



Udsendt af
Tore K Jenssen
Yara HESQ

Beregning af gødningsproduktionens Carbon Footprint

1 Indledning

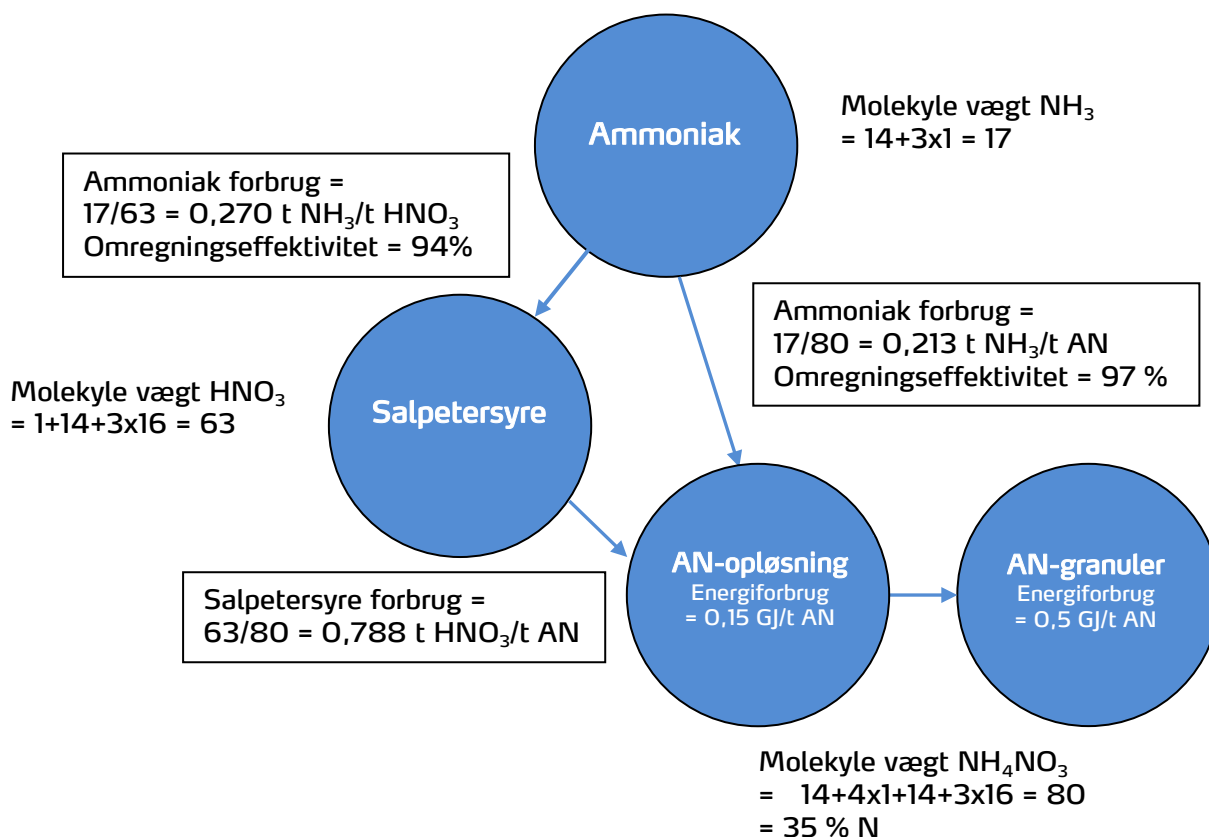
Dette notat viser beregningsmetoden for fastlæggelse af Carbon Footprint (udledningen af drivhusgasser) ved produktion af ammoniumnitratbaserede (AN) handelsgødninger. Beregningen fokuserer på den udledning af drivhusgasser, der opstår fra produktionen af kvælstofindholdet i gødningen. Metoden dokumenteres for at imødekomme kravene til de emissionsstandarder svensk fødevarerindustri har sat for klimamærkning (ref. 1).

2 Grundlæggende principper

Ammoniumnitrat produceres ved at ammoniak reagerer med salpetersyre:



For et moderne anlæg kan dette skematiseres på følgende måde:



AN's carbon footprint (t CO₂-ækv./t AN) beregnes således på følgende måde:

Energiforbrug for ammoniakproduktion (GJ/t NH₃)

x energikildens CO₂-faktor (t CO₂/GJ)

x mængden af ammoniak brugt til AN-produktion (0,213 t NH₃/t AN + 3 % effektivitetstab)

+ Energiforbrug for ammoniakproduktion (GJ/t NH₃)

x energikildens CO₂-faktor (t CO₂/GJ)

x mængden af ammoniak brugt til salpetersyreproduktion (0,213 NH₃/t AN + 6 % effektivitetstab)

+ Udledning fra salpetersyreproduktion (t N₂O pr. t HNO₃)

x global opvarmningsfaktor for N₂O (lattergas) (t CO₂-ækv./ t N₂O)

x mængden af salpetersyre brugt til AN-produktion (0,788 t NHO₃/t AN + 3 % effektivitetstab)

+ Energiforbrug for AN-opløsninger og størkningsprocesser (GJ/ t AN)

x energikildens CO₂-faktor (t CO₂/GJ)

- Bortledning af varme fra salpetersyreproduktion (GJ/t AN)

x den udskiftede energis CO₂-faktor (t CO₂/GJ)

3 Data

Følgende data bruges som referenceværdier:

Global opvarmningsfaktor for N₂O = 296 (ref. 2)

Energikildens CO₂-faktor (kg CO₂/ GJ) (ref. 3):

Naturgas = 56,1

LPG = 63,0

Restbrændselsolie = 77,3

Ammoniak anlægs energieffektivitet (GJ/ t NH₃ lille varmekraft):

EU BAT = 31,8 (ref. 4)

EU gennemsnit = 35,2 (ref. 5)

Rusland = 40,3 (ref. 6)

N₂O udledning fra salpetersyreanlæg (kg N₂O/ t HNO₃):

EU BAT (med katalysatorteknologi) = 1,85 (ref. 4)

Gennemsnit uden katalysatorteknologi = 7,5 (4-15 afhængigt af processen)

Bortledning af varme fra salpetersyreproduktion (GJ/t HNO₃):

Gennemsnitsanlæg = 0 (ref. 7)

25 % bedste anlæg = 0,6 (ref. 7)

Energiforbruget for produktionsanlæg til AN-opløsninger = 0,15 GJ/ t AN (ref. 8)

Energiforbruget for AN-størkning = 0,5 GJ/t AN (ref. 8)

4 Carbon Footprint for AN-produktion

Ud fra de data, der er angivet ovenfor, får man følgende Carbon Footprint for AN-baserede handelsgødninger (for produktionen af kvælstofindholdet i gødningen):

Produktionsteknologi	t CO₂-ækv. pr. t N
EU BAT, med naturgas som energikilde	3,6
EU-gennemsnit NH ₃ -anlæg og uden de-N ₂ O katalysator teknologi, med naturgas som energikilde	7,8
AN-baserede handelsgødninger fra anlæg med gennemsnitlig russisk NH ₃ energieffektivitet og uden de-N ₂ O katalysator teknologi	8,1

Til sammenligning, så kræver svensk fødevarerindustri emissionsstandarder for klimamærkning (ref. 1), at handelsgødningers Carbon Footprint ligger under 4 kg CO₂-ækv. pr. kg kvælstof (4 t CO₂-ækv. pr. t N).

Carbon Footprint for de handelsgødninger, der produceres af Yara og leveres til de nordiske lande, er vist herunder (for produktionen af kvælstofindholdet i gødningen). Heri medregnes de seneste ydelsesdata for Yaras produktionsanlæg samt den udledning, der sker i forbindelse med ammoniak indkøbt fra eksterne producenter (og indgår i Yaras produktion af handelsgødninger).

Produktion af AN-baserede handelsgødninger på Yaras produktionsanlæg til levering i Danmark, Finland, Norge og Sverige	t CO₂-ækv. pr. t N
Glomfjord	3,3
Porsgrunn	2,9
Siilinjärvi	3,1
Uusikaupunki	3,6
Rostock	3,1
Sluiskil	2,6

Yaras handelsgødninger til de nordiske lande leveres fra forskellige produktionsanlæg. Under hensynstagen til leveringsforløbet ser de enkelte landes Carbon Footprint ud som følgende:

Det gennemsnitlige Carbon Footprint for AN-baserede handelsgødninger leveret til:	t CO₂-ækv. pr. t N
Danmark	3,52
Finland	3,44
Norge	3,42
Sverige	3,35

5 Diskussion

Forskellen på Yara produktionsanlæggenes Carbon Footprint skyldes (1) forskelle i ammoniakproduktionens energieffektivitet og energikilde og (2) forskelle i N₂O-rensningen (på grund af forskelle i salpetersyreprocessens udformning samt driftsparametrene).

For at kunne vurdere Yara anlæggenes resultatværdier, varieres følgende parametre:

- *Hvis al ammoniak blev leveret af russiske producenter:*
Produktionsanlæggenes højeste Carbon Footprint bliver 3,6 kg CO₂-ækv. pr. kg N.
Det højeste Carbon Footprint for et land bliver 3,4 kg CO₂-ækv. pr. kg N.
- *Hvis entalpien¹ for russisk naturgas blev øget fra 7900 kcal/m₃ (ref. 6) til 8200 kcal/m₃:*
Produktionsanlæggenes højeste Carbon Footprint bliver 3,7 kg CO₂-ækv. pr. kg N.
Der er ingen væsentlig ændring i Carbon Footprint pr. land.
- *Hvis de-N₂O-katalysatoren mister effektivitet ved 20 %:*
Produktionsanlæggenes højeste Carbon Footprint bliver 3,8 kg CO₂-ækv. pr. kg N.
Det højeste Carbon Footprint for et land bliver 3,5 CO₂-ækv. pr. kg N.
- *Hvad kommer det yderligere energikrav i forbindelse med bearbejdningen af fyldstofferne til at betyde for produktets Carbon Footprint, når det drejer sig om AN-baserede handelsgødninger med fyldstoffer som dolomit eller gips (CAN 27 og AXAN 27-S), og opfylder calciumnitrat (CN) den svenske emissionsstandard:*
Det antages, at udvindingen og slibningen af faste tilsætningsstoffer til størkningsprocessen forbruger 1,2 GJ pr. t af produktet (ref. 8), dvs. ca. 0,3 GJ pr. t handelsgødning. Sådanne produkters Carbon Footprint pr. kg N er ubetydeligt højere end ren ANs Carbon Footprint, og ligger et godt stykke under den svenske fødevarerindustri emissionsnorm.
For calciumnitrat (CN 15,5 % N fremstillet som et biprodukt i nitrofosfatprocessen) antages det ekstra energiforbrug at være 5,2 GJ pr. t N (ref. 8). Carbon Footprint for CN fra Glomfjord og Porsgrunn (eneste CN-producenter i Yara-organisationen) ligger under den svenske fødevarerindustri emissionsstandard.
- *Hvad er effekten af P's og K's Carbon Footprint i forhold til AN-baserede NPK-gødninger, hvis alle emissioner er relateret til N:*
I sammensatte AN-baserede handelsgødninger, der indeholder andre næringsstoffer som f.eks. fosfor og kalium, er kvælstofproduktionen langt fra den største kilde til udledning af drivhusgasser. Carbon Footprint pr. kg N forbliver grundlæggende det samme for forskellige AN-baserede NPK-gødninger som for rent AN. Hvis der bruges andre kvælstofkilder som erstatning for AN, bliver NPKs Carbon Footprint lavere. I reference 8 findes en mere detaljeret beregning af Carbon Footprint for forskellige typer handelsgødninger.

For at forstå forskellige handelsgødningers Carbon Footprint fuldt ud, bør man også gøre rede for den udledning, der finder sted før og efter produktionen, dvs. hele handelsgødningens "livscyklus". Ud over udledning af drivhusgasser fra produktionen omfatter dette ligeledes udledning fra udvinding og levering af råvarer og energi, transport, tilførslen af gødningen samt biomassens vækst (herunder frigørelsen af drivhusgasser fra jorden på grund af gødningsbrug).

Formålet her er ikke at komme ind på den fulde livscyklus, men det fremgår tydeligt af analyser, som Yara Hanninghof Research Centre (ref. 9) har gennemført, at de to primære kilder til udledning af drivhusgasser er produktionen samt udledninger fra jorden som følge af gødningsbrug.

Livscyklustilgangen er især vigtig, når man sammenligner ammoniumnitrat med urea som kvælstof kilde. Udledning af drivhusgasser for urea er lavere ved produktionen i forhold til når det anvendes på

¹ **Entalpi** er en sammensat størrelse inden for kemi og fysik, og er defineret som summen af et systems indre energi og systemets tryk ganget med dets volumen. Entalpi bliver gerne angivet med bogstavet *H* (kilde: <http://da.wikipedia.org>)

marken. Samlet set får man et Carbon Footprint for produktion og brug af urea, der er ca. 20 % højere end ved AN-baserede gødninger (ref. 10). Under landbrugsproduktionen afgiver urea også langt mere ammoniak til atmosfæren end AN, hvilket øger risikoen for at de nationale grænser for udledning af forurende stoffer, defineret i Gøteborg-protokollen, ikke overholdes. For at kompensere for dette tab er landmanden nødt til at anvende mere kvælstof fra urea for at opnå det samme udbytte som med AN-baserede handelsgødninger.

6 Konklusion

Konklusionen er at handelsgødninger, der produceres af Yara og leveres til de nordiske lande, opfylder de retningslinjer, som den svenske fødevarerindustri har fastsat for klimamærkning, dvs. under 4 kg CO₂-ækv. pr. kg kvælstof.

7 Referencer

1. Standards Document: Climate Certification for Food 2009-1, www.klimatmarkningen.se
2. IPCC's tredje evalueringsrapport - Klimaændring 2001
3. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, kap. 2 Stationary Combustion
4. Energy Efficiency and CO₂ Benchmarking of European Ammonia Plants - Operating Period 2007-08, Plant Surveys International Inc, december 2009
5. IPPC Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals - Ammonia, Acids and Fertilizers, EU-Kommissionen, august 2007
6. Russian Nitrogen, No 2, 2010 og data fra ref. 4
7. Benchmarking of Energy Efficiency of Nitric Acid Plants, Process Design Center, Holland, juni 2008
8. Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions in Fertilizer Production, af Gunnar Kongshaug, Hydro Agri (Yara), præsenteret på IFA Technical Conference, Marrakesh, Marokko 1998
9. GHG Emission and Energy Efficiency in European Nitrogen Fertiliser Production and Use af Frank Brentrup (Yara) og Christian Pallière (Fertilizers Europe), Proceedings 639 præsenteret på International Fertiliser Society 2008
10. Fertilisers Europe Annual Report 2009, www.efma.org