høyest utslipp av margarinproduktene, det største enkeltbidraget her kommer fra Vita hardstock.



Figur 6.3 Forsuring gjennom livsløpet for 4 margarinprodukter og smør

Figur 6.3 viser forsuring og det ses at utslippene for margarinproduktene utgjør mellom 20-32% av forsuring for smør. Av margarinproduktene er det Melange flytende og Olivero som har høyest utslipp.



Figur 6.4 Terrestrisk overgjødning gjennom livsløpet for 4 margarinprodukter og smør

Figur 6.4 viser terrestrisk overgjødning og det ses at utslippene for margarinproduktene utgjør mellom 19-30% av overgjødning for smør. Av margarinproduktene er det Melange flytende og Olivero som har høyest utslipp.



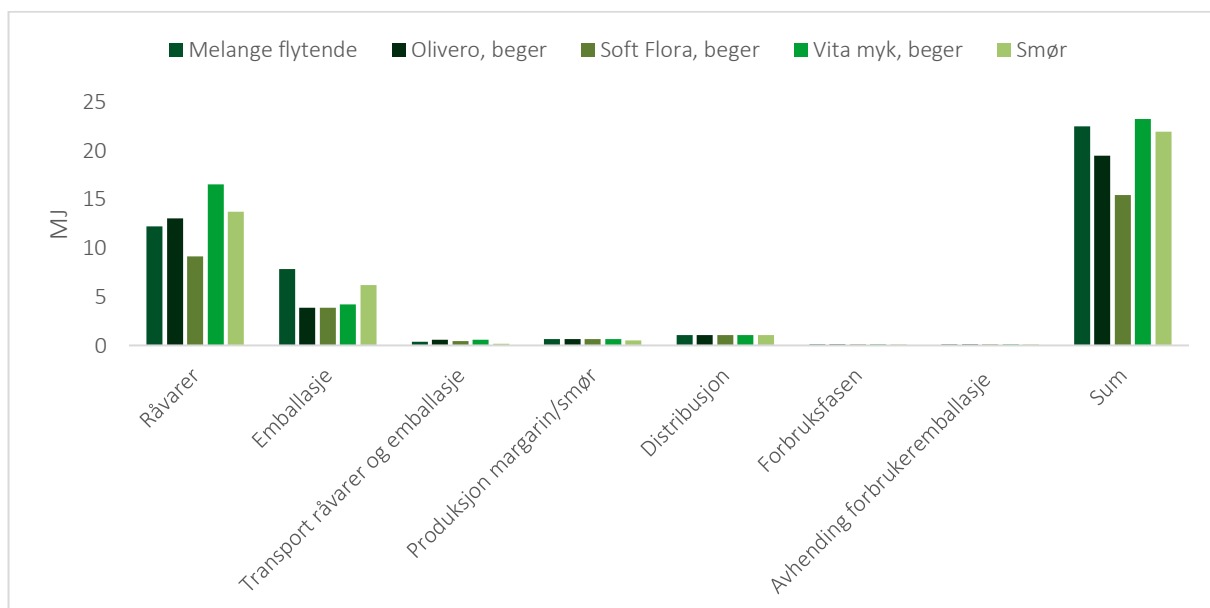
Figur 6.5 Arealbruk jordkvalitetsindeks gjennom livsløpet for 4 margarinprodukter og smør

Figur 6.5 viser arealbruk som jordkvalitetsindeks og det ses at for margarinproduktene utgjør denne indikatoren mellom 30-60% av smør. Av margarinproduktene er det Olivero (olivenolje og smørølje) og Vita myk (solsikkeolje) som har høyest arealbruk.



Figur 6.6 Vannknapphet gjennom livsløpet for 4 margarinprodukter og smør

Figur 6.6 viser vannknapphet (AWARE) og det ses at Olivero har et høyt vannforbruk. Årsaken til at vannforbruket her gir så stort utslag er at AWARE metoden veker vann i Spania (77,7 m3 deprivation) mye høyere enn vann i f. eks. Norge (0,634 m3 deprivation). De andre margarinproduktene har mellom 16-80% av vannforbruket for smør.



Figur 6.7 Fossile energiresurser gjennom livsløpet for 4 margarinprodukter og smør

Figur 6.7 viser fossile energiresurser og det ses at margarinproduktene utgjør mellom 71-106% av fossilt energibruk for smør. Vita myk har høyest fossilt energibruk, i hovedsak knyttet til produksjon av solsikkeolje. Også produksjon av emballasje utgjør en vesentlig del av det fossile energibruket, her er det især flasken for Melange flytende som har høyest bidrag, men også emballasje for smør fordi produktvekt per enhet er lavere og dermed blir det mer emballasje pr kg produkt.

Tabell 6.1 viser relative miljøpåvirkninger for de 4 margarinproduktene sammenlignet med smør, hvor smør er satt til 100% for hver miljøpåvirkningskategori. Resultatene fra tabellen i beskrevet i teksten over sammen med figurene for hver miljøpåvirkningskategori.

Tabell 6.1 Relative miljøpåvirkninger for margarin og smør pr kg produkt (smør 100% for hver kategori)

	Global klima- endring totalt	Uorganiske partikler	Forsuring	Over- gjødsling ferskt vann	Over- gjødsling marint	Over- gjødsling terrestrisk	Arealbruk jordkvalitets- indeks	Vann- knapphet	Fossile energi- ressurser
Enhet	kg CO2 ekv	disease inc.	mol H+ ekv	kg P ekv	kg N ekv	mol N ekv	Pt	m3 depriv.	MJ
Melange flytende	24 %	33 %	30 %	44 %	195 %	30 %	43 %	16 %	103 %
Olivero, beger	29 %	33 %	32 %	42 %	98 %	30 %	60 %	464 %	89 %
Soft Flora, beger	17 %	23 %	20 %	32 %	133 %	20 %	30 %	64 %	71 %
Vita myk, beger	24 %	54 %	21 %	30 %	126 %	19 %	58 %	80 %	106 %
Smør	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Tabell 6.2 viser relative miljøpåvirkninger for de 4 margarinproduktene sammenlignet med smør pr kg fett, hvor smør er satt til 100% for hver miljøpåvirkningskategori. Resultatene fra tabellen i beskrevet i 7.

Tabell 6.2 Relative miljøpåvirkninger for margarin og smør pr kg fett (smør 100% for hver kategori)

	Global klima- endring totalt	Uorganiske partikler	Forsuring	Over- gjødsling ferskt vann	Over- gjødsling marint	Over- gjødsling terrestrisk	Arealbruk Jordkvalitets- indeks	Vann- knapphet	Fossile energi- ressurser
Enhet	kg CO2 ekv	disease inc.	mol H+ ekv	kg P ekv	kg N ekv	mol N ekv	Pt	m3 depriv.	MJ
Melange flytende	24 %	34 %	31 %	45 %	200 %	30 %	44 %	16 %	105 %
Olivero, beger	40 %	45 %	43 %	58 %	134 %	41 %	82 %	634 %	121 %
Soft Flora, beger	24 %	31 %	28 %	44 %	182 %	27 %	42 %	88 %	97 %
Vita myk, beger	33 %	74 %	29 %	41 %	173 %	26 %	80 %	109 %	145 %
Smør	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

6.2 Melange gjennom livsløpet

Tabell 6.3 Miljøpåvirkninger for 1 kg melange

		Global klima- endring totalt	Global klima- endring LUC og LU	Uorganiske partikler	Forsuring	Over- gjødsling ferskt vann	Over- gjødsling marint	Over- gjødsling terrestrisk	Arealbruk jordkvalitets- indeks	Vann- knapphet (AWARE)	Fossile energi- ressurser
Enhet		kg CO2 ekv	kg CO2 ekv	disease inc.	mol H+ ekv	kg P ekv	kg N ekv	mol N ekv	Pt	m3 depriv.	MJ
Råvarer	Rapsolje	1,78	0,07	2,88E-07	3,87E-02	5,28E-04	3,09E-02	0,168	287,52	0,08	12,86
	Fullherdet rapsolje	0,05	0,00	7,41E-09	9,97E-04	1,36E-05	7,95E-04	0,004	7,41	0,00	0,33
	Vann	0,00	0,00	9,66E-13	1,44E-07	1,35E-08	2,05E-08	0,000	0,00	0,00	0,00
	Skummet melk	0,04	0,00	4,71E-09	6,70E-04	6,61E-06	7,38E-05	0,003	2,62	0,01	0,06
	Salt	0,00	0,00	3,03E-11	3,95E-06	4,87E-08	1,25E-06	0,000	0,00	0,00	0,01
	Råvarer under 1 vekt%	0,01	0,01	2,50E-10	2,72E-05	4,41E-06	4,07E-05	0,000	0,58	0,00	0,04
Sum råvarer		1,88	0,08	3,00E-07	4,04E-02	5,53E-04	3,18E-02	0,176	298,14	0,09	13,29
Emballasje		0,28	0,00	1,06E-08	1,19E-03	9,73E-05	2,37E-04	0,002	4,08	0,18	7,87
Transport av råvarer og emballasje		0,03	0,00	4,48E-09	3,33E-04	2,71E-06	1,01E-04	0,001	0,47	0,00	0,41
Produksjon margarin		0,05	0,00	9,59E-10	1,58E-04	6,72E-06	2,16E-05	0,000	0,12	0,01	0,67
Distribusjon		0,07	0,00	4,53E-09	2,11E-04	6,25E-06	4,19E-05	0,000	0,75	0,00	1,08
Forbruksfasen		0,01	0,00	4,09E-10	4,41E-05	3,22E-06	8,01E-06	0,000	0,05	0,00	0,11
Avhending av forbrukeremballasje		0,14	0,00	6,40E-10	6,32E-05	1,13E-06	2,44E-05	0,000	0,09	0,00	0,13
Sum livsløp		2,46	0,08	3,22E-07	4,24E-02	6,70E-04	3,22E-02	0,180	303,70	0,29	23,55

6.3 Olivero gjennom livsløpet

Tabell 6.4 Miljøpåvirkninger for 1 kg Olivero

		Global klima- endring totalt	Global klima- endring LUC og LU	Uorganiske partikler	Forsuring	Over- gjødsling ferskt vann	Over- gjødsling marint	Over- gjødsling terrestrisk	Arealbruk jordkvalitets- indeks	Vann- knapphet (AWARE)	Fossile energi- ressurser
Enhet		kg CO2 ekv	kg CO2 ekv	disease inc.	mol H+ ekv	kg P ekv	kg N ekv	mol N ekv	Pt	m3 depriv.	MJ
Råvarer	Rapsolje	0,31	0,01	6,07E-08	8,30E-03	1,07E-04	6,02E-03	0,04	43,38	0,01	2,07
	Herdis HS	0,11	0,02	7,94E-09	7,62E-04	3,62E-05	6,24E-04	0,00	5,45	0,22	0,56
	Solsikkeolje	0,19	0,03	1,80E-08	2,14E-03	3,83E-05	1,61E-03	0,01	28,43	0,03	1,35
	Olivenolje	0,17	-0,41	6,50E-08	1,01E-02	1,57E-04	4,84E-03	0,04	161,20	6,88	5,40
	Smørølje	1,76	0,05	1,98E-07	2,88E-02	2,85E-04	3,12E-03	0,13	103,46	0,16	2,87
	Vann	0,00	0,00	2,25E-12	3,36E-07	3,16E-08	4,79E-08	0,00	0,00	0,00	0,00
	Kokos HS	0,08	0,06	1,32E-08	1,25E-03	3,46E-05	1,40E-03	0,00	12,39	0,69	0,64
	Skummet melk	0,04	0,00	4,71E-09	6,70E-04	6,61E-06	7,38E-05	0,00	2,62	0,01	0,06
	Salt	0,00	0,00	3,03E-11	3,95E-06	4,87E-08	1,25E-06	0,00	0,00	0,00	0,01
	Råvarer under 1 vekt%	0,02	0,01	5,75E-10	4,80E-05	2,88E-06	3,61E-05	0,00	0,39	0,00	0,09
Sum råvarer		2,67	-0,24	3,68E-07	5,21E-02	6,68E-04	1,77E-02	0,22	357,33	8,00	13,05
Emballasje		0,15	0,00	7,50E-09	6,83E-04	3,84E-05	1,41E-04	0,00	2,74	0,15	3,89
Transport av råvarer og emballasje		0,04	0,00	5,39E-09	1,65E-04	4,30E-06	5,88E-05	0,00	0,89	0,00	0,56
Produksjon margarin		0,05	0,00	9,59E-10	1,58E-04	6,72E-06	2,16E-05	0,00	0,12	0,01	0,67
Distribusjon		0,07	0,00	4,53E-09	2,11E-04	6,25E-06	4,19E-05	0,00	0,75	0,00	1,08
Forbruksfasen		0,01	0,00	4,09E-10	4,41E-05	3,22E-06	8,01E-06	0,00	0,05	0,00	0,11
Avhending av forbrukeremballasje		0,04	0,00	5,24E-10	4,08E-05	5,48E-07	1,27E-05	0,00	0,09	0,00	0,11
Sum livsløp		3,04	-0,23	3,87E-07	5,34E-02	7,27E-04	1,80E-02	0,22	361,97	8,16	19,47

6.4 Soft flora gjennom livsløpet

Tabell 6.5 Miljøpåvirkninger for 1 kg soft flora

		Global klima- endring totalt	Global klima- endring LUC og LU	Uorganiske partikler	Forsuring	Over- gjødsling ferskt vann	Over- gjødsling marint	Over- gjødsling terrestrisk	Arealbruk jordkvalitets- indeks	Vann- knapphet (AWARE)	Fossile energi- ressurser
Enhet		kg CO2 ekv	kg CO2 ekv	disease inc.	mol H+ ekv	kg P ekv	kg N ekv	mol N ekv	Pt	m3 depriv.	MJ
Råvarer	Rapsolje	1,14	0,04	2,21E-07	3,03E-02	3,91E-04	2,20E-02	0,13	158,30	0,05	7,55
	Herdis HS	0,18	0,03	1,33E-08	1,28E-03	6,06E-05	1,04E-03	0,00	9,12	0,36	0,94
	Raffinert kokos HS	0,06	0,05	1,04E-08	9,90E-04	2,75E-05	1,11E-03	0,00	9,84	0,55	0,51
	Vann	0,00	0,00	2,25E-12	3,36E-07	3,16E-08	4,79E-08	0,00	0,00	0,00	0,00
	Skummet melk	0,04	0,00	4,71E-09	6,70E-04	6,61E-06	7,38E-05	0,00	2,62	0,01	0,06
	Salt	0,00	0,00	3,03E-11	3,95E-06	4,87E-08	1,25E-06	0,00	0,00	0,00	0,01
	Råvarer under 1 vekt%	0,02	0,01	6,90E-10	5,97E-05	5,68E-06	6,88E-05	0,00	0,88	0,00	0,10
Sum råvarer		1,44	0,13	2,51E-07	3,33E-02	4,92E-04	2,43E-02	0,14	180,77	0,97	9,17
Emballasje		0,15	0,00	7,50E-09	6,83E-04	3,84E-05	1,41E-04	0,00	2,74	0,15	3,89
Transport av råvarer og emballasje		0,03	0,00	4,34E-09	1,34E-04	3,46E-06	4,76E-05	0,00	0,72	0,00	0,45
Produksjon margarin		0,05	0,00	9,59E-10	1,58E-04	6,72E-06	2,16E-05	0,00	0,12	0,01	0,67
Distribusjon		0,07	0,00	4,53E-09	2,11E-04	6,25E-06	4,19E-05	0,00	0,75	0,00	1,08
Forbruksfasen		0,01	0,00	4,09E-10	4,41E-05	3,22E-06	8,01E-06	0,00	0,05	0,00	0,11
Avhending av forbrukeremballasje		0,04	0,00	5,24E-10	4,08E-05	5,48E-07	1,27E-05	0,00	0,09	0,00	0,11
Sum livsløp		1,80	0,13	2,69E-07	3,46E-02	5,50E-04	2,45E-02	0,15	185,23	1,13	15,48

6.5 Vita myk gjennom livsløpet

Tabell 6.6 Miljøpåvirkninger for 1 kg Vita myk

		Global klima- endring totalt	Global klima- endring LUC og LU	Uorganiske partikler	Forsuring	Over- gjødsling ferskt vann	Over- gjødsling marint	Over- gjødsling terrestrisk	Arealbruk jordkvalitets- indeks	Vann- knapphet (AWARE)	Fossile energi- ressurser
Enhet		kg CO2 ekv	kg CO2 ekv	disease inc.	mol H+ ekv	kg P ekv	kg N ekv	mol N ekv	Pt	m3 depriv.	MJ
Råvarer	Rapsolje	0,55	0,02	1,06E-07	1,45E-02	1,88E-04	1,05E-02	0,06	75,97	0,02	3,62
	Solsikkeolje	1,27	0,19	1,41E-07	1,49E-02	1,93E-04	9,63E-03	0,05	179,54	0,46	9,82
	Vita HS	0,27	0,06	4,02E-07	4,57E-03	6,33E-05	2,76E-03	0,02	99,81	0,73	3,54
	Vann	0,00	0,00	2,29E-12	3,41E-07	3,20E-08	4,85E-08	0,00	0,00	0,00	0,00
	Skummet melk	0,04	0,00	1,55E-10	7,19E-06	9,54E-08	2,17E-06	0,00	0,24	0,00	0,00
	Salt	0,00	0,00	2,42E-11	3,16E-06	3,90E-08	1,00E-06	0,00	0,00	0,00	0,00
	Råvarer under 1 vekt%	0,02	0,01	6,53E-10	5,60E-05	4,80E-06	5,80E-05	0,00	0,72	0,00	0,10
Sum råvarer		2,15	0,28	6,50E-07	3,40E-02	4,49E-04	2,30E-02	0,13	356,28	1,22	17,09
Emballasje		0,17	0,00	8,11E-09	7,39E-04	4,15E-05	1,52E-04	0,00	2,96	0,16	4,20
Transport av råvarer og emballasje		0,04	0,00	5,39E-09	1,65E-04	4,30E-06	5,88E-05	0,00	0,89	0,00	0,56
Produksjon margarin		0,05	0,00	9,59E-10	1,58E-04	6,72E-06	2,16E-05	0,00	0,12	0,01	0,67
Distribusjon		0,07	0,00	4,53E-09	2,11E-04	6,25E-06	4,19E-05	0,00	0,75	0,00	1,08
Forbruksfasen		0,01	0,00	4,09E-10	4,41E-05	3,22E-06	8,01E-06	0,00	0,05	0,00	0,11
Avhending av forbrukeremballasje		0,04	0,00	5,24E-10	4,08E-05	5,48E-07	1,27E-05	0,00	0,09	0,00	0,11
Sum livsløp		2,53	0,28	6,70E-07	3,54E-02	5,11E-04	2,33E-02	0,14	361,14	1,40	23,83

6.6 Smør gjennom livsløpet

Tabell 6.7 Miljøpåvirkninger for 1 kg smør

	Global klima- endring totalt	Global klima- endring LUC og LU	Uorganiske partikler	Forsuring	Over- gjødsling ferskt vann	Over- gjødsling marint	Over- gjødsling terrestrisk	Arealbruk jordkvalitets- indeks	Vann- knapphet (AWARE)	Fossile energi- ressurser
Enhet	kg CO2 ekv	kg CO2 ekv	disease inc.	mol H+ ekv	kg P ekv	kg N ekv	mol N ekv	Pt	m3 depriv.	MJ
Sum råvarer	10,02	0,28	1,15E-06	1,67E-01	1,64E-03	1,81E-02	0,74	602,07	1,51	13,72
Emballasje	0,24	0,00	1,2E-08	1,09E-03	6,15E-05	2,25E-04	0,00	4,38	0,23	6,22
Transport av råvarer og emballasje	0,01	0,00	6,99E-10	4,10E-05	7,36E-07	1,23E-05	0,00	0,10	0,00	0,15
Produksjon margarin	0,04	0,00	4,06E-10	6,17E-05	3,31E-06	1,27E-05	0,00	0,06	-0,59	0,54
Distribusjon	0,07	0,00	4,53E-09	2,11E-04	6,25E-06	4,19E-05	0,00	0,75	0,00	1,08
Forbruksfasen	0,01	0,00	4,09E-10	4,41E-05	3,22E-06	8,01E-06	0,00	0,05	0,00	0,11
Avhending av forbrukeremballasje	0,04	0,00	5,24E-10	4,08E-05	5,48E-07	1,27E-05	0,00	0,09	0,00	0,11
Sum livsløp	10,44	0,28	1,16E-06	1,69E-01	1,70E-03	1,83E-02	0,74	605,86	1,07	19,60

7 Følsomhetsanalyse og diskusjon

I denne studien er det gjort en grundig vurdering av database og litteraturdata for råvarer til de 4 margarin produktene. Det er en del variasjon mellom ulike databaser, især når det gjelder LUC (Land Use Change).

LUC er relevant for kokosolje og soyalecitin, men sistnevnte inngår med mindre enn 1 vekt% i margarinproduktene. Følsomhetsanalysen skal derfor gjøres for kokosolje. Som beskrevet i 5.1.5 er det overveiende sannsynlig at det ikke er knyttet avskoging av regnskog til kokosolje fra Indonesia. LUC er likevel inkludert i databaseprosessen for kokosolje fra Indonesia. Tabell 7.1 viser resultatene for global klimaendring totalt, hvis databaseprosesser som inkluderer LUC brukes istedenfor det som ligger til grunn i forutsetningene. Det ses av tabellen at LUC for Indonesia kun endrer resultatene i liten grad. Størst endring er det for soft Flora (3% økning), da dette produktet inneholder mest kokosolje fra Indonesia. For Melange flytende og smør er det ingen endring, da kokosolje ikke inngår i disse produktene.

Tabell 7.1 Følsomhetsanalyse av land use change (LUC) for kokosolje i Indonesia

	Kokos uten LUC Indonesia (basisforutsetning)	Kokos inkl. LUC Indonesia (følsomhetsanalyse)	Endring i %
Melange flytende	2,46	2,46	0 %
Olivero, beger	3,04	3,10	2 %
Soft Flora, beger	1,80	1,86	3 %
Vita myk, beger	2,53	2,56	1 %
Smør	10,35	10,35	0 %

Det er også en viss variasjon i litteraturdata for klimafotavtrykket for melk. For å vurdere hvor stor innflytelse det har på resultatene i denne studien er det gjort en analyse med det laveste klimafotavtrykk fra litteratur i Norge, se avsnitt 5.1.7. Hvor mye dette påvirker produktenes totale klimafotavtrykk avhenger av hvor stor andel melkeprodukt som inngår. Tabell 7.2 viser at hvis det laveste klimafotavtrykk på 1,05 kg CO₂/ FPCM brukes vil Olivero bli redusert mest (15%) av de 4 margarinproduktene, da dette produktet inneholder både smørrolje og skummet melk. Klimafotavtrykket for smør vil bli redusert med 25%, hvilket betyr at differansen mellom margarinproduktene og smør blir mindre, men det er fortsatt en klar konklusjon om at klimafotavtrykket for margarin er lavere (30-40%) enn klimafottrykket for smør.

Tabell 7.2 Følsomhetsanalyse av klimafotavtrykk for melk

	Melk 1,42 CO ₂ ekv. (basisforutsetning)	Melk 1,05 CO ₂ ekv. (følsomhetsanalyse)	Endring i %
Melange flytende	2,46	2,45	-0,4 %
Olivero, beger	3,04	2,59	-15 %
Soft Flora, beger	1,80	1,79	-1 %
Vita myk, beger	2,53	2,52	-0,4 %
Smør	10,35	7,77	-25 %

Som nevnt i kapitel 2 er det også gjort en følsomhetsanalyse av fettinnhold ved å beregne miljøpåvirkningene per kg fett. Tabell 6.2. Tabellen viser de relative resultatene for de 4 margarinproduktene sammenlignet med smør. Resultatene viser at den relative forskjellen mellom meierismør og Melange er stort sett uendret da disse produktene har tilnærmet likt fettinnhold, henholdsvis 82% og 80%. For de øvrige produktene Olivero, Soft flora og Vita myk er den relative forskjellen noe endret, men rangeringen mellom smør og de øvrige produktene endres ikke med unntak for vannknapphet og fossile energiresurser. Disse to miljøpåvirkningskategorier ga i basisforutsetningen ikke en klar forskjell mellom margarinproduktene og smør. Derfor konkluderes det med at selv om sammenligning basert på fettinnhold gir en viss endring i de relative forskjellene mellom produktene, så endres ikke konklusjonen fra basisforutsetningen hvor det sammenlignes pr kg produkt.

Ulike allokeringsmetoder har blitt brukt i denne livsløpsanalyse. Valg av allokeringsmetode er basert på anbefalinger i PEFCR for melkeprodukter (European Dairy Association, 2018) og fôr (FEFAC, 2018). Allokering mellom melk og kjøtt er basert på biofysiske prinsipper og denne metoden er internasjonalt akseptert. Det er derfor ikke nødvendig å utføre en sensitivitetsanalyse av en annen allokeringsmetode. Allokeringsmetoden for meieri og produksjon i Mills er allokert på grunnlag av tørrstoffinnholdet i produktene. Denne allokeringen er av mindre betydning for resultatene siden produksjonen utgjør en lav andel av den totale miljøpåvirkning. For råvarer til fôr- og planteproduksjon er økonomisk allokering brukt til co-produkter på gården (eks rapsolje og rapsmel) og følger PEFCR for fôr. Denne allokeringsmetoden motiveres med at verdien og bruken av co-produkter kan være veldig forskjellige.

Resultatene fra denne livsløpsanalysen stemmer godt overens med resultater fra andre tilsvarende analyser. LCA analysen av margarin fra Liao et al (2020), har brukt karakteriseringsmetoden European ILCD 2011 Midpoint+ v 1,08 og i tillegg arealbruk, vannforbruk og vannknapphet. Resultatene for det nordiske markedet viser at plantebasert margarin har i klimafotavtrykk på ca 3 kg CO₂ ekv og smør i underkant av 10 kg CO₂ ekv. Vannknapphet for plantebasert margarin er fra 0-2 m³, noe som også er i tråd med denne studien, med unntak for Olivero, som har et høyt vannfotavtrykk fra olivenolje.

De øvrige miljøkategoriene i artikkelen er ikke sammenlignbare med resultatene i denne studien da det er brukt andre karakteriseringsfaktorer.

8 Konklusjon

Det er gjennomført en livsløpsanalyse fra vugge til grav for margarinproduktene Melange flytende, Olivero, Soft flora og Vita myk. Disse produktene er sammenlignet med smør.

Det er inkludert 9 miljøpåvirkningskategorier i studien.

- Sammenlignet med smør viser resultatene at alle margarinproduktene har lavere miljøpåvirkning enn smør for global klimaendring (17-29%), uorganiske partikler (23-55%), forsuring (21-32%), overgjødning ferskvann (30-45%) og terrestrisk (19-30%) og arealbruk jordkvalitetsindeks (31-60%).
- For overgjødning marint er utslippene fra margarinproduktene på samme nivå som smør eller høyere. For vannknapphet er tre av margarinproduktene lavere enn smør, men for Olivero er det en høy belastning pga. olivenolje. For margarinproduktene er bruk av fossile energiressurser lavere eller litt høyere (71-106%) enn smør.

For alle miljøpåvirkningskategoriene er det råvarene som bidrar til den absolutt største delen av miljøpåvirkningene (54-90%). For Melange flytende utgjør emballasje 11% av klimagassutslippene gjennom livsløpet, som er høyere enn for begerproduktene.

For å sjekke om resultatene er robuste er det gjennomført følsomhetsanalyser for LUC (Land Use Change), klimafotavtrykket for melk og fettinnholdet i margarinproduktene og smør.

- Følsomhetsanalysen av LUC for kokosolje viser at resultatene påvirkes i liten grad av antakelsen om at LUC ikke inkluderes for Indonesia. LUC gir størst endring for soft Flora (3% økning), da dette produktet inneholder mest kokosolje fra Indonesia.
- Følsomhetsanalysen av klimafotavtrykket for melk viser også at konklusjonen fra denne livsløpsanalysen er robust. Differansen mellom margarinproduktene og smør blir mindre når det brukes et lavere klimafotavtrykk for melk, men det er fortsatt en klar konklusjon at klimafotavtrykket for margarin er lavere (30-40%) enn klimafottrykket for smør.
- Følsomhetsanalysen basert på fettinnhold er gjennomført ved å beregne miljøpåvirkningene per kg fett. Resultatene viser at den relative forskjellen mellom meierismør og Melange er stort sett uendret da disse produktene har tilnærmet likt fettinnhold, henholdsvis 82% og 80%. For de øvrige produktene Olivero, Soft flora og Vita myk endres den relative forskjellen sammenlignet med smør i mindre grad, men konklusjonen fra basisforutsetningen hvor det sammenlignes pr kg produkt er uendret.

Livsløpsanalysen er sammenlignet med en tilsvarende internasjonal livsløpsstudie av margarin og smør (Liao et al, 2020), og resultatene derfra er i tråd med denne studien.

9 Referanser

- Avraamides, M. and D. Fatta (2008). "Resource consumption and emissions from olive oil production: a life cycle inventory case study in Cyprus." *Journal of Cleaner Production* 16(7): 809-821.
- Beck, T., Bos, U., Wittstock, B., Baitz, M., Fischer, M., Sedlbauer, K. 2010. LANCA® Land Use Indicator Value Calculation in Life Cycle Assessment – Method Report. Potted and amended version. Fraunhofer Institute for Building Physics, Echterdingen.
- Blonk Consultants (2017a). Agri-footprint 4.0. Part 1 - Methodology and basic principles - Version 4.0. Gouda, Netherlands, Blonk Consultants.
- Blonk Consultants (2017b). Agri-footprint 4.0. Part 2 - Description of data - Version 4.0. Gouda, Netherlands, Blonk Consultants.
- Bonesmo, H., K. A. Beauchemin, O. M. Harstad and A. O. Skjelvåg (2013). "Greenhouse gas emission intensities of grass silage based dairy and beef production: A systems analysis of Norwegian farms." *Livestock Science* 152(2-3): 239-252.
- Boulay A.M., Bare J., Benini L., Berger M., Lathuillière M.J., Manzardo A., Margni M., Motoshita M., Núñez M., Pastor A.V., Ridoutt B., Oki T., Worbe S., Pfister S. (2018). The WULCA consensus characterization model for water scarcity footprints: Assessing impacts of water consumption based on available water remaining (AWARE). *Int J LCA* 23(2):368–378
- Espadas-Aldana, G., C. Vialle, J.-P. Belaud, C. Vaca-Garcia and C. Sablayrolles (2019). "Analysis and trends for Life Cycle Assessment of olive oil production." *Sustainable Production and Consumption* 19: 216-230.
- European Dairy Association (2018). Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for Dairy Products. European Commission. https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/PEFCR-DairyProducts_2018-04-25_V1.pdf
- Fantke, P., Evans, J., Hodas, N., Apte, J., Jantunen, M., Jolliet, O., McKone, T.E. (2016). Health impacts of fine particulate matter. In: Frischknecht, R., Jolliet, O. (Eds.), *Global Guidance for Life Cycle Impact Assessment Indicators: Volume 1*. UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, Paris, pp. 76-99 (available at: www.lifecycleinitiative.org/applying-lca/lcia-cf/, accessed January 2017).
- FAO (2018). <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Besøkt 31.08 2020
- Fazio, S., V. Castellani, S. Sala, E. M. Schau, M. Secci, L. Zampori and E. Diaconu (2018). Supporting information to the characterisation factors of recommended EF Life Cycle Impact Assessment method. New models and differences with ILCD. Available at: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC109369>. Ispra, European Commission, JRC.
- FEFAC (2018). PEFCR Feed for Food Producing Animals. First public version (v4.1). Available at: https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/PEFCR_OEFSR_en.htm, European Feed Manufacturer's Federation.
- Glew, David, and Peter N. Lovett (2014). "Life Cycle Analysis of Shea Butter Use in Cosmetics: From Parklands to Product, Low Carbon Opportunities." *Journal of Cleaner Production* 68 (2014/04/01/ 2014): 73-80. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.085>. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652614000237>

Global Forest Watch (2020) <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/IDN/>, besøkt 31.08 2020.

Grønt punkt Norge. (2020). <https://www.grontpunkt.no/om-oss/fakta-og-tall> besøkt 02.02.2020.

Guinée, J.B. (Ed.), Gorée, M., Heijungs, R., Huppes, G., Kleijn, R., de Koning, A., Van Oers, L., Wegener Sleeswijk, A., Suh, S., Udo de Haes, H.A, De Bruijn, J.A., Van Duin R., Huijbregts, M.A.J. (2002). Handbook on Life Cycle Assessment: Operational Guide to the ISO Standards. Series: Eco-efficiency in industry and science. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht (Hardbound, ISBN 1-4020-0228-9; Paperback, ISBN 1-4020-0557-1).

Huijbregts, M. A. J., Z. J. N. Steinmann, P. M. F. Elshout, G. Stam, F. Verones, M. Vieira, M. Zipp, A. Hollander and R. van Zelm (2017). "ReCiPe2016: a harmonised life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level." The International Journal of Life Cycle Assessment 22(2): 138-147.

IPCC (2006). Chapter 8: Reporting Guidance And Tables (corrected in June 2010) IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the Japan, IGES

IPCC (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Basis, IPCC Working Group, Contribution to AR5 (the Fifth Assessment Report)ISO (2006).

ISCC (2016). ISCC 205 Greenhouse Gas Emissions. https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2017/02/ISCC_205_GHG_Emissions_3.0.pdf

ISO (2006)a. ISO 14025 Environmental labels and declarations. Type III environmental declarations. Principles and procedures. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

ISO (2006)b. 14040 Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework. Geneva, Switzerland, International Organization for Standardization.

ISO (2006)c. ISO 14044 Environmental management – Life Cycle Assessment – requirements and guidelines, International Organization for Standardization

Koch, P. and T. Salou (2016). AGRIBALYSE®: Rapport Méthodologique – Version 1.3. November 2016. France: 332.

Koesling, M. and H. Steinshamn (2020). Huge variation of environmental performance on dairy farms in Central Norway. 12th international conference on Life Cycle Assessment of Food, Berlin LCA Food 2020.

Liao, X., M. J. W. Gerichhausen, X. Bengoa, G. Rigarlsford, R. H. Beverloo, Y. Bruggeman and V. Rossi (2020). "Large-scale regionalised LCA shows that plant-based fat spreads have a lower climate, land occupation and water scarcity impact than dairy butter." The International Journal of Life Cycle Assessment 25(6): 1043-1058.

Lovdata (2018): Forskrift om endringer i produktforskriften (økt omsetningskrav for biodrivstoff mv. fra januar 2019 og januar 2020). <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2018-05-03-672>. Sist besøkt: 28.12.2020

Lovett, P.N. (2010). Sourcing shea butter in 2010: a sustainability check. In: Global Ingredients & Formulations Guide 2010, the Green Book of Cosmetics. Verlag fuer chemische Industrie, Germany, pp. 62e68.

Matvaretabellen (2020). <https://www.matvaretabellen.no/>. Besøkt 10.08 2020.

Mogensen, Lisbeth, Marie Trydeman Knudsen, Teodora Dorca-Preda, Nicolaj Ingemann Nielsen, Ib Sillebak Kristensen, and Troels Kristensen. Bæredygtighedsparametre for Konventionelle Fodermidler Til Kvæg - Metode Og Tabelværdier. DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, (DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, 2018).
<https://dcapub.au.dk/djfpublikation/djfpdf/DCArapport116.pdf>

Moreno Ruiz, E., L. Valsasina, D. Fitzgerald, F. Brunner, C. Vadenbo, C. Bauer, G. Bourgault, A. Symeonidis and G. Wernet (2017). Documentation of changes implemented in the ecoinvent database v.3.4. Zürich, Switzerland, Ecoinvent

Møller, H., Samsonstuen, S., (2020). Foreløpige LCA-resultater for melk, baseline 2017. Upubliserte data, juni 2020.

Navarro, A., R. Puig, E. Martí, A. Bala and P. Fullana-i-Palmer (2018). "Tackling the Relevance of Packaging in Life Cycle Assessment of Virgin Olive Oil and the Environmental Consequences of Regulation." Environmental Management 62(2): 277-294.

PCR (2019a). PCR 2013:18. Yoghurt, butter and cheese, product category classification: UN CPC 2223, 2224, 2225. Version 2.11 2019-09-06. The International EPD® System.

PCR (2019b). PCR 2014:09 Vegetable juice, plant milk, plant milk based products, and other prepared and preserved vegetables, pulses and potatoes product category classification: UN CPC 2132, 2139, The International EPD® System.

Posch, M., Seppälä, J., Hettelingh, J.P., Johansson, M., Margni M., Jolliet, O. (2008). The role of atmospheric dispersion models and ecosystem sensitivity in the determination of characterisation factors for acidifying and eutrophying emissions in LCIA. Int J LCA (13)pp.477–486

ProTerra (2020). <https://www.proterrafoundation.org/project/updates-on-carbon-footprint-calculation> Besøkt 28.08 2020.

Roer, A.-G., A. Johansen, A. K. Bakken, K. Daugstad, G. Fystro and A. H. Strømman (2013). "Environmental impacts of combined milk and meat production in Norway according to a life cycle assessment with expanded system boundaries." Livestock Science 155(2-3): 384-396.

Samsonstuen, S., H. Møller and H. F. Olsen (2020). Alteration of domestic milk and beef supply from dual-purposed cattle –a life cycle perspective. EAAP Virtual Meeting 2020, EAAP.

Saxegård, S. and Johnsen, F. M. (2018) LCA av skipstransport Kina – Norge og Europa – Norge Klimagassutslipp og energiforbruk. OR.27.18 ISBN-nr.: 978-82-7520-786-7.

Saxegård, S. and Vold, M. (2017). Miljøvurdering av tre- og plastpaller distribuert av Norsk Lastbærer Pool. En sammenligningsstudie av tre- og plastpaller. Ostfold Research OR 05.17.

Seppälä, J., Posch, M., Johansson, M., Hettelingh, J.P. (2006). Country-dependent Characterisation Factors for Acidification and Terrestrial Eutrophication Based on Accumulated Exceedance as an Impact Category Indicator. . Int J LCA 11(6): 403-416.

ReCiPe 2008.A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. Report I: Characterisation factors, first edition.

Tellnes, L. G. and S. Saxegård (2018). Transport, energy, electricity and waste treatment. Closed report. E.-d. t. LCA.no. Norway, Ostfold Research.

Van Oers L., de Koning A., Guinee J.B., Huppes G. (2002). Abiotic Resource Depletion in LCA. Road and Hydraulic Engineering Institute, Ministry of Transport and Water, Amsterdam

Vedlegg 4 Global klimaendring uten tilbakekoblings-mekanisme

I denne rapporten er det fulgt EF-metoden som bruker karakteriseringsfaktorer med tilbakekoblingsmekanisme (karbon feedback). I mange LCA studier beregnes resultater for global klimaendring uten tilbakekoblingsmekanisme og derfor er det i tabell 9.2 vist resultater for dette. Karakteriseringsfaktorene uten tilbakekoblingsmekanisme er lavere, se tabell 9.1, og dermed vil også resultatene være lavere.

Tabell A.3 Karakteriseringsfaktorer kg CO₂ ekv./kg for global klimaendring for noen utvalgte klimagasser

Utslipp	Kjemisk formel	Omregningsfaktor GWP100	
		Inkl. karbon feedback ¹⁰	uten karbon feedback
Karbondioksid	CO ₂	1	1
Karbondioksid, biogent	CO ₂	0	0
Karbondioksid, land transformasjon	CO ₂	1	1
Karbondioksid, biomasse	CO ₂	-1	-1
Metan	CH ₄	36,8	27,75
Metan, biogent	CH ₄	34	30,5
Lystgass (dinitrogen monoksid)	N ₂ O	298	265

Tabell A.4 Global klimaendring med og uten karbon feedback for margarinproduktene og smør

	Inkl. karbon feedback (anvendt i rapport)	Uten karbon feedback
Melange flytende	2,46	2,33
Olivero, beger	3,04	2,72
Soft Flora, beger	1,80	1,71
Vita myk, beger	2,53	2,42
Smør	10,35	9,07

¹⁰ The “climate–carbon feedback” refers to the effect that a changing climate has on the carbon cycle, which impacts atmospheric CO₂, which in turn changes further the climate. In concrete terms: when CO₂ is emitted, the atmospheric CO₂ pool increases. A fraction of this excess atmospheric CO₂ is taken up by the ocean and the terrestrial biosphere (the “carbon sinks”), but as long as a part of the excess CO₂ stays in the atmosphere, it warms the climate. In turn, this warming climate slows down the uptake of the atmospheric CO₂ by the sinks. This slowing-down constitutes a positive feedback – i.e. a warming climate is warmed further through the feedback. Rather than a slowing-down of the carbon sinks, it is also possible to view the feedback as a reduction of the carbon sinks uptake efficiency.

Vedlegg 5



Norsk institutt for
bærekraftsforskning