



Livsløpsdata for AS Sementvare sine sementer

Ola Normann

01.11.12

1. Innledning

Denne rapporten er bestilt av:	AS Sementvare v/Synnøve Solbakken
Analysen og rapporten er utført av:	EPD-kompaniet v/Ola Norman
Analysen ble gjennomført i tidsperioden:	Juni-oktober 2012

Denne analysen er gjennomført i henhold til krav og retningslinjer beskrevet i ISO 14044:2006, NS-EN 15804:2012 og ISO 14025:2006, samt Product Category Rules (PCR) for Cement [1]

2. Mål og omfang

2.1 Mål med studien

Motivet for å gjennomføre denne analysen er å utarbeide en miljødeklarasjon type III (EPD) i henhold til *PCR for Cement*, samt få innsikt i og kunnskap om miljøeffekter av fremstilling av sement.

Målgruppen for analysen eksternt er bedriftskunder og andre forretningsforbindelser med interesse av miljøeffekt knyttet til miljøeffekter knyttet til sement. Målgruppen internt er personer som har interesse for miljøutvikling i bedriften.

Analysen skal ikke støtte komparative utsagn som skal offentliggjøres.

2.2 Funksjonell enhet og deklarerert enhet

2.2.1 Funksjonell enhet og deklarerert enhet

Deklarert enhet (A1-A3): Produksjon av 1.000 kg Standardsement CEM I, fra råvareuttak til ferdig sement

Deklarert enhet med tillegg(A1-A4): Produksjon av 1.000 kg CEM I, fra råvareuttak til ferdig sement og transport til sentrallager i Oslo

2.2.2 Beregningsregler ved produksjon ved ulike lokasjoner

All produksjon skjer ved AS Sementvare i Storheia

2.3 Systemgrenser

2.3.1 Systemgrenser for studien

Deklarert enhet inneholder alle trinn fra råvareuttak for alle råvarer til ferdig produsert sement i hht modulene A1-A3 i figur 1. Dette er i hht kapittel 3 i *PCR for Cement*.

I tillegg beskrives transport til sentrallager i Oslo i modul A4. Dette er et avvik fra PCR men er etter vedtak i EPD-Norge der det er besluttet å inkludere transport til lager separat for å synliggjøre bidrag fra transport for både nasjonale og internasjonale produkter.

		Produktfase			Konstruksjon installasjon fase		Bruksfase						Slutfase				Gevinst og belastninger etter endt levetid		
		Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Sammenstilling	Bruk	Vedlikehold	Reperasjon	Utskiftinger	Oppussing	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling		Avfall til deponi	
		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
		X	X	X	X	MID	MID	MID	MID	MID	MID	MID	MID	MID	MID	MID	MID	MID	
Type EPD	Vugge til port	O																	
	Vugge til port med valg	O			V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	Vugge til grav	O			O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	V

Figur 1: Inkluderte livsløpsstadier

2.3.2 Scenarier for analyser utover vugge til port

Transport til sentrallager er inkludert (etter fabrikkport).

2.3.3 Antakelser om elektrisitetsproduksjon og annen relevant bakgrunnsdata

Analysen avviker fra PCR som sier at man skal bruke den elektrisitet man faktisk bruker/kjøper og at dette skal bekreftes med fakturaer for innkjøpet. Dette er ikke gjort fordi man har fulgt retningslinjer dokumentert på www.EPD-Norge.no som anbefaler bruk av et snitt på nordisk miks av produsert elektrisitet fra de siste tre dokumenterte årene 2008-2010. CO₂-faktor her er 0,205 kg CO₂ ekv/kWh el.

2.3.4 Grensekriterier

Prosesen for produksjon av sement er lineær fra mottak av råvarer til ferdig sement går ut av porten. Flyten av materialer og energi, i tillegg til de tilhørende utslipp og ressursforbruk er derfor relatert direkte til sementproduksjonen alene. Dette er i hht til kapittel 7.3 i *PCR for Cement*.

Allokering mellom produkter og co-produkter har ikke vært relevant siden det ikke produseres co-produkter i produksjonen.

For inngående materialer til produktsystemet er følgende prinsipper for allokering gjort:

- Alle produksjonsprosesser og transporter for jomfruelige råvarer, på alle trinn i verdikjeden, er allokert til sementen.
- Utslipp fra framstilling av avfallsprodukter som benyttes som energikilder på et av trinnene i verdikjeden, er allokert til det produktsystemet som genererte avfallet.
- For alle avfallsstrømmer som går til materialgjenvinning allokeres gjenvinningsprosessen til det systemet som benytter materialet i sin prosess.
- Utslipp knyttet til forbrenning av avfallsprodukter fra en produksjon er allokert til det produktsystemet som foretar forbrenningen og gjør nytte av varmen.

For sement er det også viktig å påpeke at produksjon av råmaterialer som er sekundære produkter fra annen produksjon er allokert til den opprinnelige prosessen. Dette er gjort i henhold til *PCR for Cement*, kap 7.1.5.

Dette gjelder materialer som:

- Flyveaske
- Slagg
- Jernsulfat
- Kisavbrann

I hht kapittel 7.2 i PCR er 99% av de totale innstrømmene til systemet vurdert. Det er sett bort I fra produksjon av noen råvarer og prosesser. Dette er I hht PCRen fordi de:

- a. ikke til sammen bidrar med mer enn 1% av de totale belastningene i noen av miljøkategoriene
- b. ikke representerer totalt mer enn 1% (vektprosent)

Tabell 1: Utelatte innstrømmer i analysen

Utelatt prosess	Avkortingsregel som er brukt	Kvantifisert bidrag fra prosessen ifht avkortingskriteriet
Malehjelpemiddel	>1% av total masse	0,0003 % vekt
Sprennstoff,	>1% av total masse	0,0004 % vekt
Filtermateriale,	>1% av total masse	0,001 % vekt

2.3.5 Krav til datakvalitet

- Spesifikke data er brukt for kjernemodulene (produksjonsprosessene hos AS Sementprodukter) er i hht til forbruks- og utslippsdata som er rapportert til

myndighetene for 2011. Uslipp av CO₂ fremkommer er beregnet etter metodikk beskrevet i PCR, kap.

- Også for råvaresammensetning, produktmasse og avfallsmasser, i tillegg til bruk av elektrisitet og forbrenning av energivarer, er produktspesifikke data brukt. Forbruk av råvarer og energivarer er basert på gjennomsnitt for målte i 2011
- Analysen er basert på energi- og utslippstall knyttet til den relevante tekniske utstyrsparken i fabrikkene o. Utstyrsparken er av god standard og tidsmessig standard mht til tilgjengelig teknisk utstyr.
- Generiske data er kun brukt for mindre produksjon av råvarer som bidrar med mindre enn 1% av CO₂-utslippet for sement,
- Datasettene som inngår i analysen er i hht til krav i PCR kap 7.2 om inkludering og ekskludering av materialstrømmer.

3. Livsløpsregnskap

3.1 Datainnsamlingsprosedyrer

Mengder av alle råmaterialer er kartlagt i hht forbruk til produksjon av 1 tonn sement, basert på gjennomsnittsforkret ved fabrikkene i 2011. Dette gjelder både naturlige råvarer og alternative råvare som regnes som restmaterialer fra annen produksjon.

Sprengstoff, filtermateriale, malehjelpemidler er kartlagt og viser seg å være under avkortingsgrensen på totalt 1%.

Forbruk av energiressurser i egen produksjon er kartlagt med utgangspunkt i årsforbruk for 2011 og fordelt per produsert tonn i hvert enkelt trinn der energien er brukt.

3.2 Relevante kvantitative og kvalitative beskrivelser og beregningsprosedyrer av enhetsprosesser

A1 Produksjon av råvarer

Inngående mengder av råvarer per tonn sement er beskrevet i Tabell 2.

Tabell 2: Inputmengder for å produsere 1000 kg sement

	CEM I	
Blanding i råmel (ubrent klinker)	1370 kg*	kalkstein
	13 kg	slagg
	4 kg	Kvarts
	1386 kg	Råmel
Glødetap	34%	
Blanding i sement	950 kg	Klinker
	30 kg	Kalkmel
	15 kg	Gips
	0,5 kg	Jernsulfat
Per referansestrøm	1000 kg	Sement

Andre materialer	0,01 kg	Filtermateriale
	0,003 kg	Malehjelpemiddel
	0,004 kg	Sprengstoff

*All kalkstein som tas ut knuses og benyttes enten i sement eller andre produkter

Påvirkninger knyttet til de ulike råvarene er beregnet med ulikt utgangspunkt: Kalkstein er hovedråvaren i sement. For uttak av kalkstein brukes steds spesifikke data. Produksjonsprosessen for uttak av hovedråvaren, kalkstein (98%) er beregnet ut i fra spesifikke, målte verdier for energibruk i prosessen.

Flyveaske, slag og jernsulfat er i hht til PCR ansett som sekundært materiale fra annen prosess og produksjonsprosessen er derfor allokert til den prosessen der disse oppstår.

A2 Transport

Bidrag fra transport av råvarer til fabrikk er beregnet mht lastekapasitet for kjøretøyet og lengden på transporten. De faktiske transportene er beskrevet i Tabell 3. Transport av sekundære råvarer er inkludert i studien.

Tabell 3: Inputmengder for å produsere 1000 kg sement

Råmaterial	Distanse	Enhet	Type kjøretøy	Returlast
Kalkstein	Internt på området			
Slagg	2500	Km	Båt	Ja
Kvarts	100	Km	Båt	Nei
Kalkmel	Internt på området			
Gips	6952	Km	Båt	Ja
Jernsulfat	1380	Km	Bil	Ja

A3 Produksjon av sement

Hovedprosessene ved AS Sement er uttak av kalkstein fra eget felt i tilknytning til fabrikk. Kalksteinen tilsettes korreksjonsmaterialer, som kisavbrann, kvarts, bauxitt og gips. Blandingen males og brennes ved høye temperaturer (1450 oC) til klinker. I ovnene spaltes CO₂ av fra kalkstein. Massen reduseres med 34% (glødetap).

Klinkeren finmales til sement. I maleprosessen tilsettes mindre mengder kalkstein, gips og jernsulfat, i tillegg til flyveaske i blandingssement.

I Tabell 4 - Tabell 7 er total årlig energibruk, energibruk per produsert enhet, målte utslipp og avfall generert i 2011 liste opp.

Tabell 4: Totalt årlig energibruk

	Kilde for tall	Opgitt som råvare	Beregnet mhp på 34% glødetap	AS Sementvare	AS Sementvare	Antas at hele mengden sement selges
	Produksjon i tonn	946 970	625 000	400 000	350 000	350 000
	Enhet					
El	kWh/år	2 500 000	30 000 000	5 000 000	25 000 000	5 000 000
Diesel	tonn/år	476		103		
Kull	tonn/år			41 332		
Petcoke	tonn/år			895		
Diesel	tonn/år					
Trekull	tonn/år			441		
Spillolje	tonn/år			621		
Flytende avfall	tonn/år					
Fast organisk avfall	tonn/år					
Flis	tonn/år					
FAB	tonn/år			6 711		
Plast	tonn/år			1 191		
Dyremel	tonn/år			2 219		
Bildekk				3 379		

Tabell 5: Energibruk per produsert enhet i respektiv prosess

	Brennverdier			MJ/kg produkt (i den aktuelle prosessen)				
	ref Norcem miljønytte, 2005			Bergavdelingen	Råmelsavdelingen	Ovnsavdelingen	Sementmølleri	Annet
El	3,6	MJ/kWh		0,009504	0,172800	0,045000	0,257143	0,051429
Kull	6500	kcal/kg	27,1 MJ/kg brensel			2,798745		
Petcoke	8500	kcal/kg	35,4 MJ/kg brensel			0,079251		
Diesel	10000	kcal/kg	41,7 MJ/kg brensel	0,020946		0,010730		
Trekull		kcal/kg	15,3 MJ/kg brensel			0,016868		
Spillolje	8200	kcal/kg	34,2 MJ/kg brensel			0,053048		
Flytende avfall	4000	kcal/kg	16,7 MJ/kg brensel			-		
Fast organisk avfall	3250	kcal/kg	13,5 MJ/kg brensel			-		
Flis	4350	kcal/kg	18,1 MJ/kg brensel			-		
FAB	3400	kcal/kg	14,2 MJ/kg brensel			0,237700		
Plast, bildekk	9000	kcal/kg	37,5 MJ/kg brensel			0,111665		
Dyremel	4100	kcal/kg	17,1 MJ/kg brensel			0,094777		
Bildekk			36,2 MJ/kg brensel			0,305800		
Totalt per kg i hver avdeling				0,03045	0,17280	3,75358	0,25714	0,05143

Tabell 6: Målte utslipp

	Utslipp	
Støv	30	tonn
TOC	10	tonn
HCl	5	tonn
Nox	500	tonn
Sox	150	tonn
HF	0,01	tonn
Hg	0,003	g
Dioksiner	0,008	g
CO2 totalt	350000	tonn

Tabell 7: Avfall

	Til material- gjenvinning, [tonn]	Til energi- gjenvinning [tonn]	Til biologisk behandling [tonn]	Til deponi [tonn]	Til egen forbrenning med energi- gjenvinning [tonn]	Til egen biologisk behandling [tonn]	Til egen deponering [tonn]
1111 Kjøkken- og matavfall fra stor- og småhusholdninger			0,50				
1142 Behandlet trevirke		40,00					
1221 Brunt papir					0,50		
1251 Kontorpaper					3,00		
1299 Blandet papir, papp og kartong		1,00					
1311 Klar glassemballasje					0,02		
1452 Blandede metaller	150,00						
1699 Blandet uorganisk materiale							2 000,00
1731 Ekspandert og ekstrudert plast, emballasje					0,10		
1799 Blandet plast, blandede fraksjoner (ikke emballasje)		10,00			4,00		
1899 Blandet gummiavfall					1,00		
1911 Tekstiler, lær og skinn					1,00		
[tonn/år]		150	51		9,62		

3.3 Datakilder brukt for å gjennomføre analysen

Data brukt i analysen er i stor grad basert på spesifikke data for de viktigste råvarene.

Tabell 8 lister alle råvarer, kilder for datainformasjon og datakvalitet for de enkelte data.

Tabell 8: Liste over datakilder

Nummer på submodul (jmfr fig 1 i kap 2.3)	Material / energistrøm	Databeskrivelse	Kilde	Datakvalitet (Spesifikke/ generiske)
Produksjonstrinn A1-A3				
A1 Produksjon av råvarer	Kalkstein	Produksjon, inkl. uttak og knusing	AS Sement	Stedspesifikke data
	Kvarts, bauxitt og gips	Produksjon, inkl. uttak og knusing	EcoInvent	Spesifikke databasedata
	Kisavbrann,	Sekundærmateriale fra annen prosess		Ikke inkludert (ref PCR kap 7.1.5)
A2 Transport av råvarer	Kalkstein	Uttak skjer på fabrikk, energi til internt transport er inkludert i energibruk i egen produksjon	AS Sement	
	Kvarts, bauxitt, gips kisavbrann,	Transportavstander spesifikke	Oppgitte avstander fra kunde	Stedsspesifikke data
		Utslippstall er basert på databasedata for spesifikke transportmidler.	SimaPro/EcoInvent/Østfold-forskning	Spesifikke databasedata
A3 Egen prosess	Råmellemølle, klinkerovn, sementmølle, pakking og	Målte tall for energibruk og utslipp fra alle prosessstrinnet i	AS Sement	Spesifikke data

	administrasjon	fabrikken		
Bygg- og anleggsfase A4-A5				
A4	Transport til sentrallager	Transportavstander spesifikke	Oppgitte avstander fra kunde	Stedsspesifikke data
	Utslippstall er basert på databasedata for spesifikke transportmidler.	SimaPro/EcoInvent/ Østfold-forskning	Spesifikke databasedata	
A4b	Transport til kunde	Er ikke inkludert		
A5		Er ikke inkludert		
B1-C7	Levetidsscenarioer	Er ikke inkludert		
D	Etter bruk	Er ikke inkludert		

3.4 Datavalidering

3.4.1 Vurdering av datakvalitet

Datakvaliteten på alle strømmer er yngre enn 5 år og av god kvalitet. De vesentlige strømmene (Masse 95%, GWP: 99% og Forbruk av energiresurser: 97%) knyttet til råvarer basert på stedsspesifikke data.

3.4.2 Håndtering av manglende data

Data for input i alle ledd fram til port er inkludert. Data for abiotisk ressursforbruk er ikke inkludert i studien pga mangler i bakgrunnsdata for studien.

3.4.3 Kvalitetssikringsprosedyre

Data er innsamlet på fabrikk og kontrollert i hht rapporterte data for 2011. Resultater fra analysene er kontrollert mot tidligere livsløpsanalyser og EPDer. Det er også gjort stikkprøveberegninger der det har vært avvik i forhold til tidligere versjoner.

3.5 Allokeringssprinsipper og prosedyrer

3.5.1 Dokumentasjon og argumentasjon for allokeringssprosedyrer som er anvendt

Allokering er i samsvar med PCR kap 7.1.5

Enhetlig anvendelse av allokeringssprosedyrer

Allokering er bare brukt mht til at produksjonsprosess for sekundære materialer er allokert til prosessen der materialet oppstod.

Dette er brukt er ved produksjon av:

- Flyveaske

- Slagg
- Jernsulfat
- Kisavbrann

4. Livsløpseffektvurdering

4.1 Effektvurderingsprosedyrer, kalkulasjoner og resultater fra analysen

Tabell 9 viser miljøpåvirkningene for sementen som analysert.

Tabell 9: Miljøpåvirkninger knyttet til 1000 kg CEM I fra AS Sementvare

	Enhet	Produksjon av råvarer A1	Transport av råvarer A2	Egen produksjon A3	Transport til sentrallager A4
Avfall	kg avfall	0,3	0,1	98,3	0,10
Overgjødsling	kg PO ₄ ³⁻ -ekv	0,002	0,002	0,4	0,00
Fotokjemisk oksidasjon	kg C ₂ H ₂ -ekv	0,002	0,002	0,1	1,00E-04
Nedbryting av ozon	kg CFC-11-ekv	5,46E-07	1,44E-07	1,69E-06	6,00E-08
Forsuring	kg SO ₂ -ekv	0,0	0,0	1,1	0,20
Drivhuseffekt	kg CO ₂ -ekv	1,7	1,3	847,4	25,00

4.2 Sammenheng mellom resultater fra effektvurdering og inventaranalysen

Målte og beregnede elementærutslipp og ressursforbruk er omregnet til påvirkningskategorier i hht krav i PCR, kap 10.5.

4.3 Karakteriseringsmodeller og metoder

Omregningsfaktorene er listet i vedlegg 4

4.4 Verdivalg

Resultatene fra denne effektvurderingen er relative uttrykk som ikke forutsier påvirkninger på kategoriendepunkter, overskridelse av terskelverdier, sikkerhetsmarginer eller risikoer.

5. Livsløpstolkning

5.1 Tolkning av resultatene

Resultatene viser at ved produksjon av CEM I sement fra AS Sementvare er det produksjonen i egen fabrikk som er viktigst mht alle vurderte miljøkategorier (se tabell 9). Det er to viktige forhold som bidrar til dette. Brenning av kalkstein til klinker er energikrevende prosess som gir store utslipp. I tillegg oppstår et stort prosessutslipp fordi ved brenning av kalkstein i klinkerovnen spaltes 34% av som CO₂.

5.2 Antakelser og begrensninger for tolkning

Energibruk og utslipp i egen produksjon er målte verdier. Antagelsen om at det er denne fasen som bidrar mest synes derfor å være robust.

5.3 Vurdering av datakvalitet

Kvaliteten på data vurderes til å være god. Det er gjennomført sensitivitetsanalyser ved valg av databasedata. Analysene viste at valg av data for de prosessene der databasedata ble brukt ikke var av signifikant betydning (<5%). Allokering av alle bidrag fra produksjon av alternative råvarer til produksjon av primærproduktet vil kunne påvirke sluttproduktet. Dette er imidlertid gjort i samsvar med PCR og gjøres for alle sementer som deklarerer.

5.4 Verdibaserte valg og betraktninger

6. Kritisk gjennomgang

6.1 Deltakernes navn og tilhørighet

Det er gjennomført en intern gjennomgang av analysen med stikkprøver for de største strømmene. Gjennomgangen er gjennomført av Per Hansen fra EPD-kompaniet.

6.2 Tilbakemeldinger fra kritisk gjennomgang

Den kritiske gjennomgangen har stilt spørsmål til

- endring i energibruk fra forrige EPD
- betydning av usikkerhet ved transport
- målte vs beregnede CO₂-tall i produksjonen.

6.3 Reaksjoner på anbefalinger

Etter den kritiske gjennomgangen er det gjennomført kontrollregning i de største strømmene og det er gjennomført følsomhetsberegning for usikkerheter ved transport. Det er også gjort følsomhetsberegninger for målte v.s beregnede CO₂ tall.

De gjennomførte følsomhetsanalysene viste at usikkerhet og variasjon totalt bidro med mindre enn +/-1% i alle miljøpåvirkningskategorier.

7. Referanser

(1) PCR for Cement, www.environdec.com (2010), PCR 2010;9, version 1.0, 2010-09-15

8. Vedlegg

VEDLEGG 1: PCR

VEDLEGG 2: EPD

VEDLEGG 3: MASSEBALANSE

VEDLEGG 4: OMREGNINGSFAKTORER FOR BEREGNING AV
EFFEKTKATEGORIER

Global klimaendring (IPPC 2007 GWP 100a VI.02)

De mest vanlige utslippene:

Utslipp til luft (global klimaendring)	Faktor	Enhet
Karbondioksid, fossilt (CO ₂)	1	kg CO ₂ eq / kg
Karbondioksid, biologisk (CO ₂)	0	kg CO ₂ eq / kg
Metan (CH ₄)	23	kg CO ₂ eq / kg
Lystgass (N ₂ O)	296	kg CO ₂ eq / kg
Kullos (CO)	1,57	kg CO ₂ eq / kg
Kloroform	30	kg CO ₂ eq / kg

Andre utslipp:

Utslipp til luft (global klimaendring)	Faktor	Enhet
Butane, perfluoro-	8600	kg CO ₂ eq / kg
Butane, perfluorocyclo-, PFC-318	10000	kg CO ₂ eq / kg
Ethane, 1-chloro-1,1-difluoro-, HCFC-142b	2400	kg CO ₂ eq / kg
Ethane, 1,1-dichloro-1-fluoro-, HCFC-141b	700	kg CO ₂ eq / kg
Ethane, 1,1-difluoro-, HFC-152a	120	kg CO ₂ eq / kg
Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	140	kg CO ₂ eq / kg
Ethane, 1,1,1-trifluoro-, HFC-143a	4300	kg CO ₂ eq / kg
Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	1300	kg CO ₂ eq / kg
Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	6000	kg CO ₂ eq / kg
Ethane, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	330	kg CO ₂ eq / kg
Ethane, 1,1,2,2-tetrafluoro-, HFC-134	1100	kg CO ₂ eq / kg
Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	9800	kg CO ₂ eq / kg
Ethane, 2-chloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-124	620	kg CO ₂ eq / kg
Ethane, 2,2-dichloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-123	120	kg CO ₂ eq / kg
Ethane, chloropentafluoro-, CFC-115	7200	kg CO ₂ eq / kg
Ethane, hexafluoro-, HFC-116	11900	kg CO ₂ eq / kg
Ethane, pentafluoro-, HFC-125	3400	kg CO ₂ eq / kg
Hexane, perfluoro-	9000	kg CO ₂ eq / kg
Methane, bromo-, Halon 1001	5	kg CO ₂ eq / kg
Methane, bromochlorodifluoro-, Halon 1211	1300	kg CO ₂ eq / kg
Methane, bromodifluoro-, Halon 1201	470	kg CO ₂ eq / kg
Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301	6900	kg CO ₂ eq / kg
Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	1700	kg CO ₂ eq / kg
Methane, chlorotrifluoro-, CFC-13	14000	kg CO ₂ eq / kg
Methane, dichloro-, HCC-30	10	kg CO ₂ eq / kg
Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	10600	kg CO ₂ eq / kg
Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	210	kg CO ₂ eq / kg
Methane, difluoro-, HFC-32	550	kg CO ₂ eq / kg
Methane, fluoro-, HFC-41	97	kg CO ₂ eq / kg
Methane, fossil	23	kg CO ₂ eq / kg
Methane, iodotrifluoro-	1	kg CO ₂ eq / kg
Methane, monochloro-, R-40	16	kg CO ₂ eq / kg
Methane, tetrachloro-, CFC-10	1800	kg CO ₂ eq / kg
Methane, tetrafluoro-, CFC-14	5700	kg CO ₂ eq / kg
Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	4600	kg CO ₂ eq / kg
Methane, trifluoro-, HFC-23	12000	kg CO ₂ eq / kg
Pentane, 2,3-dihydroperfluoro-, HFC-4310mee	1500	kg CO ₂ eq / kg
Pentane, perfluoro-	8900	kg CO ₂ eq / kg
Propane, 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoro-, HFC-227ea	3500	kg CO ₂ eq / kg

Utslipp til luft (global klimaendring)	Faktor	Enhet
Propane, 1,1,1,3,3,3-hexafluoro-, HCFC-236fa	9400	kg CO2 eq / kg
Propane, 1,1,2,2,3-pentafluoro-, HFC-245ca	640	kg CO2 eq / kg
Propane, 1,3-dichloro-1,1,2,2,3-pentafluoro-, HCFC-225cb	620	kg CO2 eq / kg
Propane, 3,3-dichloro-1,1,1,2,2-pentafluoro-, HCFC-225ca	180	kg CO2 eq / kg
Propane, perfluoro-	8600	kg CO2 eq / kg
Sulfur hexafluoride	22200	kg CO2 eq / kg

Forsuring (CML 2 baseline 2000, V2.05).

Utslipp til luft (nedbryting av ozon)	Faktor	Enhet
Amoniakk (NH3)	1,6	kg CO2 eq / kg
Nitricoksider	0,76	kg CO2 eq / kg
Nitrogenoksider	0,5	kg CO2 eq / kg
Svoveloksider	1,2	kg CO2 eq / kg

Nedbryting av ozon (CML 2 baseline 2000, V2.05)

Utslipp til luft (nedbryting av ozon)	Faktor	Enhet
Ethane, 1	0,043	kg CFC-11 eq / kg
Ethane, 1,1	0,086	kg CFC-11 eq / kg
Ethane, 1,1,1	0,11	kg CFC-11 eq / kg
Ethane, 1,1,1	0,14	kg CFC-11 eq / kg
Ethane, 1,1,1,2	0,25	kg CFC-11 eq / kg
Ethane, 1,1,2	0,9	kg CFC-11 eq / kg
Ethane, 1,2	7	kg CFC-11 eq / kg
Ethane, 1,2	0,85	kg CFC-11 eq / kg
Ethane, 2	0,026	kg CFC-11 eq / kg
Ethane, 2,2	0,012	kg CFC-11 eq / kg
Ethane, chloropentafluoro	0,4	kg CFC-11 eq / kg
Methane, bromo	0,37	kg CFC-11 eq / kg
Methane, bromochlorodifluoro	5,1	kg CFC-11 eq / kg
Methane, bromodifluoro	1,4	kg CFC-11 eq / kg
Methane, bromotrifluoro	12	kg CFC-11 eq / kg
Methane, chlorodifluoro	0,034	kg CFC-11 eq / kg
Methane, dibromodifluoro	1,25	kg CFC-11 eq / kg
Methane, dichlorodifluoro	0,82	kg CFC-11 eq / kg
Methane, monochloro	0,02	kg CFC-11 eq / kg
Methane, tetrachloro	1,2	kg CFC-11 eq / kg
Methane, trichlorofluoro	1	kg CFC-11 eq / kg
Propane, 1,3	0,017	kg CFC-11 eq / kg
Propane, 3,3	0,017	kg CFC-11 eq / kg

Overgjødning (kalles også eutrofiering)(CML 2 baseline 2000, V2.05.)

Utslipp til luft (overgjødning)	Faktor	Enhet
Ammonia	0,35	kg PO4--- eq / kg
Ammonium carbonate	0,12	kg PO4--- eq / kg
Ammonium nitrate	0,074	kg PO4--- eq / kg
Ammonium, ion	0,33	kg PO4--- eq / kg
Monoethanolamine	0,132	kg PO4--- eq / kg
Nitrate	0,1	kg PO4--- eq / kg
Nitric acid	0,1	kg PO4--- eq / kg
Nitric oxide	0,2	kg PO4--- eq / kg

Nitrogen dioxide	0,13	kg PO4--- eq / kg
Nitrogen oxides	0,13	kg PO4--- eq / kg
Nitrogen, total	0,42	kg PO4--- eq / kg
Phosphate	1	kg PO4--- eq / kg
Phosphoric acid	0,97	kg PO4--- eq / kg
Phosphorus	3,06	kg PO4--- eq / kg
Phosphorus pentoxide	1,34	kg PO4--- eq / kg
Phosphorus, total	3,06	kg PO4--- eq / kg

Utslipp til jord (overgjødning)	Faktor	Enhet
Ammonia	0,35	kg PO4--- eq / kg
Ammonium nitrate	0,074	kg PO4--- eq / kg
Ammonium, ion	0,33	kg PO4--- eq / kg
Monoethanolamine	0,132	kg PO4--- eq / kg
Nitrate	0,1	kg PO4--- eq / kg
Nitric acid	0,1	kg PO4--- eq / kg
Nitrogen	0,42	kg PO4--- eq / kg
Nitrogen oxides	0,13	kg PO4--- eq / kg
Nitrogen, total	0,42	kg PO4--- eq / kg
Phosphate	1	kg PO4--- eq / kg
Phosphoric acid	0,97	kg PO4--- eq / kg
Phosphorus	3,06	kg PO4--- eq / kg
Phosphorus pentoxide	1,34	kg PO4--- eq / kg
Phosphorus, total	3,06	kg PO4--- eq / kg

Utslipp til vann (overgjødning)	Faktor	Enhet
Ammonia	0,35	kg PO4--- eq / kg
Ammonium, ion	0,33	kg PO4--- eq / kg
COD, Chemical Oxygen Demand	0,022	kg PO4--- eq / kg
Monoethanolamine	0,132	kg PO4--- eq / kg
Nitrate	0,1	kg PO4--- eq / kg
Nitric acid	0,1	kg PO4--- eq / kg
Nitrite	0,1	kg PO4--- eq / kg
Nitrogen	0,42	kg PO4--- eq / kg
Nitrogen oxides	0,13	kg PO4--- eq / kg
Nitrogen, total	0,42	kg PO4--- eq / kg
Phosphate	1	kg PO4--- eq / kg
Phosphoric acid	0,97	kg PO4--- eq / kg
Phosphorus	3,06	kg PO4--- eq / kg
Phosphorus pentoxide	1,34	kg PO4--- eq / kg
Phosphorus, total	3,06	kg PO4--- eq / kg

Fotokjemisk oksidasjon (kalles også smogdannelse) (CML 2 baseline 2000, V2.05 + EcoIndicator99 (NMVOC/VOC))

Utslipp til luft (fotokjemisk oksidasjon)	Faktor	Enhet
1-Butanol	0,62	kg C ₂ H ₄ / kg
1-Butene	1,079	kg C ₂ H ₄ / kg
1-Butene, 2-methyl-	0,771	kg C ₂ H ₄ / kg
1-Butene, 3-methyl-	0,671	kg C ₂ H ₄ / kg
1-Hexene	0,874	kg C ₂ H ₄ / kg
1-Pentene	0,977	kg C ₂ H ₄ / kg
1-Propanol	0,561	kg C ₂ H ₄ / kg

Utslipp til luft (fotokjemisk oksidasjon)	Faktor	Enhet
2-Butanol	0,4	kg C ₂ H ₄ / kg
2-Butanone, 3-methyl-	0,364	kg C ₂ H ₄ / kg
2-Butanone, 3,3-dimethyl-	0,323	kg C ₂ H ₄ / kg
2-Butene (cis)	1,146	kg C ₂ H ₄ / kg
2-Butene (trans)	1,132	kg C ₂ H ₄ / kg
2-Hexanone	0,572	kg C ₂ H ₄ / kg
2-Hexene (cis)	1,069	kg C ₂ H ₄ / kg
2-Hexene (trans)	1,073	kg C ₂ H ₄ / kg
2-Methyl-1-propanol	0,36	kg C ₂ H ₄ / kg
2-Methyl-2-butene	0,842	kg C ₂ H ₄ / kg
2-Methyl pentane	0,42	kg C ₂ H ₄ / kg
2-Pentanone	0,548	kg C ₂ H ₄ / kg
2-Pentene (cis)	1,121	kg C ₂ H ₄ / kg
2-Pentene (trans)	1,117	kg C ₂ H ₄ / kg
2-Propanol	0,188	kg C ₂ H ₄ / kg
3-Hexanone	0,599	kg C ₂ H ₄ / kg
3-Methyl-1-butanol	0,433	kg C ₂ H ₄ / kg
3-Pentanol	0,595	kg C ₂ H ₄ / kg
4-Methyl-2-pentanone	0,49	kg C ₂ H ₄ / kg
Acetaldehyde	0,641	kg C ₂ H ₄ / kg
Acetic acid	0,097	kg C ₂ H ₄ / kg
Acetic acid, methyl ester	0,059	kg C ₂ H ₄ / kg
Acetic acid, propyl ester	0,282	kg C ₂ H ₄ / kg
Acetone	0,094	kg C ₂ H ₄ / kg
Alcohol, diacetone	0,307	kg C ₂ H ₄ / kg
Alcohols, unspecified	0,424062	kg C ₂ H ₄ / kg
Aldehydes, unspecified	0,59314	kg C ₂ H ₄ / kg
Aromatics	0,8396	kg C ₂ H ₄ / kg
Benzaldehyde	-0,092	kg C ₂ H ₄ / kg
Benzene	0,218	kg C ₂ H ₄ / kg
Benzene, 1-propyl-	0,636	kg C ₂ H ₄ / kg
Benzene, 1,2,3-trimethyl-	1,267	kg C ₂ H ₄ / kg
Benzene, 1,2,4-trimethyl-	1,278	kg C ₂ H ₄ / kg
Benzene, 1,3,5-trimethyl-	1,381	kg C ₂ H ₄ / kg
Benzene, 3,5-dimethylethyl-	1,32	kg C ₂ H ₄ / kg
Benzene, ethyl-	0,73	kg C ₂ H ₄ / kg
Butadiene	0,851	kg C ₂ H ₄ / kg
Butanal	0,795	kg C ₂ H ₄ / kg
Butane	0,352	kg C ₂ H ₄ / kg
Butane, 2,2-dimethyl-	0,241	kg C ₂ H ₄ / kg
Butane, 2,3-dimethyl-	0,541	kg C ₂ H ₄ / kg
Butanol	0,62	kg C ₂ H ₄ / kg
Butanol, 2-methyl-1-	0,489	kg C ₂ H ₄ / kg
Butanol, 2-methyl-2-	0,228	kg C ₂ H ₄ / kg
Butanol, 3-methyl-2-	0,406	kg C ₂ H ₄ / kg
Butyl acetate	0,269	kg C ₂ H ₄ / kg
Carbon monoxide	0,027	kg C ₂ H ₄ / kg
Carbon monoxide, biogenic	0,027	kg C ₂ H ₄ / kg
Carbon monoxide, fossil	0,027	kg C ₂ H ₄ / kg
carboxylic acids	0,084709	kg C ₂ H ₄ / kg
Chloroform	0,023	kg C ₂ H ₄ / kg
Cumene	0,5	kg C ₂ H ₄ / kg
Cyclohexane	0,29	kg C ₂ H ₄ / kg

Utslipp til luft (fotokjemisk oksidasjon)	Faktor	Enhet
Cyclohexanol	0,518	kg C ₂ H ₄ / kg
Cyclohexanone	0,299	kg C ₂ H ₄ / kg
Decane	0,384	kg C ₂ H ₄ / kg
Diethyl ether	0,445	kg C ₂ H ₄ / kg
Diethyl ketone	0,414	kg C ₂ H ₄ / kg
Diisopropyl ether	0,398	kg C ₂ H ₄ / kg
Dimethyl carbonate	0,025	kg C ₂ H ₄ / kg
Dimethyl ether	0,189	kg C ₂ H ₄ / kg
Dodecane	0,357	kg C ₂ H ₄ / kg
Esters, unspecified	0,2432747	kg C ₂ H ₄ / kg
Ethane	0,123	kg C ₂ H ₄ / kg
Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	0,009	kg C ₂ H ₄ / kg
Ethanol	0,399	kg C ₂ H ₄ / kg
Ethanol, 2-butoxy-	0,483	kg C ₂ H ₄ / kg
Ethanol, 2-methoxy-	0,307	kg C ₂ H ₄ / kg
Ethene	1	kg C ₂ H ₄ / kg
Ethene, dichloro- (cis)	0,447	kg C ₂ H ₄ / kg
Ethene, dichloro- (trans)	0,392	kg C ₂ H ₄ / kg
Ethene, tetrachloro-	0,029	kg C ₂ H ₄ / kg
Ethene, trichloro-	0,325	kg C ₂ H ₄ / kg
Ethyl acetate	0,209	kg C ₂ H ₄ / kg
Ethylene glycol	0,373	kg C ₂ H ₄ / kg
Ethylene glycol monoethyl ether	0,386	kg C ₂ H ₄ / kg
Ethyne	0,085	kg C ₂ H ₄ / kg
Formaldehyde	0,519	kg C ₂ H ₄ / kg
Formic acid	0,032	kg C ₂ H ₄ / kg
Halocarbons	0,122066	kg C ₂ H ₄ / kg
Heptane	0,494	kg C ₂ H ₄ / kg
Hexane	0,482	kg C ₂ H ₄ / kg
Hexane, 2-methyl-	0,411	kg C ₂ H ₄ / kg
Hexane, 3-methyl-	0,364	kg C ₂ H ₄ / kg
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, cyclic	0,29898	kg C ₂ H ₄ / kg
Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	0,36	kg C ₂ H ₄ / kg
Hydrocarbons, aliphatic, alkenes, unspecified	0,9999	kg C ₂ H ₄ / kg
Isobutane	0,307	kg C ₂ H ₄ / kg
Isobutene	0,627	kg C ₂ H ₄ / kg
Isobutyraldehyde	0,514	kg C ₂ H ₄ / kg
Isopentane	0,405	kg C ₂ H ₄ / kg
Isoprene	1,092	kg C ₂ H ₄ / kg
Isopropyl acetate	0,211	kg C ₂ H ₄ / kg
m-Xylene	1,108	kg C ₂ H ₄ / kg
Methane	0,006	kg C ₂ H ₄ / kg
Methane, biogenic	0,006	kg C ₂ H ₄ / kg
Methane, dichloro-, HCC-30	0,068	kg C ₂ H ₄ / kg
Methane, dimethoxy-	0,164	kg C ₂ H ₄ / kg
Methane, fossil	0,006	kg C ₂ H ₄ / kg
Methane, monochloro-, R-40	0,005	kg C ₂ H ₄ / kg
Methanol	0,14	kg C ₂ H ₄ / kg
Methyl ethyl ketone	0,373	kg C ₂ H ₄ / kg
Methyl formate	0,027	kg C ₂ H ₄ / kg
Nitric oxide	-0,427	kg C ₂ H ₄ / kg
Nitrogen dioxide	0,028	kg C ₂ H ₄ / kg
Nitrogen oxides	0,028	kg C ₂ H ₄ / kg

Utslipp til luft (fotokjemisk oksidasjon)	Faktor	Enhet
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	0,416	kg C ₂ H ₄ / kg
Nonane	0,414	kg C ₂ H ₄ / kg
o-Xylene	1,053	kg C ₂ H ₄ / kg
Octane	0,453	kg C ₂ H ₄ / kg
p-Xylene	1,01	kg C ₂ H ₄ / kg
Pentanal	0,765	kg C ₂ H ₄ / kg
Pentane	0,395	kg C ₂ H ₄ / kg
Pentane, 3-methyl-	0,479	kg C ₂ H ₄ / kg
Propanal	0,798	kg C ₂ H ₄ / kg
Propane	0,176	kg C ₂ H ₄ / kg
Propane, 2,2-dimethyl-	0,173	kg C ₂ H ₄ / kg
Propene	1,123	kg C ₂ H ₄ / kg
Propionic acid	0,15	kg C ₂ H ₄ / kg
Propylene glycol	0,457	kg C ₂ H ₄ / kg
Propylene glycol methyl ether	0,355	kg C ₂ H ₄ / kg
Propylene glycol t-butyl ether	0,463	kg C ₂ H ₄ / kg
s-Butyl acetate	0,275	kg C ₂ H ₄ / kg
Styrene	0,142	kg C ₂ H ₄ / kg
Sulfur dioxide	0,048	kg C ₂ H ₄ / kg
Sulfur oxides	0,048	kg C ₂ H ₄ / kg
t-Butyl acetate	0,053	kg C ₂ H ₄ / kg
t-Butyl alcohol	0,106	kg C ₂ H ₄ / kg
t-Butyl ethyl ether	0,244	kg C ₂ H ₄ / kg
t-Butyl methyl ether	0,175	kg C ₂ H ₄ / kg
Toluene	0,637	kg C ₂ H ₄ / kg
Toluene, 2-ethyl-	0,898	kg C ₂ H ₄ / kg
Toluene, 3-ethyl-	1,019	kg C ₂ H ₄ / kg
Toluene, 3,5-diethyl-	1,295	kg C ₂ H ₄ / kg
Toluene, 4-ethyl-	0,906	kg C ₂ H ₄ / kg
Undecane	0,384	kg C ₂ H ₄ / kg
VOC, volatile organic compounds	0,398	kg C ₂ H ₄ / kg

VEDLEGG 4: RAPPORT FRA KRITISK GJENNOMGANG