

Scenarier for fremtidens arealanvendelse i Danmark

Landskabet har mange funktioner, hvoraf nogle vedrører produktion især i forhold til landbrug og andre vedrører andre tjenester, som økosystemerne kan levere. Den fremtidige arealanvendelse vil kunne lægge vægt på forskellige aspekter. I CRES er der udviklet fire forskellige scenarier for fremtidig arealanvendelse, og disse er eksemplificeret ved et opland opstrøms Kratholm i Odense Å.

JØRGEN E. OLESEN, ERIK JEPPESEN, JOHN R. PORTER, CHRISTEN DUUS BØRGESEN, DENNIS TROLLE, JENS CHRISTIAN REFS-GAARD, TORBEN SONNENBORG, & IDA BJØRNHOLT KARLSSON

Indledning

Danmark er fortsat et udpræget landbrugsland. Med 62 % af landarealet i landbrugsmæssig anvendelse og med hovedparten i korn dyrkning hører Danmark til blandt de mest intensivt dyrkede lande i verden. Dette sammen med det omfattende husdyrhold har haft konsekvenser for det omgivende miljø, især i form af udledninger af kvælstof og fosforforbindelser til vandmiljø og atmosfære.

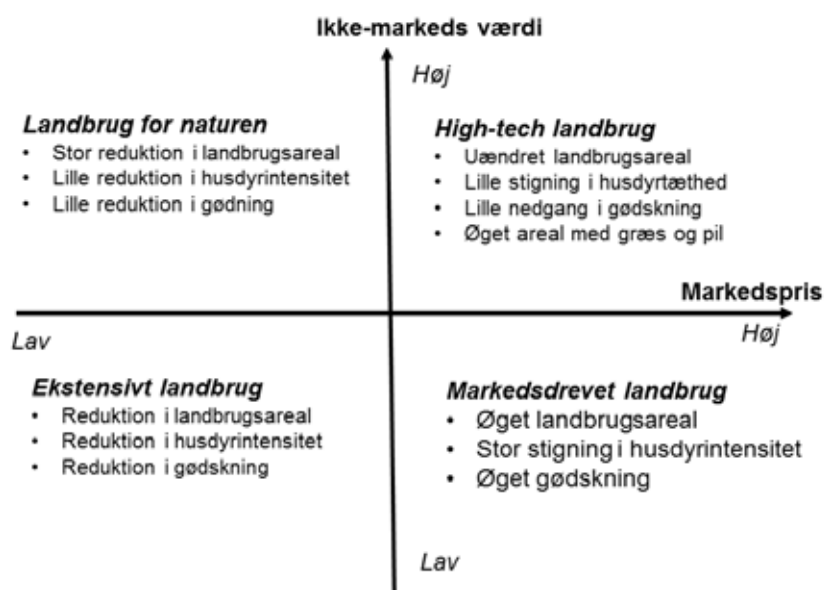
Over de seneste 20 år har Vandmiljøplanerne reduceret overskuddet af kvælstof og fosfor i landbruget og sammen med andre tiltag resulteret i et betydeligt fald i kvælstofudvaskningen. For en række vandløb, søer og fjorde er belastningen dog fortsat for høj, og der lægges derfor i forbindelse med implementeringen af EU's Vandrammedirektiv op til yderligere stramninger i forhold til landbrugs næringsstofanvendelse og med mulige konsekvenser også for arealanvendelsen. Med Natur- og Landbrugskommissionens rapport fra sidste år lægges der op til, at en sådan reduktion i næringsstofbelastning vil kunne løses smartere gennem geografiske forskelle i

indsatser, således at indsatsen foregår, hvor effekten er størst.

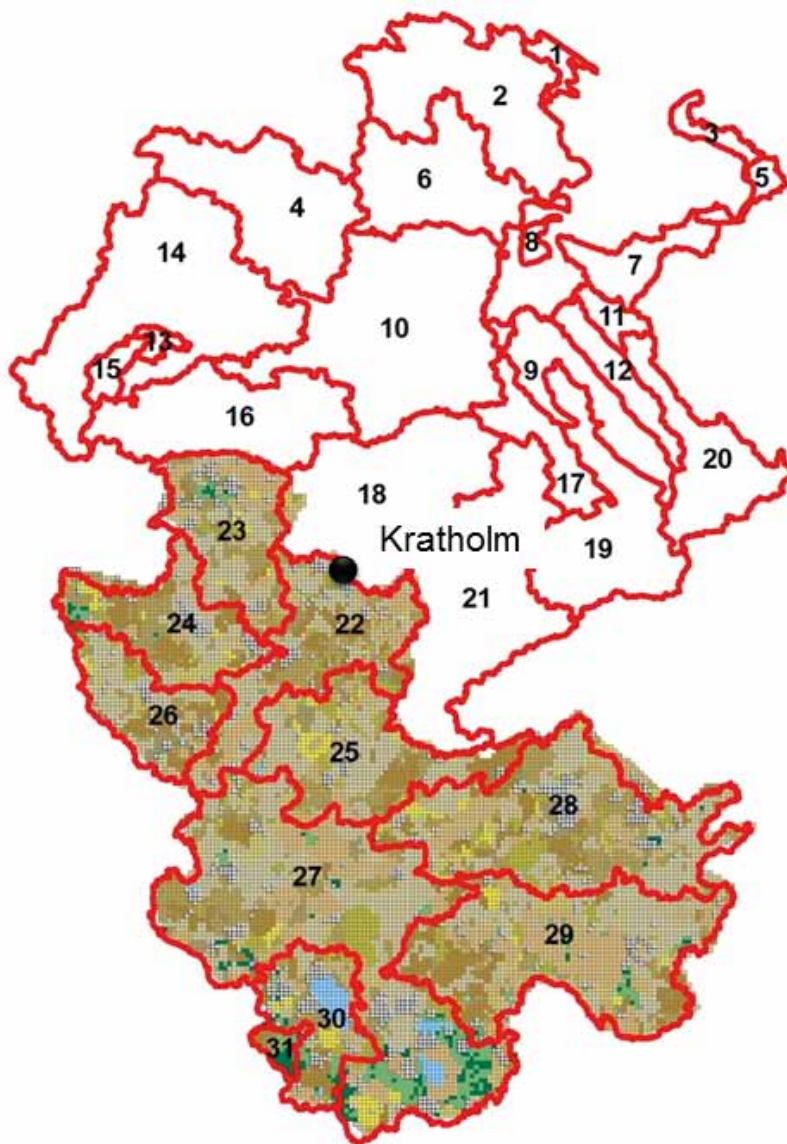
Den fremtidige arealanvendelse i Danmark vil ikke alene være afgørende for landbrugets udviklingsmuligheder, men også for naturen og vandmiljøet. Dette vil være bestemt af den globale udvikling i efterspørgsel efter fødevarer og biobrændstoffer kombineret med EU's og Danmarks politikker inden for landbrug, vedvarende energi, miljø og klima. Samtidigt vil klimændringer antageligt give nye og ændrede muligheder for dyrkning af afgrøder i Danmark. Det mulige udfald af disse mange

drivkræfter er selvsagt mangfoldigt.

I CRES (Centre for Regional change in the Earth System) indgår modelbaserede analyser af, hvordan klimændringer påvirker vand- og stofkredsløb i Danmark og i specifikke afstrømningsoplande. Klimændringerne vil i sig selv påvirke temperatur- og nedbørforhold og dermed afstrømning af vand og næringsstoffer til vandløb, søer og fjorde. For at kunne belyse effekter af samspillet mellem klimændringer og arealanvendelse har vi i CRES opstillet en række scenarier for den fremtidige arealanvendelse. Disse scenarier har



Figur 1. Scenariegrupper og scenariekarakteristika.



Figur 2. Odense Å oplandet med deloplande og markering af arealet opstrøms Kratholm målestation.

været diskuteret ved en workshop med input fra forskere, landbrugserhvervet, miljømyndigheder og naturbeskyttelsesorganisationer (Boks 1).

Drivkræfter

På globalt plan er det uden tvivl den stærkt voksende middelklasse (fra nu ca. 2 mia. til 5 mia. i 2050), der vil være hoveddrivkraften bag udviklingen i landbruget og dermed også i arealanvendelsen, både globalt og i Danmark /1/. Denne vækst i velstand har to konsekvenser. For det første vil der være en stærkt stigende efterspørgsel efter fødevarer. Det forventes således at det globale kødforbrug vil øges med mindst 70 % frem mod 2050 /2/, hvilket i betragtning af at verdens landbrugsareal ikke forventes at vokse nævneværdigt, stiller store krav til øget intensivering af landbrugsproduktionen. Samtidigt stiller en

befolkning med større velstand også højere krav til miljøets kvalitet, herunder til naturens tilstand. Dette har betydelige konsekvenser for fremtidig arealanvendelse /3/.

På dette grundlag har vi identificeret en række drivkræfter, der må forventes at påvirke arealanvendelsen i Danmark i de kommende årtier. Disse kan inddeles i fire hovedområder: 1) Ændret efterspørgsel på landbrugsprodukter (fødevarer, foder, fiber og bioenergi), 2) Ændringer i teknologi, især inden for landbrugets arealanvendelse, 3) Ændringer i arealanvendelse til prioritering af anden anvendelse end landbrug, f.eks. øget natur eller grundvandsbeskyttelse, 4) Ændringer i klima. Disse drivkræfter vil påvirke arealanvendelsen både gennem nationale og regionale beslutninger og gennem EU regulering og støtteordninger samt udvikling i globale markeder.

Scenariegrupper

For at diskutere mulige scenarier for fremtidig arealanvendelse i Danmark gennemførte vi en workshop med en række interessenter (Boks 1). Disse interessenter blev bedt om at reflektere på følgende hovedkategorier af ændringer i arealanvendelse og drift af landbrugssystemer: 1) Overordnet arealanvendelse (landbrug, skov, by, vådområder, permanent græs m.v.), 2) Ændringer i bedriftsstruktur (f.eks. husdyrtæthed, husdyrtype), 3) Ændringer i den landbrugsmæssige drift (f.eks. afgrødevalg, efterafgrøder, gødningsniveau).

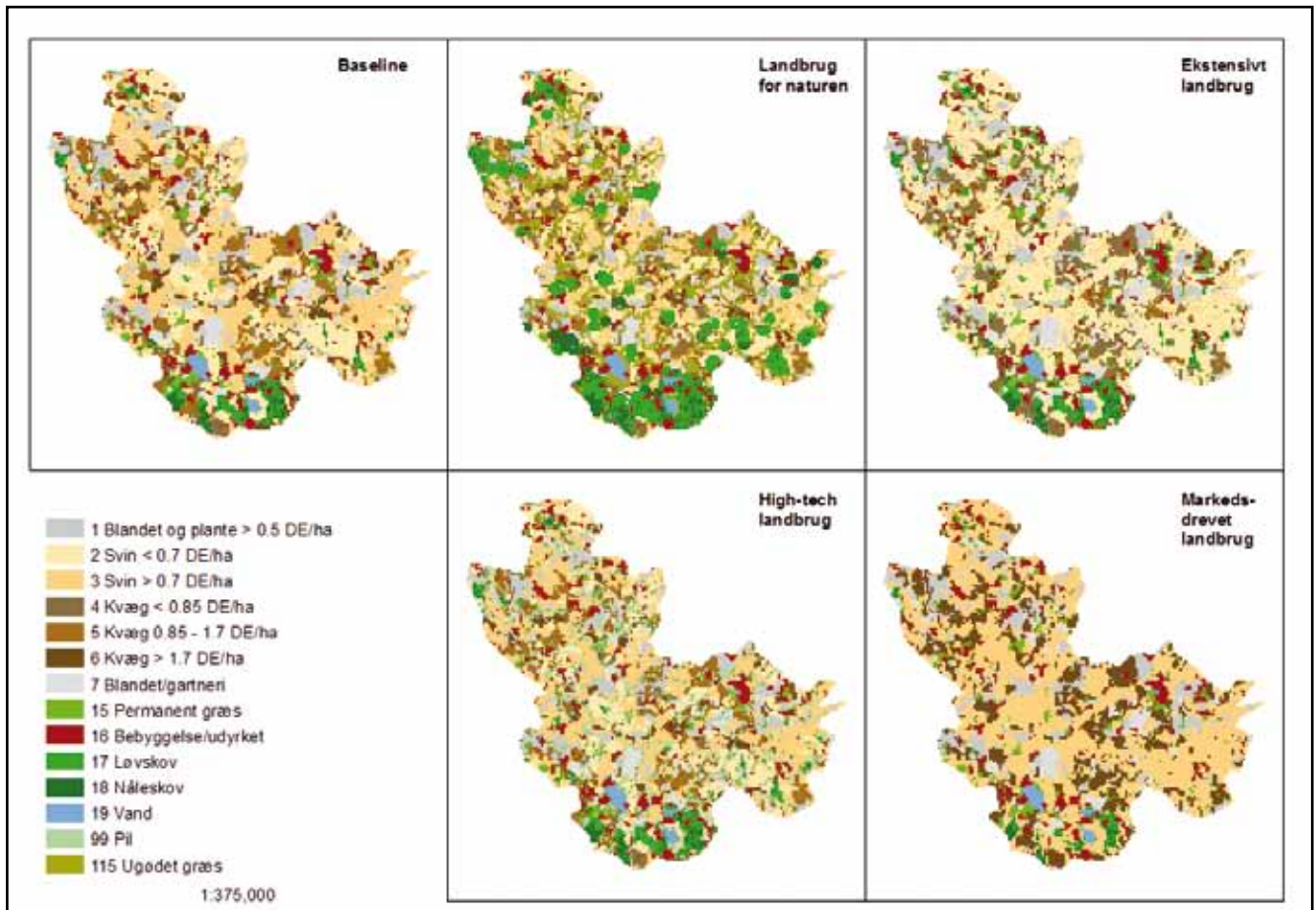
Under workshoppen diskuterede vi disse ændringer i arealanvendelse i forhold til mulige udviklingsveje for landbrug og natur i Danmark. Dette fulgte to forskellige akser i forhold til markeds kræfter og samfundsmæssige prioriteringer (Figur 1). Den vandrette akse er markedsprisen på fødevarer og andre landbrugsprodukter, og den lodrette akse er den ikke-markedsmæssige værdi af landskabet, som kan relatere til rent miljø (grundvand og overfladevand) og til rekreative værdier. Dette resulterer i fire forskellige scenarier for arealanvendelse: 1) Landbrug for naturen (reduktion i landbrugsareal og husdyrbrug), 2) Ekstensivt landbrug (reduceret intensitet i landbruget og husdyrbruget), 3) High-tech landbrug (højere produktivitet i landbruget), og 4) Markedsdrevet landbrug (øget landbrugsareal og højere intensitet).

Disse scenarier er konverteret til ændringer i overordnet og landbrugsmæssig anvendelse i Odense Å oplandet opstrøms Kratholm målestation (Figur 2). Dette område afvander kun omkring halvdelen af afstrømningsoplandet til Odense Fjord, men har dog en relativt stor del af den samlede landbrugsmæssige anvendelse i det samlede opland.

Der er ved ændringer af arealanvendelsen taget udgangspunkt i den nuværende arealanvendelse baseret på et 200x200 m grid, hvor den landbrugsmæssige anvendelse er delt op i forskellige bedriftstyper med forskellig husdyrintensitet (Figur 3). Denne baseline er efterfølgende modificeret for de forskellige scenarier ud fra nogle regler for hvor og hvordan arealanvendelsen skal ændres – i overensstemmelse med logikken i det pågældende scenarie.

Landbrug for naturen

I dette scenarie sker der et stort fald i landbrugsarealens størrelse, som reduceres med 36 % af arealets størrelse i baseline. Dette gøres ved at konvertere de gridceller, der ligger nærmest vandløb, søer og skove til græs



Figur 3. Arealanvendelse i de forskellige scenarier for Odense Å oplandet opstrøms Kratholm. Baseline viser den nuværende arealanvendelse.

eller skov. Husdyrtætheden er tilpasset så mængden af kvælstof tilført i husdyrgødning på landbrugsarealet er reduceret med 13 %. Dette er gjort ved at ændre gridceller fra højere til lavere husdyrintensitet. Mængden af kvælstof tilført landbrugsarealet pr. ha er reduceret med 40 % for at afspejle en lavere intensitet ved lavere priser på landbrugsprodukter. I forhold til de øvrige scenarier er andelen af landbrug i dette scenarie betydelig mindre nær ved vandløb og søer (Figur 4). Dette tidligere areal med landbrug er ændret til både permanent græs og skov.

Ekstensivt landbrug

I scenariet med ekstensivt landbrug sker der kun en mindre reduktion i landbrugsarealet på 3 %, og det antages at dette sker ved konvertering af gridceller tæt på byområder til løvskov. Husdyrtætheden i resten af landbrugsarealet ændres så den totale kvælstofmængde i husdyrgødning falder med 50 % i forhold til baseline. Dette er gjort ved at ændre fra højere til lavere husdyrtæthed i de enkelte gridceller. Desuden er der sket en reduktion i total-N mængden pr. ha på landbrugsarealet, så det samlet reduceres på 60

%. Resultatet er et generelt fald i intensiteten af landbrugsproduktionen i landskabet, men den overordnede geografiske fordeling af landbrug i oplandet er bibeholdt.

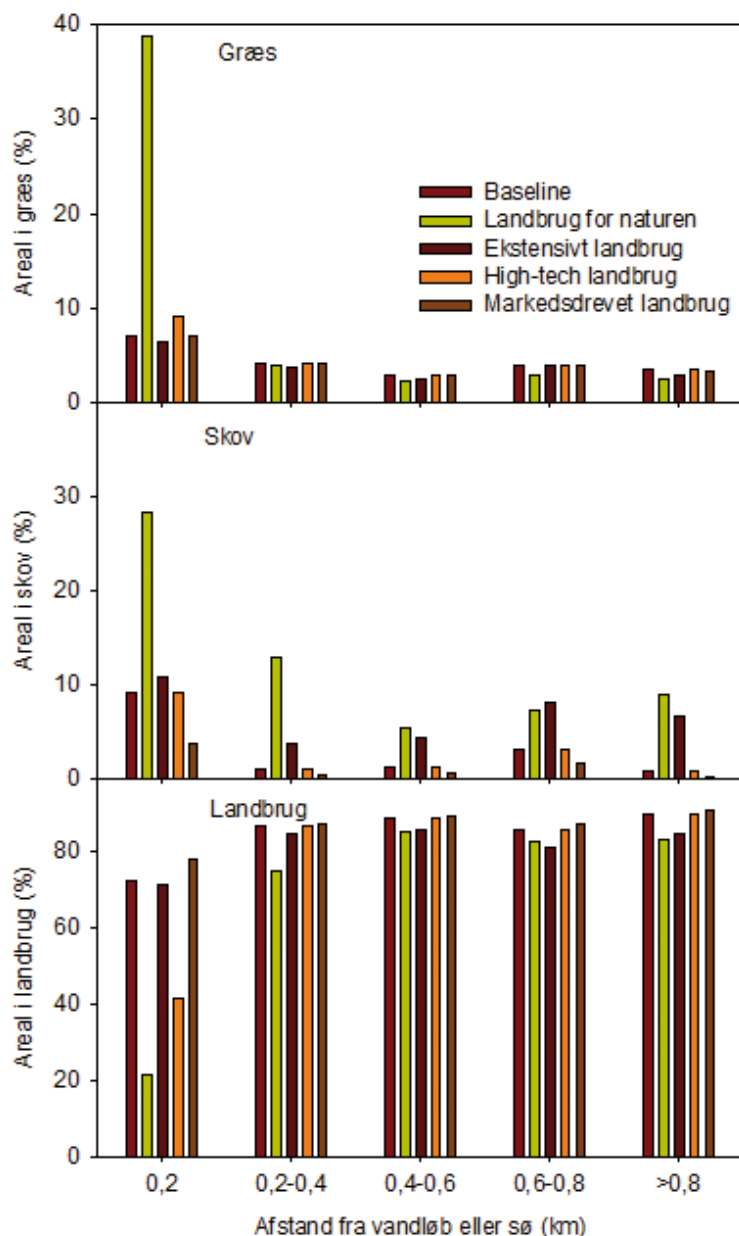
High-tech landbrug

Scenariet med high-tech landbrug indebærer som scenariet med ekstensivt landbrug et fald i landbrugsarealet på 3 %, men her sker det ved at ændre gridceller med landbrug tæt ved vandløb og søer til permanent ugødet græs.

Desuden er 15 % af landbrugsarealet ændret til flerårige biomasseafgrøder, hvilket her angives som pil med tilførsel af husdyrgødning. Disse flerårige energiafgrøder kan dog også være andre flerårige energiafgrøder med en betydelig biomasseproduktion (græsmarker eller elefantgræs). Husdyrtætheden på det resterende areal er justeret således, at der tilføres samme mængde totalkvælstof på landbrugsarealet som i baseline. Arealet med permanent græs og flerårige energiafgrøder

Boks 1. Deltagere i workshoppen om ændret arealanvendelse

John R. Porter, Manuel Monesino San Martin, KU-LIFE
 Jørgen E. Olesen, Christen D. Børgesen, AU-AGRO
 Erik Jeppesen, Anders Nielsen, Dennis Trolle, AU-BioScience
 Torben Sonnenborg, GEUS
 Anna Hvid, DTU-Risø
 Lise Andreasen, ICROFS
 Harley Bundgaard Madsen, Miljøcenter Odense
 Jørgen Bidstrup, Miljøcenter Aalborg
 Gustaf Højriis Bock, Leif Knudsen, Videncenter for Landbrug
 Thyge Nygaard, Danmarks Naturfredningsforening
 Bruno Sander Nielsen, Landbrug og Fødevarer
 Brian Jacobsen, Fødevarerøkonomisk Institut, KU-LIFE



Figur 4. Arealanvendelse i form af permanent græs, skov og landbrug afhængig af afstand til vandløb eller sø i de forskellige scenarier.

er i scenariet placeret tæt på vandløb og søer, således at der er sket et betydeligt fald i landbrug her (Figur 4).

Markedsdrevet landbrug

I dette scenarie forudsættes en betydelig stigning i efterspørgslen på landbrugsprodukter, således at landbrugsarealet øges med 21 % af det ikke-dyrkede areal. Dette blev gjort ved at konvertere gridceller med skov og permanent græs til svinebrug. Efterfølgende er husdyrtætheden på landbrugsarealet øget med 63 % ved at konvertere gridceller fra

lavere til højere husdyrintensitet samt at konvertere plantebrug til husdyrbrug. Mængden af total-N tilført på markerne blev øget med 20 % ved at antaget et højere kvælstofbehov i afgrøderne.

Scenariernes relevans

Den fremtidige arealanvendelse er afhængig af mange forhold, ikke mindst politiske prioriteringer. For at kunne foretage sådanne prioriteringer er der behov for at kende konsekvenserne af forskellige udviklingsveje. I CRES har vi valgt at belyse nogle principielt

meget forskellige udviklingsveje, som afspejler sig i andel af areal med landbrug og i landbrugets intensitet. Vi har også valgt at medtage forskelle i den geografiske fordeling af udtagning af landbrugsareal, da dette må forventes at påvirke effekter på naturkvalitet.

I CRES har formålet været at belyse, hvordan klimaændringer spiller sammen med ændringer i arealanvendelse. I Odense Å oplandet opstrøms Kratholm er der i udgangspunktet et meget højt landbrugstryk, hvilket har betydet at ændringerne i arealanvendelse kun får mindre effekt. Effekterne vil kunne være anderledes i andre oplande afhængig af nuværende arealanvendelse. Overførsel af beregnede effekter fra Odense Å oplandet til andre egne af Danmark skal derfor gøres med stor forsigtighed.

Referencer

- 1/ Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.A., Johnston, M., Mueller, N.D., O'Connell, C., Ray, D.K., West, P.C., Balzer, C., Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D. og Zaks, D.P.M. 2011: Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478, 337-342.
- 2/ Smil, V. 2014: Eating meat: Constants and changes. *Global Food Security* 3, 67-71.
- 3/ Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chain, F.S., Coel, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, I.C., Ramankutty, N. og Snyder, P.K. 2005: Global Consequences of Land Use. *Science* 309, 570-574.

JØRGEN E. OLESEN (JorgenE.Olesen@agrsci.dk) er professor ved Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi
 ERIK JEPPESEN (ej@dmu.dk) er professor ved Aarhus Universitet, Institut for Bioscience
 JOHN R. PORTER (jrp@plen.ku.dk) er professor ved Københavns Universitet, Institut for Plante- og Miljøvidenskab
 CHRISTEN DUUS BØRGESEN (Christen.Borgesen@agrsci.dk) er seniorforsker ved Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi
 DENNIS TROLLE (dtr@dmu.dk) er seniorforsker ved Aarhus Universitet, Institut for Bioscience
 JENS CHR. REFSGAARD (jcr@geus.dk) er professor ved De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland
 TORBEN SONNENBORG (tso@geus.dk) er seniorforsker ved De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland
 IDA BJØRNHOLT KARLSSON (ika@ign.ku.dk) er PhD studerende ved GEUS og Københavns Universitet