

Slutrapport

Bæredygtige Vildmosekartofler

J.nr. 32101-U-13-200-7

Periode: 18. oktober 2013 -18. oktober 2015



Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne:
Danmark og Europa investerer i landdistrikterne

Ministeriet for Fødevarer,
Landbrug og Fiskeri



Den Europæiske Landbrugsfond
for Udvikling af Landdistrikterne

LDP 2020



REGION NORDJYLLAND

Se Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne



Bæredygtige Vildmosekartofler

Redaktion: Jan Nørgaard, Vildmosekartoflen, Charlotte Frihauge Olesen, LandboNord, Kirsten Birke Lund, Kiba-Consult, Christian Søndergaard Christensen, LandboNord, Lars Elsgaard, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet, Lars Bødker, SEGES, Kristoffer Pii, SEGES, Frank Bondgaard, SEGES, Britt Heftholm Ravn, SEGES, Sebastian Piet Zachø, SEGES, Irene Asta Wiborg, SEGES

Foto:

Kirsten Birke Lund
Peter Küster Nielsen
Frank Bondgaard
Tanka Kandel
Lars Elsgaard
Kristoffer Pii
Charlotte Frihauge Olesen
Hans Peder Andersen
Christian Søndergaard Christensen

År:

2015

Indhold

| | |
|--|-----------|
| Forord | 2 |
| Konklusion og sammenfatning | 3 |
| Summary and Conclusion | 3 |
| Konklusion | 4 |
| Projektledelse | 7 |
| 1.1 Løbende projektkoordinering | 7 |
| 1.2 Styregruppe nedsat/møder afholdt..... | 8 |
| 1.3 Projektgruppe og øvrige grupper i projektet..... | 10 |
| 1.3.1 Koordinationsgruppe | 11 |
| 1.3.2 Følgegruppe | 11 |
| 1.4 Detaljerede arbejdsplaner meldt ud | 12 |
| 1.5 Økonomiopfølgning | 12 |
| 2. Kommunikation | 13 |
| 2.1 Følgegruppeetablering og møder..... | 13 |
| 2.2 Kommunikationsplan/opfølgning | 13 |
| 2.3 Møder og intern kommunikation..... | 14 |
| 2.4 Artikler/indlæg/oplæg | 15 |
| 2.4.1 Hjemmeside..... | 15 |
| 2.4.2 Pressedækning og artikler..... | 15 |
| 2.4.3 Projektfoldere..... | 16 |
| 2.4.4 Kartoffelfestival samt andre aktiviteter i 2014 og 2015..... | 16 |
| 2.4.5 EIP AGRI i Bruxelles (European Innovation Partnership) | 18 |
| 2.4.6 Plantekongressen 2016..... | 18 |
| 2.4.7 Videnskabelig artikel 2016..... | 18 |
| 2.5 Delkonklusion i afsnittet Kommunikation..... | 18 |
| 2.6 Markedsundersøgelse/opfølgning | 19 |
| 2.6.1 Formål med markedsundersøgelsen..... | 19 |
| 2.6.2 Markedsundersøgelsen | 19 |
| 2.6.3 Diskussion | 20 |
| 2.6.4 Konklusion af markedsundersøgelse | 21 |
| 3. Baseline for kulstofnedbrydning | 22 |
| 3.1 Beskrivelse af eksisterende produktion og identifikation af problemstillinger | 22 |
| 3.2 Arealanvendelsens påvirkning på CO ₂ -emissionen | 22 |
| 3.2.1 Valg af forsøgsarealer | 22 |
| 3.2.2 Måling af økosystem-respiration og fluxe af CH ₄ og N ₂ O..... | 24 |
| 3.2.3 Måling af jordrespiration | 25 |
| 3.2.4 Målinger af miljømæssige parametre og biomasse..... | 26 |
| 3.2.5 Målinger af jordfysiske og kemiske parameter | 27 |
| 3.2.6 Kumulative årlige emissioner..... | 27 |
| 3.2.7 Resultater – klima, miljømæssige parametre og plantevækst . | 27 |
| 3.2.8 Resultater – flux af drivhusgasser | 29 |
| 3.3 Spagnumlagets tykkelse og kulstofindholdet bestemt på flere markpar | 33 |
| 3.3.1 Identifikation af arealer | 33 |
| 3.3.2 Metode | 34 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3.3.3 | Resultater | 34 |
| 3.4 | Litteraturstudie gennemført | 35 |
| 4. | Tests af metoder til bæredygtig produktion | 37 |
| 4.1 | Opsamling af erfaringer | 37 |
| 4.1.1 | Studietur til Finland | 37 |
| 4.2 | Testforsøg med sædskiftemæssige tiltag, som kan opbygge nyt humus | 40 |
| 4.2.1 | Forsøgsplan udarbejdet | 40 |
| 4.2.2 | Forsøgs- og testareal udpeget og lejet | 41 |
| 4.2.3 | Anlæg af forsøg | 42 |
| 4.2.4 | Hovedafgrøder sået i foråret 2014 | 42 |
| 4.2.5 | Efterafgrøderne sået efter høst | 43 |
| 4.2.6 | Høst af forsøg og analyser af biomasse | 44 |
| 4.2.7 | Biomassebevarelse | 50 |
| 4.2.8 | Delkonklusion | 52 |
| 4.2.9 | Anlæg af kartoffelforsøg | 52 |
| 4.2.10 | Høst og vurdering af kartofler | 52 |
| 4.3 | Hævet vandstand | 55 |
| 4.3.1 | Forsøgsareal udpeget | 56 |
| 4.3.2 | Etablering af hævet vandstand | 57 |
| 4.3.3 | Teknik til måling af hævet vandstand | 58 |
| 4.3.4 | Resultater af forsøg med hævet vandstand | 59 |
| | Referencer | 63 |
| | Bilag 1 | 65 |

Forord

Vildmosekartofflen er et egnesspecifikt nicheprodukt, der dyrkes på en fjerdedel af Store Vildmosens arealer. Produktionen sikrer lokale arbejdspladser, heraf ca. 60 i den direkte produktion og knap 200 som afledte arbejdspladser. Der avles i alt ca. 21.000 tons vildmosekartofler (færdigvarer) pr. år, hvilket genererer en årlig total omsætning på ca. 110 mio. kr. Vildmosekartofflen sælges lokalt, regionalt og nationalt, ligesom der er en betydelig eksport til bl.a. Norge af dette højværdiprodukt.

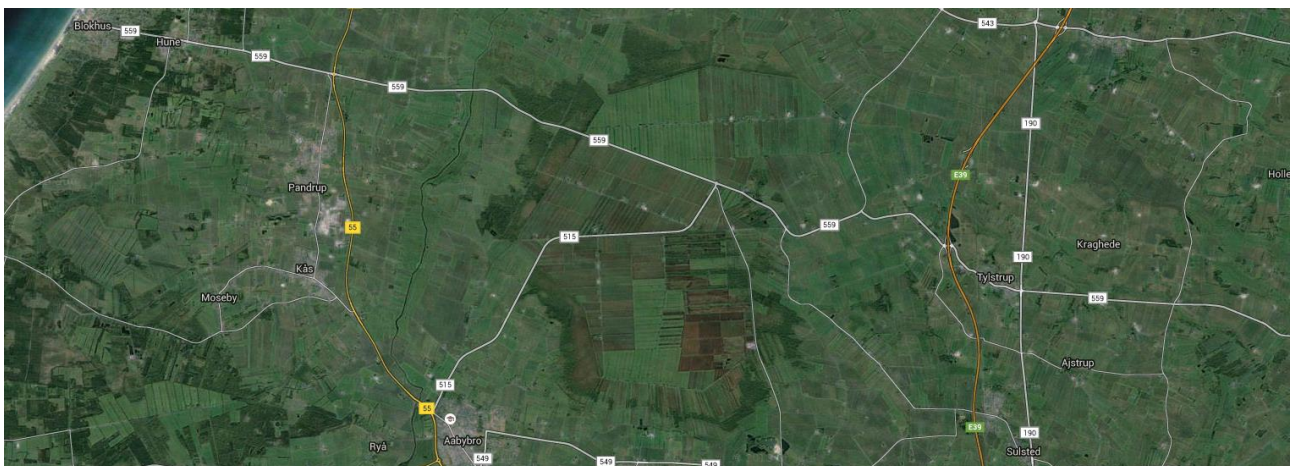
Projekt Bæredygtige Vildmosekartofler har søgt at udvikle processer og teknikker til at gøre produktionen af kvalitetsproduktet Vildmosekartofler mere bæredygtig. Med bæredygtighed tænkes primært på produktionens næringsstofpåvirkning, og produktionens klimapåvirkning gennem omsætningen af organisk materiale ved dyrkning af mosen.

Projektet har været et tværfagligt projekt, hvor der har været samarbejdet mellem flere sektorer, kartoffelavlere, forskere, landbrugs- og kommunikationsrådgivere. Rapporten er derfor stilet til mange parter.

Gennem projektet er der forsøgt at finde og udvikle teknikker, dels til at reducere udledningen af CO₂ og andre klimagasser ved at reducere omsætningen af organisk materiale, og dels til at opbygge humus til erstatning for den uundgåelige naturlige omsætning af spagnum, som sker ved dyrkning af mosen. Herved forlænges den periode, hvor der kan dyrkes kvalitetskartofler i mosen og samtidig begrænses miljøpåvirkningen.

Store Vildmose består i dag dels af dyrkede arealer, som anvendes til planteproduktion og afgræsning af kreaturer, og dels af ca. 450 ha fredede højmossearealer. Der dyrkes især vårsæd og kartofler i området. Store Vildmose var oprindeligt tørt land, der var dyrket helt op i jernalderen, men fra ca. 1500 f.kr. begyndte en mosedannelse på baggrund af klimaforandringer, og jernalderbønderne blev fortrængt fra området. Mosen voksede med tiden til en stor sammenhængende højmose på ca. 50 km².

Staten opkøbte store dele af Vildmosen fra 1920'erne og frem til 1950'erne, og et større afvandingsprojekt startede. De opkøbte arealer blev med tiden udstykket til statshusmandsbrug. Dermed blev størstedelen af mosen drænet og opdyrket. I dag er kun rester af den oprindelige højmose tilbage i den vestlige og nordlige rande af Vildmosen.



Store Vildmose mellem Brønderslev og Aabybro i Nordjylland. Google Maps

Konklusion og sammenfatning

Måleresultaterne i projekt Bæredygtige Vildmosekartofler viser, at CO₂ emissionen stort set er den samme for de dyrkede arealer i Store Vildmose, nemlig hvad der svarer til 19-29 ton CO₂ pr. ha pr. år – uanset, om der dyrkes korn, kartofler eller permanent græs. Selvom der kun er målt et enkelt år, er resultaterne i god overensstemmelse med tidligere undersøgelser af CO₂ emission fra den dyrkede tørvejord i Store Vildmose.

Der er ingen umiddelbar forskel på kartofler dyrket i forskellige typer af organisk materiale, da variationen indenfor forsøget med efterafgrøder (hjelpeafgrøder), og hvor der i praksis ikke var væsentlig plantevækst, er på samme niveau som i forsøget med forskellige forfrugter (hjelpeafgrøder). I projektet har både hovedafgrøder og efterafgrøder været betragtet som hjelpeafgrøder. Grunden til, at afgrøderne kaldes hjelpeafgrøder er, at afgrøderne i dette projekt skal opbygge mosens kulstof igen, og derfor ikke nødvendigvis dyrkes for udbyttepotentiale eller pga. miljøeffekter.

Projektet har vist, at det er muligt at hæve vandstanden i mosejorden, og at de hydrologiske forhold i jorden, ikke umuliggør brugen af hævet vandstand, som det ellers blev vurderet i begyndelsen af projektet. Der bør gennemføres yderligere forsøg for at belyse dette.

Det er Smagen Nordjyllands helt overordnede konklusion, at de klimamæssige konsekvenser af dyrkning af organiske jorde, ikke spiller nogen væsentlig rolle, hverken for den almindelige forbruger eller de detailhandelsvirksomheder, der er de primære indkøbere af fødevarer i Danmark.

Samarbejdet i Bæredygtige Vildmosekartofler mellem kartoffelavlerner i Store Vildmose, rådgivere fra LandboNord, SEGES samt Smagen Nordjylland viser med al tydelighed, hvor meget synergi tværfaglig kommunikation giver for landbrugserhvervet, idet vi har været i stand til at kombinere og udnytte international forskning med praktisk ekspertise, samt ikke mindst bidrage med ny viden.

Summary and Conclusion

Measurement results of the project 'Bæredygtige Vildmosekartofler' (Sustainable Vildmose Potatoes) showed that the atmospheric CO₂ emission was rather similar for different cropping systems in the drained bog area of Store Vildmose. Thus, soil respiration corresponded to 19-29 ton CO₂ per ha per year in fields with grain crops, potatoes and permanent grass. Measurements were done for one year only, but the results aligned with previous studies of CO₂ emission and greenhouse gas balances from the cultivated peat soil in Store Vildmose. Lower CO₂ emissions and greenhouse gas balances were measured in the natural, undrained bog area.

There was no immediate difference between potatoes grown in different types of organic material as incorporated into the soil in the form of main crops or catch crops (auxiliary crops). Thus, the results and variation for potatoes in experiments with auxiliary crops corresponded to that for experiments with practically no vegetation. In the project, we have considered both main crops and catch crops to be auxiliary crops. The reason for calling the crops auxiliary crops is that in this project their intended function was to help build up the soil carbon content rather than serving a function of potential yield or environmental impact.

The project has shown that it is possible to raise the groundwater level in the peat soil, and that the hydrological conditions inflicted on the soil do not exclude the practical use of raised groundwater levels as

assumed in the beginning of the project. Further experiments should be conducted to substantiate this issue and to monitor the potential mitigation of CO₂ emissions from such management.

A survey done by Smagen Nordjylland has come to the overall conclusion that the climate impact of the cultivation of organic soils plays no significant role neither for the general consumer nor for the primary purchasers of food in Denmark.

The cooperation in the project between potato growers in Store Vildmose, advisers from LandboNord, SEGES and Smagen Nordjylland clearly shows how much synergy interdisciplinary communication provides in agriculture, as we have been able to combine and utilise international research with practical expertise and very importantly as a result been able to contribute with new knowledge.

Konklusion

Drivhusgasemission i Store Vildmose

Måleresultaterne i projekt Bæredygtige Vildmosekartofler viste, at CO₂ emissionen stort set er den samme for de dyrkede arealer i Store Vildmose, nemlig hvad der svarer til 19-29 ton CO₂ pr. ha pr. år – uanset, om der dyrkes korn, kartofler eller permanent græs. Selvom der kun er målt et enkelt år, er resultaterne i god overensstemmelse med tidligere undersøgelser af CO₂ emission fra den dyrkede tørvejord i Store Vildmose

De 1-årige målinger af drivhusgasemissionen i Store Vildmose blev udført på fem måleområder, der ved anlæggelse af forsøget i juni 2014 havde følgende driftsformer/afgrøder: havremark, lavt pH (3.9); havremark, højt pH (4.7); kartoffelmark, permanent græs og naturligt moseområde (ikke drænet).

Den årlige CO₂ emission fra jord-respiration på de fire drænedede jorder udgjorde mellem 19 og 29 ton CO₂ pr. ha, med et gennemsnit på 23 ton CO₂ pr. ha. Den højeste jordrespiration blev fundet i den permanente græsmark, mens den laveste jordrespiration var i det naturlige moseområde.

Udregnet i form af den samlede drivhusgasbelastning (fra CO₂, metan og lattergas), var der helt sammenlignelige bidrag fra henholdsvis to havremarker, fra kartoffelmarken og den permanente græsmark. Klimafodafttrykket fra det naturlige moseområde var markant lavere end fra de drænedede områder. Lattergasemissionen var markant højere fra kartoffelmarken end fra de øvrige områder. Emissionen af lattergas var domineret af få perioder med kraftig emission i efteråret (november, 2014) og forsommeren (juni, 2015). Fra det naturlige moseområde var der stort set ingen lattergasemission.

Emissionen af metan var kun betydelig fra det naturlige moseområde, fra de øvrige områder var emissionen i størrelsesordenen 100 gange lavere.

Overslagberegninger viste, at de målte CO₂ emissioner svarer til et svind i tørvelaget på 0,6-1,0 cm for områderne med afgrøderotation, og 0,9 cm for området med permanent græs. Svindet for det permanente græsområde kan dog være overestimeret som følge af respiration af frisk biomasse.

Der er empirisk belæg for, at tørvelagets svind historisk set er større på jorder i omdrift end på jorder med permanent græs. Faktorer som forskellig mekanisk sætning af tørven, samt mekanisk findeling og komprimering af tørvelaget ved tung maskinfærdsel på omdriftsarealerne, kan muligvis være medvirkede til, at den historiske sammensyning af tørven og den nuværende biologiske CO₂ emission ikke umiddelbart kan forventes at harmonere, som indikeret i det udførte studie, der som nævnt kun dækkede et enkelt måleår.

Kartoffelkvalitet og hjælpeafgrøder

Der er ingen umiddelbar forskel på kartofler dyrket i forskellige typer af organisk materiale, da variationen inden for forsøget med efterafgrøder (hjelpeafgrøder), og hvor der i praksis ikke var væsentlig plantevækst, er på samme niveau som i forsøget med forskellige forfrugter (hjelpeafgrøder).

I projektet har både hovedafgrøder og efterafgrøder været betragtet som hjelpeafgrøder. Grunden til, at afgrøderne benævnes hjelpeafgrøder er, at afgrøderne i dette projekt skal opbygge mosen igen, og derfor ikke nødvendigvis dyrkes for udbyttepotentiale eller pga. miljøeffekter.

Der ses dog en tendens til, at forfrugten kunne have indflydelse på knoldkvalitet og udbytte, men pga. manglende gentagelser i forsøget, kan der ikke konkluderes endeligt på denne del.

Hævet vandstand i Store Vildmose

I gennemsnit er grundvandsstanden hævet med 20 cm via en jernplade i en afdræningsgrøft. Projektet har vist, at det er muligt at hæve vandstanden i tørvejorden og, at de hydrologiske forhold i jorden ikke umuliggør brugen af hævet vandstand, som det ellers blev vurderet i begyndelsen af projektet. Sensommeren og det tidlige efterår 2015 har dog været meget vådt i Store Vildmose, og det er ikke sikkert, at en hævet vandstand vil kunne opnås i tørre år. Der bør gennemføres yderligere forsøg for at belyse dette.

Mens vandstanden har været hævet, har landmanden være i stand til at køre på arealet og gøde og sprøjte. Dette første forsøg viser derfor også, at adgangsforholdene i marken er acceptable ved en hævet vandstand.

I forsøget har vandstanden indimellem været for høj i relation til markdriften, og da det er højeværdiafgrøder der arbejdes med, vil en korrekt styring være altafgørende. Derfor vil det i fremtiden være vigtigt at etablere en reguleringsmulighed i spærringen, eller at bruge reguleringsbrønde, så vandstanden kan sænkes inden kartoffeloptagning eller inden høst af en kornafgrøde.

Markedsundersøgelse foretaget af Smagen Nordjylland

Det er Smagen Nordjyllands helt overordnede konklusion, at de klimamæssige konsekvenser af dyrkning af organiske jorde, ikke spiller nogen væsentlig rolle, hverken for den almindelige forbruger eller de detailhandelsvirksomheder, der er de primære indkøbere af fødevarer i Danmark.

Hverken den almindelige forbruger eller detailhandlen synes at interessere sig for denne problemstilling. Det betragtes som en negativ historie med en kompliceret baggrund, som meget få har noget ønske om at beskæftige sig med. Det har ikke været vores formål at undersøge hvilken effekt, en større medieeksponering af problemstillingen ville kunne medføre, men det er ikke vores indtryk, at det ville betyde en væsentlig ændring i hverken private forbrugere eller detailhandlens indkøbsmønstre.

Tværfaglig kommunikation giver synergi

Igennem projektperioden i projekt Bæredygtige Vildmosekartofler, har der generelt været god mediedækning, hvilket skyldes den brede kommunikationsgruppe, og især de inddragede kommunikationsmedarbejdere hos LandboNord. Det interne samarbejde om netop kommunikationen, har været med til at sikre, at alle projektdeltagerne aktivt deltog i kommunikationen.

Den interne kommunikation har været en vigtig del af projektet og har været en medvirkende faktor til projektets succes. Især har de interne projektmøder, hvoraf flere blev afholdt som markmøder, været givtige for den tværfaglige forståelse. Også processen med at producere og opdatere de to informationsfoldere har været givende.

Det kan derfor fremadrettet anbefales, at prioritere denne videndeling på tværs af sektorer, niveauer og geografi, og således inkludere både teori og praksis.

Perspektivering

Der har igennem projektet været mange overvejelser, og midt i projektet blev det klart, at der sandsynligvis skal arbejdes på flere fronter, hvis Store Vildmose ikke skal synke med samme hastighed som tidligere. Noget af det kan der arbejdes videre med er:

1. Efterafgrøder der gror godt i spagnumjord med høj produktion af tørstof- og ligninindhold. Jorden skal være vegetationsdækket størst mulig del af året.
2. Nedmuldning af halm og øget fokus på genbrug af organiske materialer.
3. Hævet vandstand i vækstsæsonen. Det vil sandsynligvis kunne sætte vand op i 20-40 cm højde i forhold til vandstand i afvandingskanalen.

Den klimamæssige effekt af at hæve vandstanden er ikke undersøgt i projektet, men finske forskere har forsøg på dette felt.

Projektledelse

1.1 Løbende projektkoordinering

Projekt Bæredygtige Vildmosekartofler afholdte et kick-off møde med kartoffelavlere i januar 2015, 2 projektmøder med arbejdspakkeledere i januar 2014 og august 2015 og et Styregruppemøde i august 2014. Til det afsluttende projektmøde den 8. oktober 2015, blev alle involverede parter i projektet inviteret til for, at alle var orienteret om konklusionerne i projektet. Der har igennem hele projektet været løbende projektkoordinering mellem Kiba Consult Aps, SEGES og LandboNord. Arbejdspakkelederne har indgået i Projektgruppen sammen med kartoffelavler Jan Nørgaard. Kartoffelavlerne har fungeret som Følgegruppe. Der er forsøgt at holde møder således, at der altid var en kartoffelavler, en forsker og en rådgiver tilstede, dog ikke ved møder i Koordineringsgruppen.

I opstarten af projektet har det været svært at følge milepælsplanen for kommunikation, da det kan være vanskeligt at kommunikere noget ud, inden der foreligger endelige projektresultater. Projektet har på trods dette forhold, fået god omtale i mange medier. I fremtidige projekter skal det overvejes, om kommunikationsdelen ikke skal have hovedvægt i den sidste del af projektet. Det er f.eks. vigtigt at have et helt års klimagasmålinger for at kunne udtale sig bare nogenlunde nøjagtigt. Projekter med klimagasmålinger kunne med fordel strække sig over 3 år for at sikre gode gennemsnits resultater.

Projektet er stort set gennemført efter projektplanen og milepælsplanen. Et af punkterne i projektplanen, hævet vandstand/styret dræning/kontrolleret dræning blev dog fraveget i starten, dels pga. økonomi, dels at det altid er vådt om vinteren i Store Vildmose, men også pga. skepsis fra flere af projektdeltagerne. Et besøg ved den finske forsker Kriistina Regina ændrede synet på dette, da de i Finland anvender styret dræning/kontrolleret dræning i sommerhalvåret.

Det har været udbytterigt løbende at diskutere forskellige problemstillinger mellem kartoffelavlere, forskere og rådgivere samtidig, f.eks. ville kartoffelavlerne nødtigt anvende græs som efterafgrøde. I projektet groede hovedafgrøderne godt, mens det var en helt anden sag med efterafgrøderne, de have svære vækstbetingelser i spagnumjorden. Nogle af hovedafgrøder er nemmere at høste end andre, f.eks. er hampen den afgrøde der groede bedst, men også mest vanskelig at høste.

Efter Styregruppemøde med Jørgen E. Olesen i projektet, og en litteraturgennemgang på området, blev det hurtigt klart, at det, at tørvejordene synker, er en udfordring på verdensplan. Det er ikke kun i Danmark at lavbundsjordene synker, men det er i hele verden. Der er mange forskere der i øjeblikket ser på problematikken med klimagasser og tørvejorde der synker.

I slutningen af projektet blev det på et markmøde bestemt at lave konklusionen i samarbejde. Derfor mødtes alle parter hos LandboNord 8. oktober 2015 for at diskutere den endelige afrapportering af projektet, så alle kunne genkende rapporten efterfølgende.

Der er lavet et stort arbejde af Ph.D. studerende Tanka Kandel fra Aarhus Universitet, Charlotte Frihaug Olesen, Christian Søndergaard Christensen og Hans Peder Andersen fra LandboNord. De har alle sikret, at projektplan, forsøg og klimamålinger i Store Vildmosen blev godt og professionelt gennemført. Med de store nedbørsmængder i august og september var optagningen af kartoffelforsøget en stor udfordring. Kartofflerne kunne ikke tages op forsøgsmæssigt på traditionel måde, men måtte frilægges, samles op med håndkraft og vejes – et stort arbejde.

1.2 Styregruppe nedsat/møder afholdt

Der har været afholdt 3 Styregruppemøder i projektet. Den 21. januar 2014 blev der afholdt kick-off møde ved Vildmoseporten mellem alle parter i projektet.

Styregruppen har bestået af Hans Roust Thysen, SEGES, Jens Elbæk, LandboNord (nu SEGES), Jørgen E. Olesen, AU, Torben Kronborg Pihl, Region Nordjylland, Kurt Jørgensen, Smagen Nordjylland, Jan Nørgaard, Vildmosekartoflen, Kirsten Birke Lund, Kiba Consult, Charlotte Frihauge Olesen, LandboNord og Frank Bondgaard, SEGES



Billede 1. Kick-off møde ved Vildmoseporten. Foto: Frank Bondgaard

Der blev afholdt Styregruppemøde den 7. august 2014 mellem kartoffelavlere, forskere, rådgivere og projektdeltagere.

Professor Jørgen E. Olesen fortalte under mødet, at det er en stor udfordring med en stigende middelklasse i verden, samt øget forbrug af biobrændstoffer og, at forbruget af energi vokser. Dette giver pres på landbrugssektoren. Ligeledes bliver vandmangel et problem i fremtiden. Landbruget står for ca. 15-20 % af udledning af drivhusgasser. Sol og vind bidrager kun til 1 % af verdens energiforbrug. Der er lavet flere forskellige scenarier for klimforandringer og der forventes en temperaturstigning på 4 % ifølge prognoserne. Mange af de løsninger der skal løse problemet, er generelt ofte for omkostningsfulde.

Græs og efterafgrøder er nogle af de billige løsninger, som kan være med til at forbedre klimaet, og der bør sættes mere på forædling af afgrøder med et højere indhold af lignin.



Billede 2. Styregruppemøde 7. august 2014. Foto: Frank Bondgaard

På Styregruppemødet blev det diskuteret at ligninindhold i udvalgte afgrøder bør undersøges og sammenholdes med tørstofindhold og tørstofudbytte. Det hjælper ikke, at der dyrkes afgrøder med lav ligninindhold og høj omsættelighed. Der skal derfor satses på afgrøder med et højt ligninindhold og et højt tørstofudbytte. I projektet er det nødvendigt at arbejde med referencetal på udbytter og rodudbytter. Der findes sandsynligvis en del tal med rodmasse i græs og korn, mens det sandsynligvis er vanskeligt at finde disse referencer i nogle af de andre afgrøder. Dette skal kombineres med en økonomisk kalkulation i projektet, da der er forskellige frøpriser, samt at nogle afgrøder nemt kan høstes, men andre er en stor udfordring. For eksempel er det ikke nemt at få en 2,5 meter hamp igennem mejetærskeren.



Billede 3. Kartoffelavlere, forskere og rådgivere diskuterer udfordringerne i Store Vildmose. Foto: Frank Bondgaard

Den 8. oktober 2015 mødtes Styre-, Projekt- og Følgegruppe for at diskutere konklusionerne i den endelige afrapportering. Fredag den 9. oktober blev der udsendt pressemeddelelse fra projektet, og resultaterne blev præsenteret i Landbrugsavisen den 10. oktober og i Nordjyske Stiftstidende den 11. oktober.



Billede 4. Afsluttende Projektmøde. Foto Frank Bondgaard

Projektet blev kort evalueret på mødet og her nævnes nogle få af kommentarerne fra mødedeltagerne:

- a. Lidt anderledes projektkonstruktion
- b. Det har været godt at samarbejde på tværs. Godt at samarbejde direkte med forskere, det har vi alle kunnet lære noget af.
- c. Det mangler nogle konklusioner i projektet, f.eks. det med hævet vandstand.
- d. Det har været godt at have blandingen af alle parter i projektet.
- e. Kommunikationen har været en udfordring både internt og eksternt i projektet.
- f. Som forsker er det godt at blive konfronteret med virkeligheden. Det er vigtig for forskerne at være med i projekter og dette projekt har været en god oplevelse.
- g. Det har virkelig været positiv for os kartoffelavlere at møde forskerne her i projektet.
- h. Det er godt for os kartoffelavlere, at det i projektet har været muligt at lave en konklusion og at forskere og landmænd har kunnet mødes.

1.3 Projektgruppe og øvrige grupper i projektet

Følgende personer har arbejdet i projektet. Tabellen angiver hovedvægten i arbejdsopgaver, men Projektgruppen har i høj grad haft løbende tværgående samarbejde.

| | |
|---|--|
| Arbejdspakke 2 Kommunikation | Arbejdspakkeleder: Kirsten Birke Lund Charlotte Frihauge Olsen, LandboNord Christian Søndergaard Christensen, LandboNord Sanne Holm Nielsen, LandboNord Peter Küster Nielsen, LandboNord Jens Elbæk, LandboNord Frank Bondgaard, SEGES |
| Arbejdspakke 2 Markedsundersøgelse | Arbejdspakkeleder: Flemming Pedersen, AgriNord |
| Arbejdspakke 3 Baseline for kulstofnedbrydning af jord og CO₂-emmission | Arbejdspakkeledere: Kristoffer Pihl, SEGES & Lars Elsgaard, AU Tanka Kandel AU |
| Arbejdspakke 4 Test af bæredygtig produktion | Arbejdspakkeleder: Kristoffer Pihl Charlotte Frihauge Olsen, Christian Søndergaard Christensen og Jens Elbæk, LandboNord samt flere medarbejdere i LandboNord Lars Bødker SEGES AgroTech A/S (analyseafkartofler) AKV (optagning af kartofler) |

Projektgruppen har bestået af 2 projektledere igennem projektforsøget, projektchef Irene Asta Wiborg SEGES, som var med i opstartsfasen af projektet og projektleder Frank Bondgaard SEGES, der efterfølgende tog over og afsluttede projektet.

Projektgruppen har holdt 2 møder for at koordinere arbejdsindsatsen og diskutere resultater og fremdrift. Projektmøderne blev afholdt den 20. januar 2015 og den 18. august 2015.

1.3.1 Koordinationsgruppe

Igennem hele projektforsøget har der været løbende Skype-møder månedligt i Koordinationsgruppen bestående af Kirsten Birke Lund (Kiba Consult, AP2 kommunikation), Charlotte Frihauge Olsen/Christian Søndergaard Christensen (AP3 og AP4, LandboNord) samt projektleder Frank Bondgaard (AP1, SEGES)

1.3.2 Følgegruppe

I projektet har kartoffelavlerne fungeret som Følgegruppe. Ved kick-off mødet blev Jan Nørsgaard, Vildmosekartofflen valgt til at være kartoffelavlernes repræsentant i Styregruppen. Jan Nørsgaard har været Projektgruppens kontaktperson både fagligt, og i relation til kommunikation og fremdrift i hele projektforsøget.

Projektgruppen har haft projektmøde med Følgegruppen af kartoffelavlerne den 5. februar 2015, 25. august 2015 og 8. oktober 2015 for at diskutere resultater, fremdrift og kommunikationen i projektet. Mødet i august blev afholdt ude i kartoffelforsøget, hvor der blev set på kvalitet af kartofler og forsøg med hævet vandstand.

Følgegruppen af kartoffelavlere har haft stor værdi for Projektgruppe og Styregruppe igennem hele forløbet. Der har været god sparring i hele projektforsøget mellem alle parter.



Billede 5. Kvaliteten af kartofler i marken vurderes inden optagning. Foto: Frank Bondgaard

1.4 Detaljerede arbejdsplaner meldt ud

Ved projektopstart har der været udarbejdet en detaljeret milepælsplan i alle arbejdsplaner. Milepælsplanen har løbende været diskuteret og været fulgt i hovedlinjer, dog kom hævet vandstand/styret dræning/kontrolleret dræning desværre for sent ind i projektet så der ikke blev foretaget klimagasmålinger ved hævnings af vandstanden.

Arbejdsplanen for kommunikation har været en udfordring, da de endelige konklusioner i projektet på klimamålinger først var gennemarbejdet i efteråret 2015. I et projekt af denne karakter er det vigtigt at have klimagasmålinger hen over en hel vækstsæson og vinter.

1.5 Økonomiopfølgning

Der blev i maj 2015 indkøbt en hjælp til isætning af jernplade i en afvandingskanal. Der var i projektet ikke penge til at etablere styret dræning, så det var en pragmatisk løsning som stort set ville vise det samme. Senere på året ville projektlederen dog ønske, at det havde været muligt at lukke vandet ud af marken igen. For at undersøge vandstanden løbende blev der indkøbt 12 pizometre. Der var desværre ikke økonomiske midler til at foretage gasmålinger hvor vi havde vandstanden, ligeledes vil perioden have været for kort til at konkludere noget. Hovedformålet blev derfor, om det overhovedet kunne køres i marken hvis vandstanden blev hævet 30-40 cm i forhold til normal praksis, som på nuværende tidspunkt vurderes til at være realistisk.

I august og september kom der store vandmængder, og kartoffelforsøget var i fare for at komme til at stå under vand. Der blev taget en hurtig beslutning, og der blev bestilt hjælp fra AKV som kom med en frilægger. Herefter blev kartoflerne taget op manuelt med håndkraft af AKV og LandboNord, hvilket der er meget arbejde i, set i forhold til en kartoffeloptager. Hvis dette ikke var gjort i starten af september, ville det meget sandsynligt have været svært at komme med de kvalitetsundersøgelser som foreligger i projektet. Risikoen for, at kartoflerne ville have lidt skade, ville have været høj.

2. Kommunikation

Kommunikationen blev varetaget af Arbejdsgruppe 2 i projektet, og det var allerede i projektbeskrivelsen specificeret, at denne opgave skulle præges af åbenhed og, at den skulle deles mellem flere parter med hver deres vinkel på kommunikationsopgaven, for på den måde at styrke både indsamling af viden, og i forhold til formidling af mål og resultater. Arbejdet har dækket både den eksterne og den interne kommunikation.

Da projektet er meget nært knyttet til en del af projektdeltagernes erhvervsgrundlag (kartoffelavlernes) var der i Projektgruppen en del usikkerhed om hvordan og hvor meget, der skulle formidles undervejs i projektperioden. Dette har afstedkommet flere diskussioner undervejs, og det har også været medvirkende til, at projektets hovedkonklusion blev gennemgået af alle projektdeltagere på et møde den 8. oktober 2015.

2.1 Følgegruppeetablering og møder

Det blev besluttet, at alle projektdeltagerne skulle stå bag den eksterne kommunikation, og det har derfor været repræsentanter for den samlede Projektgruppe, der sammen med kommunikationsmedarbejderne har fungeret som Følgegruppe for Arbejdsgruppe 2: Kommunikation.

De øvrige deltagere i Følgegruppen har været: Irene Asta Wiborg, Frank Bondgaard, Lars Bødker og Kristoffer Pihl, SEGES; Lars Elsgaard, Aarhus Universitet, Flemming Pedersen, Smagen Nordjylland; Charlotte Frihauge Olesen og Christian Søndergaard Christensen, LandboNord samt Kirsten Birke Lund, Kiba Consult.

Følgegruppen har holdt fire møder, den 3. marts 2014, den 20. januar 2015, den 18. august 2015 og endelig den 8. oktober, hvor Styregruppen også deltog. Derudover har der været holdt to møder i mindre fora: Den 19. februar 2014, hvor bl.a. kommunikation i forhold til kickoff-mødet blev fastlagt og den 27. maj 2014, hvor især avlernes syn på folderne blev diskuteret. Endelig er kommunikationsplanen løbende diskuteret med repræsentanter for kartoffelavlerne set i relation til projektets store betydning for deres erhverv.

2.2 Kommunikationsplan/opfølgning

Tidligt i projektforløbet blev der udfærdiget en kommunikationsplan, som blev præsenteret til projektets kickoff-møde for herigennem at få tilbagemeldinger, som kunne sikre Projektgruppens enighed i forhold til hvordan, hvor meget og til hvem, der skulle kommunikeres.

Kommunikationsplanen indeholdt en oversigt over de budskaber, kanaler og målgrupper, projektet skulle fokusere på. De eksterne målgrupper omfattede f.eks. forbrugere, salgsorganisationer, andre avlere samt diverse interesseorganisationer. Projektets kommunikationsplan omfattede også en plan for en intern kommunikation, denne del af planen skulle formentlig have været mere detaljeret, da projektdeltagerne ikke havde tradition for tæt samarbejde, hvorfor arbejdet med den interne kommunikation blev mere omfattende end forventet.

Der er udarbejdet [4 kommunikationsdokumenter](#) i projektet. Disse kommunikationsdokumenter blev opdateret løbende og den 18. august 2015 blev Følgegruppen præsenteret for, hvad der foreløbig var nået i forhold til den tilrettede kommunikationsplan. Samtidig blev planen gjort så konkret som mulig, for at tydeliggøre de enkelte udeståender i forhold til planen.

Den interne kommunikation har været udfordret af, at projektdeltagerne har været "langt fra hinanden" både geografisk og arbejdsmæssigt. Optimalt ville en sådan udfordring søges løst ved at holde mange møder, men det er urealistisk i et projekt af denne art, af både tidsmæssige og økonomiske årsager. Den geografiske udfordring er i projektet søgt løst ved, at der i stort omfang er benyttet telefon, mails og Skype-møder og de arbejdsmæssige afstande er søgt minimeret ved, at de afholdte møder har sikret tid til samtaler og ikke kun oplæg, hvilket f.eks. succesfuldt er lykkedes ved, at flere af møderne har været afholdt som markmøder og, at alle møderne har omfattet tid til også at spise sammen. Begge disse tiltag styrker dialogen og dermed forståelsen, hvilket igen styrker muligheden for synergi.



Billede 6. Det har været af stor betydning for den interne kommunikation, at der ved møderne ikke kun har været afsat tid til oplæg, men også til diskussioner og alm. videndeling. Således har markmøderne været en stor succes. Foto: Kirsten Birke Lund

2.3 Møder og intern kommunikation

Som oftest er det undersøgelser, tests og forsøg samt deraf følgende resultater samt formidling heraf, der betragtes som det primære og det vigtigste i et projekt. I dette projekt har der dog også været fokus på den interne kommunikation for at sikre videndeling projektdeltagerne imellem.

Det har været en udfordring kontinuert at skulle prioritere den interne kommunikation gennem projektforsøget. Det har været uvant for flere af projektdeltagerne, at skulle afvige fra de vanlige informationsveje, for at sikre videndeling på tværs af projektdeltagerne. Der er dog ingen tvivl om, at denne videndeling har været medvirkende til projektets resultater, og det kan derfor fremadrettet anbefales, at prioritere denne videndeling på tværs af sektorer, niveauer og geografi og således inkludere både teori og praksis.

Gennem hele projektperioden har det været vigtigt løbende at diskutere delresultater og konsekvenserne af de undersøgelser, tests samt forsøg, der blev udført. Dette har været søgt gennemført via hjemmeside og mails, men vigtigst og mest udbytterigt ved intern mødeaktivitet i Projektgruppen. Flere af disse møder har været afholdt i to trin, hvor der først har været afholdt et møde i Følgegruppen, hvor foreløbig agenda, fremlæggelser, PowerPoint m.v. blev fremlagt og kommenteret, og der blev gået i detaljer med processer og resultater så usikkerheder m.v. blev afklaret. Dette bevirkede, at det efterfølgende møde med alle projektdeltagerne blev mere effektivt og udbytterigt for mødedeltagerne, hvilket er vigtigt, idet projektdeltagerne ellers kan miste interessen og nedprioritere deltagelse, hvorved muligheden for videndeling går tabt. Fremgangsmåden har været fulgt fra det første kickoff-møde, og metoden kan anbefales, da den sikrer både videndeling og en effektiv udnyttelse af deltagerens tid.



Billede 7. Et par eksempler på dialog og videndeling ved et af markmøderne. Foto: Kirsten Birke Lund

2.4 Artikler/indlæg/oplæg

2.4.1 Hjemmeside

Projektet har etableret en hjemmeside på LandbrugsInfo hos SEGES, og hjemmesiden viser projektets formål, deltagere, resultater, pressedækning, artikler og markedsføringsmateriale. Derudover er der på siden links til yderligere relevant viden, bl.a. fundet gennem litteraturstudier og projektets besøg i Finland. Link hertil: [Hjemmeside for Bæredygtige Vildmosekartofler](#)

2.4.2 Pressedækning og artikler

Projektet har haft en god pressedækning. I forhold til kontakt til pressen har projektet søgt at inddrage de til rådighed værende kompetencer, med den tættest mulige relation til projektdeltagerne. Her tænkes især på journalister og kommunikationsmedarbejdere hos LandboNord, markedsføringsmedarbejdere hos Smagen Nordjylland samt PR-medarbejdere ved Vildmoseporten. Denne nære relation til især kartoffelavlerner sikrede et større og kontinuert kendskab til projektet, samt en deraf følgende tryghed hos deltagerne. Som tidligere nævnt, var der ikke fra starten af projektet helt enighed om hverken mængden eller typen af meddelelser og artikler. Og det har derfor været debatteret af flere omgange, ligesom det har været nødvendigt flere gange undervejs at understrege, at det er projektets deltagere, der sammen kommunikerer både projekt og resultater ud. Dette blev understreget ved, at både Projektgruppe og Styregruppe deltog i et møde den 8. oktober 2015, hvor projektets konklusioner blev gennemgået og godkendt.

Allerede fra starten af projektet stod det klart, at der ikke ville være mange nyheder det første års tid af projektførelsen, og der blev derfor heller ikke brugt kræfter på at udsende regelmæssige pressemeddelelser. Kræfterne blev derimod anvendt på at søge at gøre pressen interesseret ved at kombinere nyhederne med fysiske tiltag hvor der skete noget, som det kunne være interessant for pressen at dække. Første gang var ved kickoff-mødet hvor alle projektdeltagere og Styregruppen mødtes i Vildmosen, og hvor LandboNords journalist var til stede for at rapportere og tage billeder. Anden gang var i forbindelse med opstarten af det dræningsforsøg, som én af kartoffelavlerner frivilligt meldte sig til at lægge jord til i foråret 2015. Opstarten på dette, kombineret med en gennemgang af det hidtidige arbejde i projektet, blev indskrevet i en pressemeddelelse, og gennem godt netværk fra især LandboNords journalist lykkedes det at få flere landsdækkende medier til at interessere sig for projektet. Den samlede pressedækning kan findes under [Nyheder og Pressemeddelelser](#) på LandbrugsInfo, SEGES. Tredje gang var i forbindelse med projektets afslutning, hvor en pressemeddelelse blev udsendt i tilknytning til Kartoffelfestivalen, hvorved projektet igen blev promoveret ved både festival og efterfølgende sponsormiddag (Hverken festival eller middag var en del af dette projekt).

2.4.3 Projektfoldere

Det var ikke som udgangspunkt fastlagt, at der skulle udfærdiges Projektfoldere, men der viste sig hurtigt et behov for sådan en folder i forbindelse med den eksterne kommunikation. Dels havde kartoffelavlerne behov for at kunne videregive information, dels fik projektet mulighed for at deltage i Kartoffelfestivalen, hvor det også var relevant at kunne dele informationsmateriale ud.

Den første udgave af [Projektfolderen](#) blev udarbejdet i efteråret 2014, så den var klar til efterårsferien, hvor Kartoffelfestivalen fandt sted. Projektfolderens hovedformål var at informere om projektets mål, baggrund og aktiviteter og derudover at præsentere projektets deltagere. Folderen blev løbende anvendt og revideret frem til foråret 2015.

Den anden udgave af [Projektfolderen](#) blev udgivet ved projektets afslutning. Til forskel fra den første udgave var hovedformålet med denne folder at informere om de resultater, der er opnået gennem projektforsløbet. Folderen søges udleveret sammen med den første folder for på den måde at give et bedre indblik i projektets mål, baggrund samt de aktiviteter, der har fundet sted samt en præsentation af deltagerne.

Det fælles mål for de to foldere har været, at de på en letforståelig måde skulle give udenforstående en forståelse af, hvad projektet gik ud på og give svar på de fleste "Hvad, Hvor, Hvornår og Hvorfor spørgsmål". Det oprindelige incitament til at producere folderne var således at dække et behov i forhold til den eksterne kommunikation, men det viste sig gennem projektet, at processen i forhold til udformningen af folderne var med til at sikre videndeling blandt projektdeltagerne. Det nødvendige fælles arbejde med at give en letforståelig forklaring fordrede en inddragelse af projektdeltagerne og der opbyggedes dermed en fælles referenceramme. Det har været tidskrævende, men det kan bestemt anbefales at sådanne foldere anvendes også i fremtidige projekter, og specifikt at udarbejdelsen foregår i et meget tæt samarbejde med alle projektdeltagerne. Dersom projektdeltagerne ikke forud for projektet har et tæt samarbejde, vil det sikkert være en fordel, at den første folder udarbejdes så tidligt som muligt i projektforsløbet, så alle derigennem tydeligt kan se dels projektets mål dels egne og andres roller i projektforsløbet.

2.4.4 Kartoffelfestival samt andre aktiviteter i 2014 og 2015

En del af den eksterne kommunikation er foregået ved at synliggøre projektet i forbindelse med forskellige events. Disse events har ikke været en del af projektet, men de har fundet sted i Store Vildmose, og har haft relation til kartoffelproduktion, hvorfor det har været oplagt at udnytte denne mulighed for at promovere projektet.

Kartoffelfestivalen er en årlig tilbagevendende begivenhed koncentreret omkring Vildmoseporten, Biersted Mosevej 277, 9440 Aabybro. Festivalen finder sted i efterårsferien, også kendt som "Kartoffelferien", og er en festival for hele familien, hvor der er mulighed for at opleve historien om både mose og kartoffelavl.

I forbindelse med Kartoffelfestivalen i både 2014 og 2015 blev der uddelt ca. 200 foldere til festivalgæster, ligesom der var opstillet et stort skilt ved forsøgsarealet, som er beliggende lige syd for Vildmoseporten, og pladsen ved skiltet blev benyttet som P-plads for festivalens gæster.



Billede 8. Skilt ved kartoffelforsøget i Store Vildmose. Foto: Kirsten Birke Lund

I forbindelse med [Kartoffelfestival 2015](#) havde projektet en fælles stand med de to landboforeninger, LandboNord og AgriNord, hvor Smagen Nordjylland har sæde hos sidstnævnte. Udover skilte/flag og foldere, var der også mulighed for at få mere at vide om projektets resultater, hvilket der var overvældende interesse for, da der samme morgen havde været en halvside i Nordjyske om projektet og dets resultater. Denne timing betød også, at flere af talerne ved både festivalen og den efterfølgende sponsormiddag nævnte projektet. Kartoffelfestivalens program omfattede også muligheden for at besøge en moderne kartoffelproduktion, idet Vildmosekartoffel I/S åbnede dørene for besøgende, hvor der naturligvis også blev informeret om projektet.

I forbindelse med indvielse af et andet GrønVækst-projekt "[Store Vildmose](#)" den 23. maj 2015, som ligeledes var centreret omkring Vildmoseporten, lykkedes det også at promovere projektet. Eventen omfattede guidede gå- og busture rundt i mosen. Også i den forbindelse var Kartoffelprojektet præsenteret med både skilte/flag og uddeling af foldere med yderligere oplysninger.



Billede 9. To borgmestre holdt tale ved indvielsen og blev samtidig informeret om Kartoffelprojektet. I baggrunden ses én af de to roll-ups Foto: Kirsten Birke Lund



Billede 10. Eksempel på roll-up's. Foto: Kirsten Birke Lund

Til de to events i 2015 blev der udarbejdet og anvendt følgende [markedsføringsmateriale](#) i projektet. Ved indvielsen af projektet Store Vildmose var de to roll-ups placeret ved teltet, hvor der blev serveret vildmosekartofler og vildtgrøde, hvilket derfor helt sikkert havde alle deltagernes interesse. Ved Kartoffelfestivalen var roll-ups placeret meget centralt i udstillingen, nemlig hvor der kunne hentes information om nye kartoffelsorter, ligesom der var salg af kartofler.

2.4.5 EIP AGRI i Bruxelles (European Innovation Partnership)

På to konferencer i foråret 2015 i regi af EIP-AGRI har projektet været nævnt som et skole-eksempel på den form for udviklingsarbejde, som netop EIP søger mod, nemlig fokus på reelle problemstillinger og med involvering af både avlere og forskere. Også på DG-AGRI's Workshop on "Structural realities in EU agriculture" den 20. oktober 2015 vil projektet blive vidensdelt. Det forventes, at der i den forbindelse vil blive udformet en folder på engelsk.

2.4.6 Plantekongressen 2016

Lars Elsgaard fra Aarhus Universitet præsenterer klimamålingerne og forsøgsresultaterne fra Store Vildmose på Plantekongres i januar, 2016.

2.4.7 Videnskabelig artikel 2016

Lars Elsgaard og Tanka Kandel, Aarhus Universitet, indsender ultimo 2015 en videnskabelig artikel til optagelse i tidsskriftet 'Agriculture, Ecosystems and Environment' om resultaterne vedrørende drivhusgas emission fra tørvejord under forskellige driftsformer. Arbejdstitlen på den videnskabelige artikel er: "Annual greenhouse gas fluxes from a temperate bog under natural, permanent grassland and arable management". Endelig udgivelse af artiklen kan forventes i 2016.

2.5 Delkonklusion i afsnittet Kommunikation

I forhold til **den eksterne kommunikation** var der gennem projektperioden generelt en god mediedækning, hvilket især skyldes den brede kommunikationsgruppe, og de inddragede kommunikationsmedarbejdere hos LandboNord. Udover pressen har den eksterne kommunikation bestået af hjemmeside og informationsfoldere. Også efter projektets afslutning vil der blive kommunikeret omkring projektet både som artikler og som oplæg ved kongresser.

Den interne kommunikation og det interne samarbejde om netop kommunikationen har været med til at sikre, at alle projektdeltagerne aktivt har deltaget i kommunikationen. Det har resulteret i, at den eksterne kommunikation har medført en bred berøringsflade med det omgivende samfund, både lokalt og i forhold til

natur- og landbrugssektorer. Samtidig har projektet oplevet en positiv effekt af, at pressemeddelelserne ikke kun har været set som envejskommunikation, men der er søgt og opnået en dialog med bl.a. pressen og andre aktører på området.

Den **interne kommunikation** har været en vigtig del af projektet og har været en medvirkende faktor til projektets succes. Især har de interne projektmøder, hvoraf flere blev afholdt som markmøder, været givtige for den tværfaglige forståelse. Det har været givende, dels at gennemføre processen med at producere og opdatere de to informationsfoldere dels i et bredt fællesskab at udforme den endelige konklusion på projektet. Det kan derfor fremadrettet anbefales, at prioritere den interne kommunikation og dermed videndeling på tværs af sektorer, niveauer og geografi og således inkludere både teori og praksis.

Effekten af projektets fokus på den interne kommunikation er ikke kun synlig i projektet, men vil uden tvivl blive båret videre. Der er opnået et kendskab og en gensidig tillid og respekt, som betyder, at deltagerne fremadrettet vil have lettere ved den tværfaglige kommunikation, hvilket uden tvivl vil afføde yderligere synergi til gavn for erhvervet.

2.6 Markedsundersøgelse/opfølgning

Markedsundersøgelsen blev gennemført af [Smagen Nordjylland](#). Formålet med undersøgelsen var at afklare, den indvirkning en evt. forbedret bæredygtighed ville have for de endelige forbrugere. Undersøgelsen er tilrettelagt i samarbejde med repræsentanter for kartoffelavlerne, og forud for undersøgelsen debatterede projektdeltagerne, dels hvilken indflydelse en undersøgelse ville have, dels hvad formålet med undersøgelsen skulle være.

2.6.1 Formål med markedsundersøgelsen

Det primære formål med markedsundersøgelsen, har været at undersøge hvilken effekt [Consitos](#) rapporter om de miljømæssige problemer ved dyrkning af organiske jorde, som f.eks. Store Vildmose, har på den almindelige forbrugers valg af fødevarer som f.eks. kartofler. Der tages her især udgangspunkt i rapporten [Organiske lavbundsjorder – natur-, miljø- og klimagevinster](#).

Sekundært ønskede vi at undersøge om forbrugernes holdning indirekte havde nogen indflydelse på de store detailhandelskæders indkøbsmønstre. Ville kæderne f.eks. se bort fra miljøbelastende produkter i deres kampagner, eller på anden måde nedtone disse produkters eksponering.

2.6.2 Markedsundersøgelsen

I foråret 2014 gennemførte vi, i forbindelse med fødevaremarkedet på Nordkraft i Aalborg, en undersøgelse blandt kunderne på markedet. Vi kunne her konstatere, at kendskabet til Consitos rapporter og hele problematikken omkring dyrkning af lavbundsarealer, var meget lidt udbredt. Ingen respondenter kunne genkende indholdet af Consitos rapport uhjulpet, og kun enkelte mente efter en kort forklaring, at kunne genkende problematikken om nedbrydning af organiske jorde og den deraf følgende CO₂ frigørelse.

På den baggrund valgte vi i Nordjylland at opdele undersøgelse i to.

- En undersøgelse af almindelige privatforbrugere, gennemført som en blanding af almindelige interviews i forskellige sammenhænge, dels som telefoninterviews med ca. 20 husmoderforeninger og andre forbrugersammenslutninger, rundt om i Danmark.
- Interview med en række personer fra Danmarks to største dagligvarekæder, COOP og Dansk Supermarked. Her har det primært været personer med tilknytning til indkøb eller med ansvar for kommunikation, der har været vores respondenter.

Før vi tog kontakt til respondenterne, har vi på forhånd undersøgt deres generelle holdninger til miljøspørgsmål, som den kommer til udtryk på deres respektive hjemmesider, i dagspressen eller andre publikationsformer.

Oprindeligt var det tanken at præsentere tre forskellige scenarier for begge grupper respondenter. Et positivt, hvor mosens nedbrydning blev stoppet og vendt gennem tilførsel af biologisk materiale, et negativt hvor nedbrydningen ikke kan stoppes og et neutralt hvor nedbrydningen kan stoppes eller hvor det viser sig at dyrkningens indflydelse er så lille, at det i realiteten ikke har nogen signifikant betydning. Det viste sig dog hurtigt at beskrivelsen af disse tre scenarier absolut ingen betydning havde for resultatet af undersøgelsen.

De spørgsmål der har dannet udgangspunkt for telefoninterviewene er listet i bilag 1.

2.6.3 Diskussion

Som udgangspunkt er kendskabet til hele problemstillingen omkring dyrkning af lavbundslande og såkaldte organiske lande meget lille hos de respondenter vi har talt med hos de to supermarkedskæder. Ingen af de adspurgte kunne nævne Consito ved navn, eller genkende problemstillingen omkring nedbrydningen af humusholdige lande og den deraf følgende CO₂ belastning.

På et mere bredt formuleret spørgsmål om klima og miljøets indflydelse på kædernes indkøbsmønstre, svarer begge kæder, at miljø er et væsentligt og centralt emne, som man holder nøje øje med, og som i visse tilfælde ville kunne betyde, at man ikke ønsker et specifikt produkt i sortimentet. Et spørgsmål om konkrete eksempler, er der dog ingen der ønsker at besvare.

Begge kæder svarer også, at man først og fremmest søger at tilbyde så bredt et sortiment som muligt, og primært vil overlade det til den enkelte forbruger at tage stilling til produkternes miljøprofil.

Man kunne så forestille sig, at enkelte varer, f.eks. i kraft af deres position på markedet, ville blive tolereret, dog uden, at man fra kædernes side ønskede at promoverer dem. Det kunne f.eks. være et populært produkt med en meget dårlig miljøprofil.

Det ser dog ikke ud til at være tilfældet. Ingen af kæderne udtrykker forbehold overfor at sætte sådanne varer på tilbud, eller placere dem på forsiden af f.eks. tilbudsaviser.

Mere generelt, anses dyrkningen af landbrugsprodukter på inddæmmede arealer, ikke som noget centralt miljømæssigt problem. Alle de professionelle personer vi har talt med kender begrebet CarbonFootprint. Det er dog ikke noget man ønsker at drage ind i sin markedsføring, da det anses for negativt ladet og formidlingsmæssigt er svært at forklare på en let tilgængelig måde.

En enkelt respondent hos en af kæderne fremhævede, at en del kinesiske varer var blevet fravalgt på en blanding af miljøbekymring og fødevarer sikkerhed.

I øjeblikket arbejder man primært med begreber som "lokalproducerede" og "danske produceret". Man ønsker på den måde at give produkterne troværdighed gennem nærhed og lægge afstand til hvad man kunne kalde "industrifødevarer". Generelt er man ikke særlig interesseret i negative historier og slet ikke om danske produkter.

I forhold til resultater og diskussion af de private forbrugerorganisationer, så må man sige, at kendskabet til Consitos rapporter og problematikken med nedbrydning af organiske lande er ekstremt begrænset blandt almindelige forbrugere.

Der er ingen af de adspurgte kredsformænd vi har talt med, der har hørt om Consitos rapport, som er udgangspunktet for dette projekt. Mere generelt siger de samme formænd, at CO₂ og CarbonFootprint, er alt for diffuse emner at tage op i de forbrugerfora de repræsenterer.

Her arbejder man primært med nære ting. Ting som sundhed, varedeklarationer, lokale råvarer eller dyrevelfærd. Ting der er let tilgængelige for et bredt publikum, og som man forholdsvis hurtigt kan tage stilling til.

I forbindelse med undersøgelsen, har vi også spurgt ind til forbrugerforeningernes holdning til forskellige produktionsmetoder. Her er det værd at bemærke, at dansk producerede fødevarer generelt ikke anses for nær så "mistænkelige" i miljøbelastnings-, sundheds- og deklarationsmæssig sammenhæng, som udenlandske. Er varerne "lokalproducerede" er varerne pr. definition troværdige.

En enkelt kredsformand gik så vidt som til at bemærke, at en dansk produceret fødevarer "da vel umuligt kunne være et miljømæssigt problem"

I forhold til de "professionelle forbrugere", så efter at have talt med de ca. tyve respondenter fra forskellige private forbrugerorganisationer, uden at have fået nogen positiv respons på kendskabet til Consitos arbejde med organiske jorde, forsøgte vi at brede vores undersøgelse ud. Formål var at finde ud af hvem der arbejder med disse problemstillinger, hvis nogen overhovedet.

Vi har her talt med flere professionelle forbrugerorganisationer og fødevarerfællesskaber som må formodes at arbejde mere intensivt med miljø og fødevarer.

Igen er kendskabet til Consitos rapport meget begrænset. De eneste vi har kunnet finde, der umiddelbart kunne nikke genkendende til problemstillingen om dyrkning af organiske jorde, er Økologisk Landsforening. Og her henviser man til en "ekspert på området".

2.6.4 Konklusion af markedsundersøgelse

Det er Smagen Nordjyllands helt overordnede konklusion, at de klimamæssige konsekvenser af dyrkning af organiske jorde, ikke spiller nogen væsentlig rolle, hverken for den almindelige forbruger eller de detailhandelsvirksomheder, der er de primære indkøbere af fødevarer i Danmark.

Hverken den almindelige forbruger eller detailhandlen synes at interessere sig for denne problemstilling. Det er en negativ historie med en kompliceret baggrund, som meget få har noget ønske om at beskæftige sig med. Det har ikke været vores formål at undersøge hvilken effekt, en større medieeksponering af problemstillingen ville kunne medføre, men det er ikke vores indtryk, at det ville betyde en væsentlig ændring i hverken private forbrugers eller detailhandlens indkøbsmønstre.

3. Baseline for kulstofnedbrydning

3.1 Beskrivelse af eksisterende produktion og identifikation af problemstillinger

Landbrugsproduktionen i Store Vildmose domineres af produktionen af kartofler, der på grund af tørvejordens særlige egenskaber kan dyrkes i en meget høj kvalitet. På omdriftsjorden dyrkes der derfor kartofler i sædskifte med vårbyg eller vårhavre på stort set alle arealerne. Sædskiftet sikrer sunde kartofler. Vildmosekartoflerne har i august 2015 en afregningspris hos avleren der er ca. 1 kr. pr. kg, højere end for spisekartofler dyrket på sandjord, svarende til en merpris på ca. 60 %. Der er altså i høj grad tale om et højværdiprodukt. Avlernes økonomi domineres af afkastet fra kartoffelproduktionen, og kornafgrøderne dyrkes primært for sædskifte effekten, om end kornet naturligvis også giver et afkast. Et typisk kartoffelsædskifte i mosen er vårkorn- vårkorn-kartofler, hvor vårkornet kan være enten vårbyg eller vårhavre. Staten ejer ca. 900 ha i mosen, der dyrkes med permanent græs og som afgræsses af kreaturer.

Opdyrkningen af Store Vildmose skete fra 1921 og frem, hvor staten opkøbte og påbegyndte opdyrkningen af de første 280 ha mosejord (Hansen, 2008). Opdyrkningen var stort set afsluttet ved slutningen af 2. verdenskrig. I starten dyrkedes der græs, med henblik på afgræsning, men fra 1940 og frem overgik produktion mere og mere til at være domineret af kartoffelproduktion (Svendsen, 2012). Fra 1970'erne og frem var kartoffelproduktion den dominerende produktion på omdriftsjorden i mosen.

Mosen er opbygget fordi nedbrydningen af sphagnum mossernes biomasse er langsommere end produktionen af ny biomasse i højmosen. Det skyldes den lave pH og de iltfrie forhold i den vandmættede og sure mose. Ved opdyrkningen af mosen er dræning en uomgængelig nødvendighed, og når jorden ikke længere er vandmættet, vil jorden blive iltet og pH-forholdene ændres. Det medfører, at mikroorganismer nedbryder tørvejorden. Desuden trykker kørsel med tunge traktorer og maskiner den bløde og porøse tørvejord sammen. De opdyrkede dele af mosen har da også sat sig betydelig siden opdyrkningens begyndelse, hvilket illustreres af, at det har været nødvendigt at omdræne de fleste arealer en eller to gange siden den første opdyrkning af arealer fandt sted, for at bevare en forsvarlig drænydbø. Det er altså uomtvisteligt at afvandingen og opdyrkningen af mosen har bidraget til, at tørvejorden i mosen synker.

Det antages ofte, at der er forskel på hvor meget dyrkningen af forskellige afgrøder påvirker afbrændingen af mosejorden. I folkemunde siges det, at der afbrændes ca. en cm mosejord pr. år ved dyrkning af permanent græs, to cm pr. år ved dyrkning af korn, og ca. tre cm pr. år ved dyrkning af kartofler. Denne tommelfingerregel er også nævnt i Concitos rapport om organiske lavbundsjord (Rosing et al. 2013). Rationalet er, at jo mere jorden bearbejdes, jo mere stimuleres omsætningen af tørvejorden. Der er dog ingen videnskabelig dokumentation for i hvilket omfang selve afgrøden skulle påvirke omsætningen af tørvejorden. Dette er derfor undersøgt som en del af herværende projekt i aktiviteten "baseline for kulstofnedbrydningen af jord og CO₂ emission".

3.2 Arealanvendelsens påvirkning på CO₂-emissionen

3.2.1 Valg af forsøgsarealer

Formålet med indsatsen i Aktivitet 3.2 var at måle den årlige emission af drivhusgasser (CO₂, CH₄ og N₂O) fra driftsformer med henholdsvis kartoffelsædskifte og vedvarende græs. Herigennem belyses driftsformens betydning, dels for den samlede klimabelastning, men også specifikt i relation til nedbrydning af humus i de to situationer. Som reference til de landbrugsmæssige driftsformer måles ligeledes hvilken emission, der er forbundet med naturlige moseområder.

Sideløbende var sigtet i Aktivitet 4.4 at måle de årlige drivhusgas-emissioner fra arealer i omdrift, hvor pH i jorden varierer, idet det antages at lav pH er med til at begrænse den mikrobielle aktivitet i jorden og derved nedsætte emissionen af CO₂. Det blev oprindeligt foreslået, at etablere en kunstig-pH forskel ved at hæve pH ved kalkning på en del af et sammenhørende areal med lav pH. Tilførsel af kalk til en sur jord vil dog medføre en CO₂ afdampning fra kalken, hvilket vil forstyrre klimagasmålingerne. Samtidig var det uvist i hvilket omfang, der ville kunne etableres en betydende pH-forskel på de pågældende arealer. Derfor blev det tidligt besluttet at gennemføre forsøget ved at måle klimagasemission på to naboarealer med samme afgrøde, men med en allerede kendt og betydelig forskel i reaktionstal (pH).

På baggrund af disse overvejelser blev der samlet for Aktivitet 3.2 og 4.4 opstillet en række kriterier som arealerne skal opfylde.

1. Arealerne skal repræsentere de forskellige afgrøder der dyrkes i mosen. Der skal inkluderes et område i den udrænede højpose.
2. Arealerne skal være i en afstand fra hinanden, så målingerne rent logistisk kan gennemføres. Det vil sige ca. 15 min. gang mellem arealerne eller, at de i det mindste ligger i to afgrænsede områder
3. To af arealerne med samme afgrøde skal have en betydelig forskel i jordens reaktionstal (pH), gerne en hel pH enhed eller mere fx 1,5 - 2 enheder (1 pH enhed modsvarer en faktor 10 i forskel på koncentrationen af H⁺ ioner). Arealerne skal have samme afgrøde, og arealer med kartofler fortrækkes. Disse arealer skal bruges til gennemførelse af Aktivitet 4.4.

Der er kun få arealer med højpose tilbage i Store Vildpose, hvilket begrænser antallet af mulige forsøgsområder. Der blev valgt et areal i nærheden af Blokhusvej med en aktiv højpose, der aldrig har været drænet og dyrket. Cirka 0,5 km fra højposearealet ligger en mark med kartofler og en mark med permanente græsletter, der også blev fundet velegnede til den planlagte monitoringsopgave. Arealerne er altså valgt fordi de opfylder kravene til målesteder og samtidig ligger så tæt på hinanden, at én mand kan udføre gasfluxmålingerne samtidig på arealerne. Målingerne på disse arealer opfylder Aktivitet 3.2.

I mosen dyrkes kartofler og vårkorn i sædskifte, og det var derfor vigtigt, at arealer med vårkorn også blev inkluderet. Dette lod sig gøre i form af to nabomarker med vårhavre, der desuden havde en forskellig pH værdi på henholdsvis 3.9 og 4.7. Det er en mindre forskel end de 1,5 – 2 pH enheder der var ønsket, men det er ikke muligt at finde egnede marker med større pH spredning og samme afgrøde. Opkalkning til større pH forskel vil, som beskrevet, formentlig gøre klimagasmålingerne upræcise på grund af CO₂ afdampning fra det tildelte kalk. Det er ikke muligt at finde marker med kartofler med tilpas stor pH spredning, derfor blev det valgt at måle i vårhavre. Da resultaterne af klimagasmålingerne ikke viste forskel mellem afgrøderne, er det mindre væsentligt, at målingerne fandt sted i vårhavre og ikke i kartofler. De to marker med vårhavre ligger i en afstand på ca. 3 km fra det første område, hvor de øvrige driftsformer blev undersøgt. Målingerne på de to havremarker opfylder Aktivitet 4.4 og komplementerer Aktivitet 3.2. En oversigt over de to måleområder er vist på Figur 1. For overskuelighedens skyld, behandles resultaterne fra de to måleområder samlet i den nedenstående beskrivelse af forsøgets resultater.



Figur 1. Oversigt over de fem måleområder i Aktivitet 3.2 og 4.4. Område 1: havremark, lav pH; Område 2: havremark, høj pH; Område 3: permanent græs; Område 4: kartoffelmark; Område 5: naturlig mose. Placering af målerammer for klimagas målinger er vist. Cirkler angiver rør til måling af jordrespiration (6-8 rør per område); firkanter med hvid skrift angiver 55 x 55 cm rammer til måling af alle tre drivhusgasser - CO₂, CH₄ og N₂O (tre rammer per område).

3.2.2 Måling af økosystem-respiration og fluxe af CH₄ og N₂O

Økosystem-respiration (CO₂) og fluxe af CH₄ og N₂O blev målt med todelte statiske kamre, som tidligere beskrevet i detaljer af Petersen et al. (2012). I hvert af de fem måleområder, blev der nedsat tre målerammer (55 x 55 cm) til en jorddybde på 10 cm og med en indbyrdes afstand på 5-10 meter for at dække områdets variation på mindre skala. I kartoffelmarken blev målerammerne placeret, så de centralt dækkede en kartoffelkam. Målerammerne er forsynede med en ydre horisontal flange (5 cm bred), der fungerer som støtte og bund for det øvre flux kammer, der placeres på rammen ved målinger. Rammerne blev installeret 28. maj 2014 to uger inden selve målingerne startede, så effekter af jordforstyrrelse blev minimeret. I det naturlige moseområde var jorden vandmættet i næsten hele måleperioden, og der blev anlagt gangbroer (1 x 1 m) foran målerammerne for at undgå forstyrrelse af jorden (og gasprofiler i jorden) ved færdsel og arbejde i forbindelse med målingerne. I det naturlige moseområde og på den permanente græsmark forblev rammerne i jorden gennem hele den ét-årige måleperiode. I kartoffelmarken blev rammerne midlertidigt taget op i forbindelse med markoperationer (høst af kartofler og etablering af efterfølgende afgrøde). I havremarkerne blev rammerne ligeledes taget midlertidigt op i forbindelse med etablering af de efterfølgende afgrøder. Måleområdet på den permanente græsmark blev hegnet ind med elektrisk tråd for at undgå, at græssende kreaturer skulle ødelægge målerammerne. I løbet af maj 2015 var den elektriske indhegning ude af drift,

hvilket medførte at rammerne blev ødelagt og nye måtte indsættes inden den sidste måling. Dette medførte desuden, at græsudbyttet ikke kunne bestemmes, da det utilsigtet var afgræsset.



Figur 2. Til venstre: målerammer og rør (forstørret cirkel) nedsat i kartoffelmark ved forsøgets start. Til højre: nærbillede af ramme nedsat i den permanente græsmark. Foto: Tanka Kandel

Fluxe af CO_2 , CH_4 og N_2O blev målt ved at placere hvide PVC kamre (60 x 60 x 41 cm) på hver måleramme i en periode på op til 1 time. I løbet af denne periode blev der udtaget 4 gasprøver fra kamrene med en 10-mL gassprøjte. Gasprøverne blev overført til gastætte glasrør med butyl prop og bragt tilbage til laboratoriet for gaskromatografisk bestemmelse af CO_2 , CH_4 og N_2O på en Agilent 7890 GC forsynet med en CTC CombiPal autosampler (Agilent, Nærum, Danmark). GC systemet blev konfigureret og kalibreret som beskrevet af Petersen et al. (2012).



Figur 3. Til venstre: målekasser placeret på rammer i kartoffelmark ved måling af gas fluxe. Til højre: nærbillede af udtagning af gasprøver med 10-mL sprøjte. Foto: Tanka Kandel

Flux målingerne blev udført med ugentlige intervaller fra juni til september 2014, og herefter med 2-ugers intervaller. Det betyder, at der blev afviklet 33 målekamper i løbet af den ét-årige måleperiode. På hver måledag blev der målt mellem kl. 10:00 og 13:00, og for at undgå systematiske effekter, blev målingerne startet i et nyt område på hinanden følgende måledage.

Beregning af fluxe blev udført ved hjælp af HMR metoden (Pedersen et al., 2010), der er tilgængelig som add-on pakke i statistikværktøjet R (R Core Team, 2014).

3.2.3 Måling af jordrespiration

Jordrespirationen blev målt med en plante-eksklusions metode ved brug af PVC rør (diameter, 10 cm; længde, 40 cm), de blev nedsat i jorden til 38 cm dybde. I det naturlige moseområde og den permanente

græsmark blev seks rør nedsat på steder, hvor vegetationen var fjernet manuelt. Rodrester i rørene kunne ikke fjernes fuldstændigt. I havremarkere blev seks rør nedsat i hver mark mellem planterækker, og uden at inkludere anden vegetation. I kartoffelmarken blev fire rør nedsat på toppen af kartoffel kammene mens andre fire rør blev nedsat mellem kartoffel kammene. Rørene blev midlertidigt taget op i forbindelse med markarbejde i kartoffelmarken og i det ene af områderne med havre (lav pH), hvor der efterfølgende skulle dyrkes kartofler. Ukrudt, der voksede frem i rørene, blev fjernet manuelt inden hver målekampagne. Da målekampagnerne var hyppige medførte dette kun begrænset forstyrrelse af jorden.

Fluxe af CO₂ blev målt med et Li-Cor 8100 soil respiration system (Li-Cor, Lincoln, NE, USA) med et 10-cm flux kammer der passede til toppen af de nedsatte PVC rør. Målingerne blev udført på samme dage og i samme tidsrum som målingerne af økosystem-respiration (CO₂) og fluxe af CH₄ og N₂O. Hver måling af jordrespiration forløb over 1 minut, med måling af CO₂ koncentration hvert sekund. Fluxe blev beregnet med Li-Cor File Viewer software (v3.0, LICOR Instruments).

3.2.4 Målinger af miljømæssige parametre og biomasse

Piezometerrør (diameter, 6 cm) blev installeret tæt ved hver måleramme for at kunne måle grundvandsstanden (GVS) manuelt. Piezometerrørene blev nedsat til 1 meters dybde i det naturlige moseområde og til bunden af det organiske lag i de øvrige områder (dvs. til toppen af det underliggende sandlag). På græsmarken var tørvedybden cirka 90 cm; på de dyrkede marker var den mindre end 50 cm.

Jordtemperaturer i 5 cm dybde blev logget kontinuert (med 1 times mellemrum) ved hjælp af HOBO temperatur sensorer (Onset Computer Corporation, Bourne, MA, USA). To sensorer blev anbragt i det naturlige moseområde og den permanente græsmark, mens én sensor blev anbragt i hver af de to nabomarker med havre. I kartoffelmarken blev én sensor anbragt i en kartoffelkam, mens en anden sensor blev anbragt mellem to kartoffelkamme.

Udviklingen i overjordisk biomasse blev målt ikke-destruktivt som ratio vegetation index (RVI) ved hjælp af en håndholdt SpectroSense 2+ med SKR1800 sensorer (Skye Instruments, Powys, UK). RVI blev målt for uforstyrret vegetation i hver måleramme lige inden måling af gasfluxe.

I havremarkerne blev overjordisk biomasse i rammerne høstet manuelt på samme tidspunkt som høst af de omkringliggende marker. Biomassen blev nedtørret ved 60 °C for bestemmelse af tørstof indhold. Overjordisk vegetation blev ikke fjernet fra det naturlige moseområde, mens der blev høstet ét slæt græs fra den permanente græsmark (7. juli 2014).



Figur 4. Til venstre: bærbart udstyr til måling af jordrespiration. Til højre: måling af biomasse udvikling ved RVI metoden. Foto: Tanka Kandel og Hans Peder Andersen

3.2.5 Målinger af jordfysiske og kemiske parametre

Jordprøver blev udtaget i 0-25 cm dybde fra alle fem områder og ligeledes fra 25-50 cm dybde i de fire områder under landbrugsmæssig drift. Jordens volumen-vægt blev målt efter tørring af volumenfaste prøver ved 80 °C til konstant vægt. Yderligere blev jordens indhold af kulstof (C) og kvælstof (N) målt i de tørrede jordprøver ved hjælp af en Thermo Fisher C/N analyser.

Jordprøver til måling af mineralsk kvælstof (nitrat og ammonium) blev udtaget ved alle flux kampagner på nær enkelte i foråret 2015. Prøverne blev udtaget fra 0-20 cm dybde og gemt ved -18 C for senere analyse af udvalgte jordprøver. Analyserne rettede sig sluttelig mod prøver fra kartoffelmarken, hvor der blev observeret betydelige emissioner af lattergas (N₂O). Ekstraktion og måling af mineralsk N blev udført som bekræftet tidligere (Kandel et al., 2013).

Jordens pH blev målt med glas elektrode i opslemmede jordsuspensioner med svag saltopløsning.

3.2.6 Kumulative årlige emissioner

Kumulative emissioner af CO₂ (økosystem respiration og jordrespiration) blev beregnet ud fra empirisk modellering af CO₂ fluxe og ekstrapolering af de opnåede modelparametre i forhold til kontinuerede tidsserier af de bestemmende variable, nemlig temperatur og RVI for økosystem respirationen og temperatur for jordrespiration.

Proceduren for modellering og ekstrapolering af økosystem respiration fulgte i hovedtræk den metode, der er beskrevet af Kandel et al. (2013), dog blev der anvendt en to-delt Lloyd-Taylor model, hvor bidrag fra jord og planter beskrives separat:

$$ER = A \times e^{-E/(T_{soil}-T_0)} + (\beta \times RVI) e^{-E/(T_{air}-T_0)}$$

hvor A er en pre-exponentiel factor, E er en sensitivetsparameter, T_{soil} er jordtemperatur, T_0 er en temperatur konstant (-46 C), T_{air} er luft temperatur og β er en skaleringsparameter for RVI. Jordrespiration blev modelleret ved brug af første led af modellen for økosystem respiration.

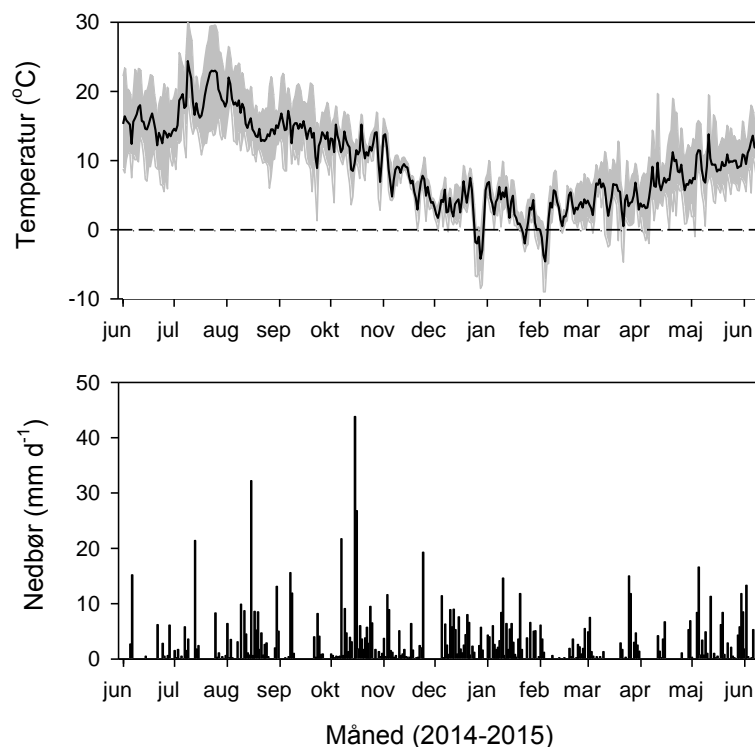
Til ekstrapolering blev benyttet kontinuerede serier af temperatur fra hvert individuelt måleområde. Kontinuerede serier af RVI blev konstrueret for hver måleramme. Alle modelleringer af CO₂ fluxe blev udført for individuelle målerammer og rør. De endelige resultater opgives som middelværdi og standardfejl (standard error, SE) i forhold til den rumlige variation. Modellerings-usikkerheden er ikke kvantificeret.

Kumulative emissioner af N₂O og CH₄ blev beregnet ved lineær interpolation mellem data fra de enkelte målekampagner (Petersen et al., 2012). Dette skyldes, at der ikke er generelle empiriske modeller for emission af disse to gasser. Kumulative emissioner blev beregnet for alle individuelle målerammer og rør; de endelige resultater opgives som middelværdi og standardfejl for den rumlige variation. Modellerings-udsikkerheden er ikke kvantificeret.

For at beregne det samlede klimaaftryk for de tre drivhusgasser omregnes N₂O og CH₄ til CO₂-ækvivalenter ved multiplikation med henholdsvis en faktor 298 og 25 (IPCC, 1996)

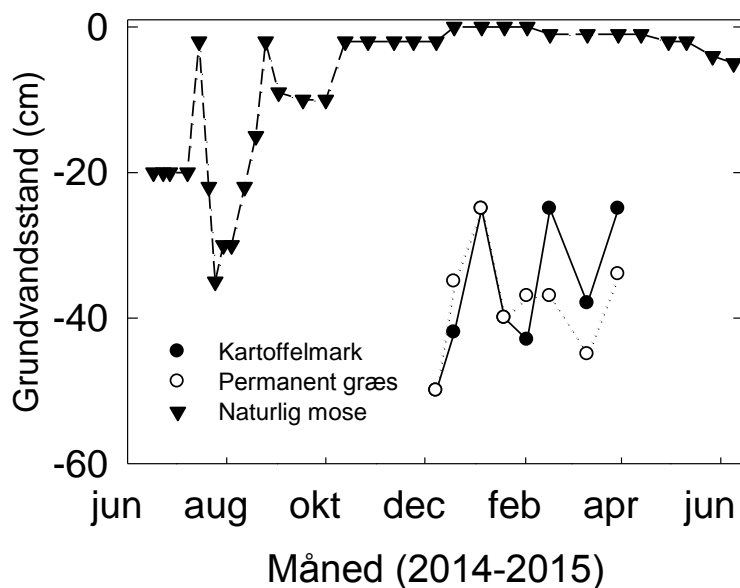
3.2.7 Resultater – klima, miljømæssige parametre og plantevækst

Den årlige middeltemperatur i måleperioden var 9.3 °C, hvilket er omkring en grad varmere end langtids-normalen. Året var vådt med en samlet nedbørsmængde på 966 mm. Særlig kraftige nedbørshændelser forekom i oktober 2014.



Figur 5. Luft temperatur og nedbør i forsøgsperioden. Temperaturer (øverst) er vist som døgn-middel (sort kurve) samt minimum og maksimum (grå skravering).

Grundvandsstanden på havremarkerne var dyb i hele måleperioden, og nåede aldrig op i det organiske lag (Figur 6). I kartoffelmarken og på det permanente græsareal kom grundvandet i perioder op til 25 cm under jordoverfladen. I det naturlige moseområde var grundvandsstanden tæt på jordoverfladen i hele måleperioden med undtagelse af sommeren 2014, hvor grundvandet faldt til 35 cm under jordoverfladen.



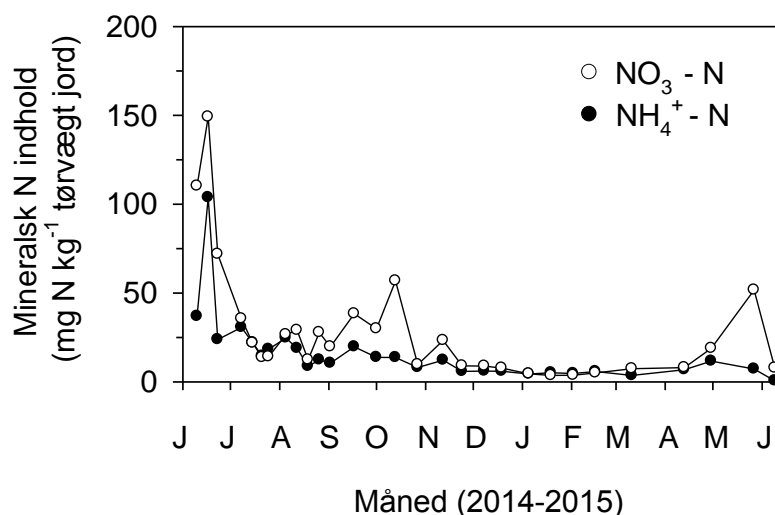
Figur 6. Grundvandsstand i måleområderne. I de to havremarker var grundvandet altid dybere end det organiske lag.

Tørvedybden i omdriftsmarkerne var mindre end 50 cm. Jordprøver fra dybdeintervallet 25-50 cm indeholdt således også sand. På den permanente græsmark var tørvedybden 90 cm. Øvrige jordparametre er vist i Tabel 1. Densiteten i det øverste 0-25 tørvelag var 29-38 % højere i omdriftsmarkerne end i den permanente græsmark. Til sammenligning var C indholdet (Mg ha^{-1}) 12 % lavere i omdriftsmarkerne end i den permanente græsmark.

Indholdet af ammonium og nitrat i kartoffelmarken er vist i Figur 7. Indholdet var højest i juni og oktober.

Tabel 1. Indhold af kulstof og kvælstof, samt densitet og pH i de fem måleområder.

| Driftsform | Total C Mg ha^{-1} | Dybde (cm) | C (%) | N (%) | C:N | Densitet g cm^{-3} | pH |
|----------------|--------------------------------|---------------|----------|----------|-----|--------------------------------|-----|
| Havre, lav pH | 434 | 0-25 | 34 | 1.39 | 25 | 0.28 | 3.9 |
| | | 25-50 | 16 | 0.67 | 25 | 0.48 | |
| Havre, høj pH | 322 | 0-25 | 32 | 1.34 | 24 | 0.27 | 4.7 |
| | | 25-50 | 6 | 0.25 | 24 | 0.74 | |
| Kartoffelmark | 351 | 0-25 | 33 | 1.41 | 24 | 0.29 | 3.9 |
| | | 25-50 | 6 | 0.30 | 20 | 0.74 | |
| Permanent græs | 418 | 0-25 | 39 | 1.86 | 21 | 0.21 | 4.2 |
| | | 25-50 | 34 | 1.21 | 28 | 0.27 | |
| Naturligmose | NA | 0-25 | 41 | 1.30 | 32 | NA | 3.3 |



Figur 7. Jordens indhold af ammonium (NH_4^+) og nitrat (NO_3^-) i kartoffelmarken gennem måleperioden.

3.2.8 Resultater – flux af drivhusgasser

Den gennemsnitlige økosystem respiration var højest i havremarken med højt pH og lavest i det naturlige moseområde (Tabel 2). De øvrige tre områder havde en intermediær og sammenlignelig respiration. Økosystem respirationen var korreleret til biomasse og temperatur på alle fem måleområder, undtagen i det

naturlige moseområde, hvor korrelationen ikke var signifikant for biomasse. Den manglede korrelation mellem økosystem respiration og biomasse i det naturlige moseområde skyldtes den konfunderende effekt af grundvandsstand - økosystem respirationen var høj i perioder med lav grundvandsstand, hvor biomassen ikke var på sit maksimale niveau.

Tabel 2. Gennemsnitligt økosystem respiration i de fem måleområder på baggrund af alle målinger. Korrelation til henholdsvis biomasseudvikling og temperatur er også vist.

| Driftsform | Økosystem respiration g CO ₂ m ⁻² h ⁻¹ Middel ± standardfejl | Korrelation biomasse | Korrelation temperatur |
|----------------|---|-------------------------|---------------------------|
| Havre, lav pH | 0,79 ± 0,13 | r = 0,80 | r = 0,70 |
| Havre, høj pH | 1,00 ± 0,17 | r = 0,86 | r = 0,67 |
| Kartoffelmark | 0,72 ± 0,26 | r = 0,74 | r = 0,80 |
| Permanent græs | 0,52 ± 0,19 | r = 0,67 | r = 0,71 |
| Naturlig mose | 0,24 ± 0,13 | r = -0,11 | r = 0,69 |

Den gennemsnitlige flux af CO₂ fra jordrespiration, lattergas og metan er vist i Tabel 3. De mest betydende forskelle var primært knyttet til en lavere jordrespiration og lattergas emission fra den naturlige mose; en højere lattergas emission fra kartoffelmarken og en højere metan emission fra den naturlige mose.

Tabel 3. Gennemsnitlig jord-respiration, lattergas emission og metan emission i de fem måleområder på baggrund af alle målinger.

| Driftsform | Jord-respiration mg CO ₂ m ⁻² h ⁻¹ Middel ± standardfejl | Lattergasemission µg N ₂ O m ⁻² h ⁻¹ Middel ± standardfejl | Metanemission µg CH ₄ m ⁻² h ⁻¹ Middel ± standardfejl |
|----------------|---|---|--|
| Havre, lav pH | 257 ± 27 | 61 ± 40 | 19 ± 13 |
| Havre, høj pH | 322 ± 30 | 15 ± 6 | 17 ± 13 |
| Kartoffelmark | 275 ± 31 | 448 ± 180 | -3 ± 5 |
| Permanent græs | 428 ± 53 | 29 ± 6 | -20 ± 8 |
| Naturlig mose | 94 ± 20 | 3 ± 3 | 1966 ± 220 |

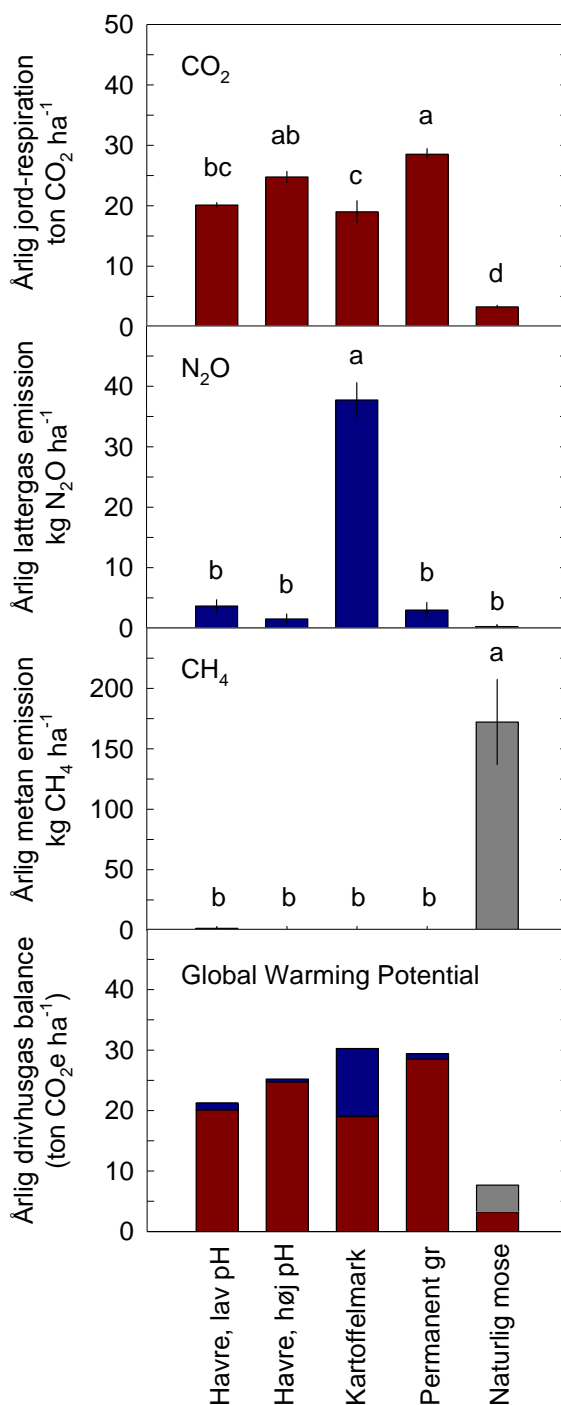
De modellerede og interpolerede værdier for årlige fluxe af jordrespiration, lattergas emission og metan emission er vist i Figur 8. På de fire drænedede jorder udgør jordrespirationen mellem 19 og 29 ton CO₂ per ha, med et gennemsnit på 23 ton CO₂ per ha. Højest jordrespiration blev fundet i den permanente græsmark mens den laveste jordrespiration var i det naturlige moseområde. Der var ikke statistisk sikre forskelle mellem jordrespirationen i de to havremarker med forskelligt pH, selvom den højeste værdi blev fundet ved høj pH. Kartoffelmarken havde en jordrespiration svarende til havremarken med lavt pH, men lavere end fundet i den permanente græsmark.

Lattergas emissionen var markant højere fra kartoffelmarken end fra de øvrige områder. Emissionen af lattergas var domineret af få perioder med kraftig emission i efteråret (november, 2014) og forsommeren (juni, 2015). Fra det naturlige moseområde var der stort set ingen lattergasemission.

Emissionen af metan var kun betydelig fra det naturlige moseområde; fra de øvrige områder var emissionen i størrelsesordenen 100 gange lavere. Emissionen fra det naturlige moseområde var generelt høj gennem

hele året, dog med relativt lave værdier i sommeren 2014 (i forbindelse lav grundvandsstand) og i vinteren 2015 (i forbindelse med lave temperaturer).

Udregnet i form af den samlede drivhusgasbelastning, var der helt sammenlignelige bidrag fra henholdsvis de to havremarker og fra kartoffelmarken og den permanente græsmark. Klimafodaftrykket fra det naturlige moseområde var markant lavere end fra de drænedede områder.



Figur 8. Årlig emission af CO₂ fra jordrespiration, lattergas og metan fra de fem måleområder. Data er vist som gennemsnit og standardfejl for 6-8 målepunkter for jordrespiration og tre målepunkter for lattergas og metan. Vist på den nederste delfigur er områdernes samlede klimabelastning opgjort i CO₂ ækvivalenter (Global warming potential), hvor rød farve repræsenterer bidraget fra CO₂, blå farve repræsenterer bidraget fra lattergas og grå farve repræsenterer bidraget fra metan. For årlige emissioner af de individuelle gasser er forskelle mellem områderne testet ved variansanalyse (Tukey test); søjler markeret med samme bogstav er ikke signifikant forskellige på 5 % signifikansniveau.

Tidligere undersøgelser af CO₂ emission fra den dyrkede tørvejord i Store Vildmose viste en årlig flux på 15-23 ton CO₂ ha⁻¹ (Frimodt Pedersen, 1978), og (omregnet fra kulstofbalance) 26-42 ton CO₂ ha⁻¹ (Elsgaard et al., 2012). Niveauet på 19-29 ton CO₂ ha⁻¹ som fundet i den nuværende undersøgelse er i god overensstemmelse med disse tidligere værdier.

Målingerne er foretaget på ubevokset jord, men det kan ikke udelukkes, at en del af den dannede CO₂ stammer fra omsætning af rodrester eller anden tilført organisk materiale (f.eks. gylle). Det bidrag der kommer fra mineralisering af tørven er derfor mindre end den målte CO₂ produktion. Dette kan i særlig grad gøre sig gældende på den permanente græsmark, hvor biomassen af rodrester ikke kunne fjernes kvantitativt.

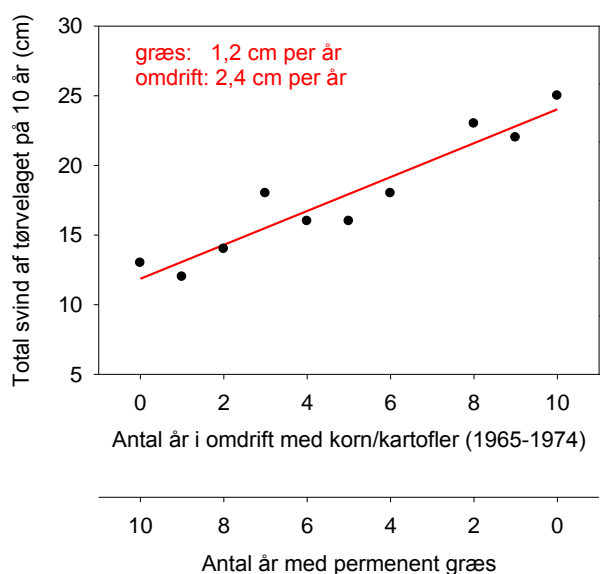
Den mængde CO₂ der er målt ved jordrespiration kan tentativt omregnes til et sammenhørende svind i tørvelaget. Som grundlag for beregningen antages det at 75 % af den målte jordrespiration stammer fra tørvelaget i 0-25 cm dybde og 25 % af den målte jordrespiration stammer fra tørvelaget i 25-50 cm dybde.

CO₂ emissionen svarende til 1 cm svind i tørvelaget beregnes som:

$$\text{CO}_2(\text{g m}^{-2}) = 0,01 \text{ m} * \text{Bulk density (kg tørv m}^{-3}) * \text{C}_{\text{indhold}} (\text{g C kg}^{-1} \text{ tørv}) * 44/12$$

Resultatet af disse overslagsberegninger jævnfør data for bulk density og C indhold fra Tabel 1 viser, at de målte CO₂ emissioner svarer til et svind i tørvelaget på 0,6-1,0 cm for områderne med afgrøderotation og 0,9 cm for området med permanent græs. Svindet for det permanente græsområde kan være overestimeret som følge af respiration af frisk biomasse. Data fra Elsgaard et al. (2012) og Schäfer et al. (2012) viser tilsvarende et kulstofftab (målt som flux-baseret kulstofbalance) svarende til et svind i tørvelaget på ca. 1 cm. Ligeledes fandt Frimodt Pedersen (1978), at der ud fra CO₂ emissionsmålinger i perioden omkring 1954-1958 kunne beregnes biologisk et svind på 1,0 cm i tørvelaget på to græsningsfletter.

Der er empirisk belæg for, at tørvelagets svind er større på jorder i omdrift end for permanent græs. I perioden fra 1965-1974 blev der i Store Vildmose foretaget en undersøgelse af driftsform og afgrødevalg i relation til svindet i tørvelaget (Frimodt Pedersen, 1978). Resultatet er vist i Figur 9, hvor markerne med omdrift repræsenterer afgrøderotation med korn/kartofler. Det var i forsøget ikke muligt eksperimentelt at skelne mellem svind som følge af biologisk nedbrydning (CO₂ produktion) og mekanisk omsætning af tørven. De målte data passer med et svind ved permanent græs svarende til 1,2 cm per år og et svind ved korn/kartofler svarende til 2,4 cm per år.



Figur 9. Totalt svind i tørvelaget gennem 10 års management med varierende hyppighed af permanent græs og omdrift med korn/kartofler. Data (sorte punkter) efter Frimodt Pedersen (1978). Regression og beregning af svind ved henholdsvis græs

Målinger af CO₂ emission og totalt svind i tørvelaget ser således ud til at være i god overensstemmelse for områder med driftsformen permanent græs. For områder i omdrift med korn/kartofler sker der tilsyneladende et større totalt svind i tørvelaget end der kan måles i form af CO₂ emission. Dette kan skyldes, at det totale svind i tørvelaget bestemmes af såvel biologiske som fysiske faktorer. Det biologiske svind skyldes mineralisering af tørven, der kan måles som CO₂ emission. Det fysiske svind skyldes faktorer som mekanisk sætning og komprimering af tørven med stigning i bulk density (rumvægt) til følge. Ligeledes kan det være betydende at tørvelagets dybde på markene i omdrift var mindre end 50 cm, hvilket muligvis kan begrænse den areal-baserede CO₂ emission.

I årene umiddelbart efter dræning af tørven sker der en stor mekanisk sætning, der er medbestemt af dræningsdybden. I Store Vildmose skete der efter den oprindelige dræning, en sætning af tørvelaget på omkring 100 cm i løbet af 1930 til 1941. Siden fortsatte sætningen med en lavere rate på omkring 2 cm per år i perioden 1954-1974 efter en mere eller mindre systematisk omdræning af området omkring 1945-1950 (Frimodt Pedersen, 1978). Svindet i tørvelaget bestemmes således af en mekanisk effekt, der aftager med tiden efter dræning, sammen med en biologisk effekt, der bestemmes af faktorer som tørvens omsættelighed. I det omfang jorder i omdrift drænes til større dybde end permanente græsmarker, vil det samlede svind i omdriftsmarkerne i relativ højere grad skyldes de mekaniske effekter. Ligeledes vil en senere komprimering af tørvejorden i omdrift kunne fortsætte som følge af driftsformen med færdsel på arealerne med tunge maskiner, ligesom mekanisk findeling af tørven kan forøge rumvægten. Der er således en række mulige faktorer, der kan betyde, at den historiske sammensynkning af tørven og den nuværende biologiske CO₂ emission ikke umiddelbart kan forventes at harmonere. Det skal også bemærkes, at projektet ikke har kigget på kulstofftab ved andre transportprocesser end gasformige.

3.3 Spagnumlagets tykkelse og kulstofindholdet bestemt på flere markpar

I Aktivitet 3.2 undersøges om klimagasemissionerne er forskellig på arealer med forskellige afgrøder, og det konkluderes, at dette ikke er tilfældet. For yderligere at belyse, om der er forskel på nettokulstofnedbrydningen under permanent græs og et omdriftssædskifte med kartofler og korn, er tørvelagets tykkelse og kulstofindhold målt på en række nabomarker, med henholdsvis et kartoffelsædskifte og permanent græs. Dette sker for at undersøge effekten af, at dyrke tørvejorden i henholdsvis omdrift og permanent græs, over flere årtier.

3.3.1 Identifikation af arealer

Det blev besluttet at lave en såkaldt parret analyse, da denne metode kan opløse mindre forskelle mellem to behandlinger, end en uparret analyse. I en parret analyse sammenholdes nabopar af marker med de forskellige behandlinger (her dyrkningshistorik), i stedet for at sammenligne gennemsnittene og den samlede variation for de to behandlinger.

For at kunne lave den parrede analyse, var det nødvendigt at identificere en række par af nabomarker, hvor dyrkningen har været forskellig i flere årtier. Langs Blokhusevej har markerne på den ene side været drevet som fælder med permanent græs, der har været afgræsset af kreaturer siden denne del af mosen blev opdyrket. På den anden side af vejen har der siden 1974-1976 været dyrket kartofler og korn i omdrift. Derfor blev der langs Blokhusevej identificeret 8 markpar hvor prøvetagningen kunne foretages.



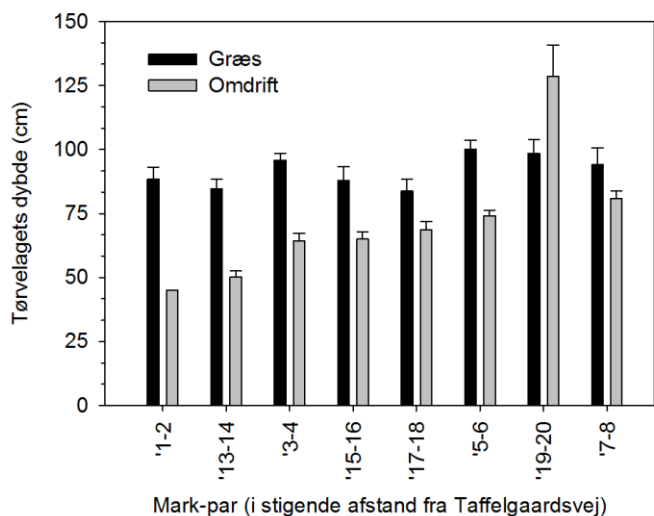
Figur 10. Markpar på hver sin side af Blokhusevej. Parrene er nummereret: 1-2, 3-4 osv. Arealer med permanent græs er på nordsiden af vejen, arealer i omdrift på sydsiden.

3.3.2 Metode

Tørvelagets tykkelse blev målt med et tørvspyd. Dette stikkes ned gennem tørvelaget, indtil sandlaget rammes og dybden kan registreres. Der blev foretaget opmålinger af tørvedybden på i alt 8 markpar, dvs. på 16 marker. Der blev målt tørvedybde 8-10 gange i hver mark. Der er udtaget borekerner (med to gentagelser), der er analyseret for vægtfylde og kulstofindhold i 3-4 dybder. Det totale kulstofindhold i borekernerne er derefter beregnet ud fra de målte vægtfylder og kulstofindhold. Analysen af tørvens kulstofindhold foretages, fordi fysisk sammentrykning af tørven, f.eks. ved kørsel med traktorer, kan ændre tørvelagets tykkelse. Tørvelagets tykkelse fortæller derfor ikke den fulde historie om, hvor meget kulstof der er afbrændt, fordi sammentrykningen kan være forskellig ved de to arealanvendelser.

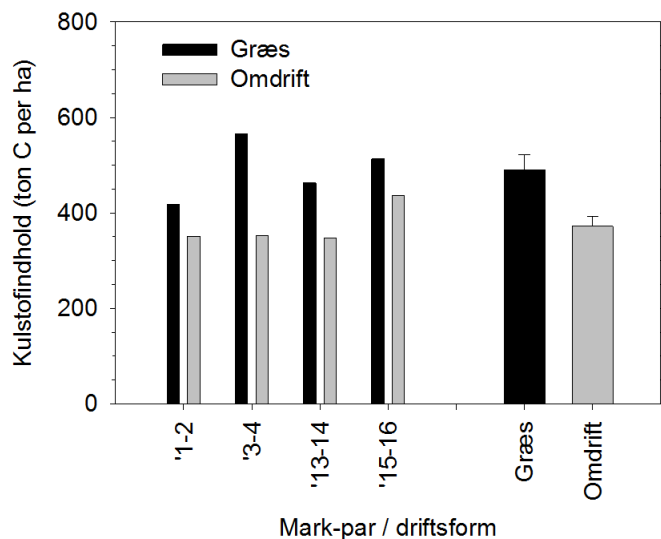
3.3.3 Resultater

For alle par, på nær par 19-20, er tørvelagets tykkelse mindre på arealerne i omdrift end på arealerne med permanent græs (Figur 11). Dette betyder en højere afbrænding eller en større sammentrykning, eller en kombination af disse to mekanismer, på arealerne i omdrift. Når der ses på den totale kulstofpulje i hele tørvelaget ses det også, at der er mindre kulstof i tørvelaget på de arealer hvor der dyrkes kartofler og korn i omdrift, end hvor der er permanent græs (Figur 11). Forskellen er dog mindre end når der kun ses på tørvedybden (Figur 11), hvilket indikerer, at den fysiske sammentrykning af tørven er større på omdriftarealerne end på de permanente græsarealer.



Figur 11. Tørvelagets tykkelse ved otte markpar. Arealer med permanent græs er vist med sort bar, og arealer i omdrift med kartoffelsædskefter med grå bar.

Den lidt større kulstofpulje i tørvelaget på arealer med permanent græs kunne antyde, at der over tid er sket en lidt mindre afbrænding af kulstof på disse arealer, men emissionsmålingerne viser som nævnt, at emissionerne er stort set lige store på alle afgrøder. Forskellen kan måske skyldes, at omdriftsjorden holdes i den bedre dræningstilstand eller, at græsset opbygger lidt mere organisk kulstof der inkorporeres i jorden over mange år. På mineraljord ses også en større opbygning af kulstofstof ved dyrkning af græs end ved dyrkning af korn, og dette er således ikke specielt for tørvejord.



Figur 12. Kulstof indhold i tørvelaget på fire nabomarker.

3.4 Litteraturstudie gennemført

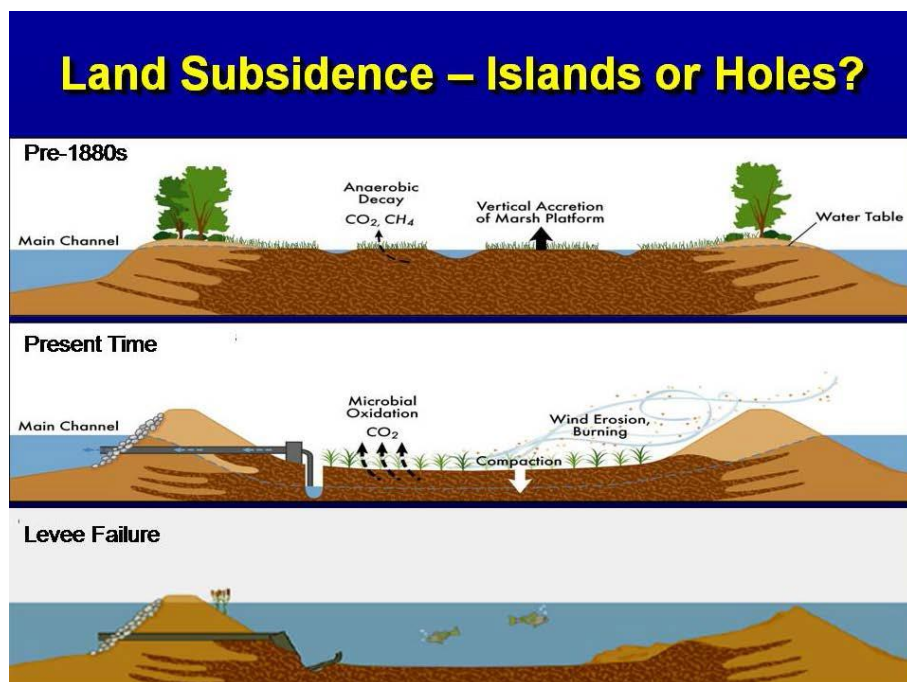
Projektet har haft kontakt med flere eksterne forskere på feltet med klimagasmålinger, herunder Seniorforsker Søren O. Petersen, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet, Forsker Örjan Berglund, Sveriges Lantbruksuniversitet, Dr. Florence Renou-Wilson, University College Dublin og Professor Kristiina Regina, MTT Finland. Disse har dog ikke bidraget direkte til rapporten.

Der er gennemlæst ca. 30 artikler om emnet, inklusiv Concito-rapporten "Organiske lavbundslande natur-, miljø- og klimagevinster". Det, at organisk materiale nedbrydes og forsvinder, anses af forskere som en stor fremtidig udfordring klimamæssigt, men også i relation til landbrugsjordens fremtidige frugtbarhed. Interessen for nedbrydning og iltning af tørvejerde er steget bemærkelsesværdigt siden "Kyoto aftalen" i 1997. Ifølge United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) skal drivhusgasudledningen fra tørvejerde udnyttet til landbrugsmæssige formål indberettes til UNFCCC-sekretariatet i Bonn.

En af konklusionerne fra artiklen *Introduction to the special issue on degradation and green house gas emissions of agricultural managed peat soils in Europe* er, at hvis en tørvejord synker 1 cm pr. år, svarer det til en udledning på omkring 22 tons CO₂ pr. ha. pr. år. Der mineraliseres samtidig ca. 300 kg N under nedbrydningen. Mosier et al (1988) har estimeret, at 1,25 % af kvælstoffet bliver konverteret til den potente drivhusgas N₂O (lattergas), hvilket resulterer i en udledning af lattergas på 5,8 kg (N₂O) pr. ha pr år. Udledningen af metangas fra tørvejord, som udnyttes landbrugsmæssigt, er ubetydelig, fordi metangas iltes i det øverste iltrige jordlag. Den samlede udledning fra medlemslandene i EU af kuldioxid og lattergas fra tørvejord i dyrkning er omkring 100 Mt CO₂-ækvivalent pr. år. Dette svarer til udledningen fra omkring 40 millioner biler.

Materialet fra litteraturstudiet er samlet i rapporten "[Tørvejordene synker i Europa – kan landmanden gøre noget?](#)" på Landbrugsinfo. Konklusionen af litteraturstudiet er derfor kun gengivet her:

Dyrkede veldrænede tørvejorde udleder kuldioxid (CO_2) og lattergas (N_2O) men kun mindre mængder metangas (CH_4). Ikke-drænede tørvejorde udleder derimod metangas (CH_4) men kun mindre mængder lattergas (N_2O). Det kan være vanskeligt at vurdere betydningen af de enkelte landes dyrkningspraksis og nedbørs- og temperaturforhold, når tallene for CO_2 udledning skal vurderes. Umiddelbart er der stor usikkerhed, og nogle af værdierne er baseret på modeller eller skøn, som ikke alle er eftervist videnskabeligt. Hvis der skal laves en meget generel konklusion, tyder det på, at der udledes omkring 14 - 22 ton CO_2 /hektar pr. år, og dette betyder, at tørvejorden synker omkring 1 cm om året, men tallet kan være højere. Det viser flere praktiske eksempler på nedsynkningsrater. Dette betyder, at arealerne generelt skal gendrænes som minimum ca. hvert 100 år. Problematikken er derfor relevant, og det er vigtigt at finde ud af, hvordan nedsynkningen kan forhindres. Det bliver vigtigt at finde en omkostningseffektiv metode til dette. Konsekvenserne vises i Billede 11, skitse fra The Metropolitan Water District of Southern California, hvor linjerne er trukket lidt hårdt op. Skitsen viser, hvordan udfordringen med klimaændringer, vandstigninger og nedbrydning af humus hænger sammen. Der skulle her være bygget en dæmning i tide (Leveefailure = dæmningsfejl).



Billede 11. Skitse fra the Metropolitan Water District of Southern California

4. Tests af metoder til bæredygtig produktion

4.1 Opsamling af erfaringer

Der forskes i klimagasudledning i mange lande. I projektet havde Projektgruppen især fokus på England, Irland, Sverige og Finland, da disse lande ligger i nogenlunde samme klimazone som Danmark. I starten af projektet var der meget fokus på en studietur til Irland, da landet har mange tørvejerde, men ved kontakt med Dr. Florence Renou-Wilson MSc, University College Dublin måtte det konstateres, at sammenligningsgrundlaget ville være for lille. Dette skyldes, at det især var græsmarker og naturarealer, som der arbejdes med i Irland. Fokus skiftede derfor til Finland.

4.1.1 Studietur til Finland

I Finland er 20–35 % af landets areal dækket af tørvejord (Montanarella et al., 2006), og meget af Finlands landbrugsareal ligger derfor på denne type jord. Af den grund stammer ca. 8 % af Finlands udslip af klimagasser fra udledninger fra landbrugsarealer (Oleszczuk et al., 2008). På grund af dette, og fordi de finske tørvejerde er meget frugtbare, er der i Finland forsket meget i, hvordan klimagasudslippet fra dyrkede organiske jorde kan reduceres. I Finland har der været arbejdet med styret dræning/kontrolleret dræning i mange år. Der er ca. 1.400 landmænd der bruger dette miljøtiltag i Finland. Da Finland således er langt fremme med viden på området, var Finland en ideel destination for projektets studietur. Lars Elsgaard (AU) og Kristoffer Piil (SEGES) deltog i studieturen. Studieturen er også beskrevet på LandbrugsInfo i artiklen [Kontrolleret dræning kan forsinke nedbrydning og mindske klimagasudledningen fra tørvejord](#).

Studieturens mål var MTT Agrifood Research (MTT) i Jokioinen, Finland, og målet var at lære om de finske erfaringer med kontrolleret dræning som et virkemiddel, der kan nedsætte nedbrydningen af tørvejord. MTT er en sektorforskningsinstitution under det Finske Landbrugsministerium. Professor Kristiina Regina fra MTT var vært for besøget. På studieturen blev der også besøgt to feltlokaliteter, hos to forskellige landmænd.

På en af de besøgte feltlokaliteter, er der etableret et system med styret dræning på en 10 ha mark. Marken er ikke ren tørvejord, som det er tilfældet i Store Vildmose, men er en svær lerjord opblandet med store mængder tørv, så kulstofindholdet i jorden er 24 %. Det giver en meget frugtbar jord, som også er meget let at arbejde med. I marken er der etableret styret dræning, som kan styre vandstanden i marken. Vandstanden hæves til 50 cm under jordoverfladen i dyrkningssæsonen og sænkes til drændybden på ca. 1 m om vinteren og inden høst. Der er adgang til jorden med traktorer og maskiner mens vandstanden er hævet, men dog ikke med mejetærskere. Vandstanden sænkes om vinteren, fordi jorden ellers risikerer at fryse til i den hårde finske vinter.

Landmanden har etableret styret dræning af to årsager. For det første, fordi det giver højere udbytter i vårsæd med hævet vandstand om sommeren, og for det andet fordi han ønsker at forsinke nedbrydningen af kulstoffet i jorden. Som nævnt er jorden meget frugtbar, på grund af det høje kulstofindhold, men marken er, siden den blev opdyrket for ca. 20 år siden, sunket betydeligt. Over 20 års dyrkning er jordoverfladen sunket ca. 50 cm på grund af nedbrydning og tab af kulstof. De første år af dyrkningen sank marken 20 cm, men den almindelige dyrkning over de resterende år er ansvarlig for en sænkning på ca. 30 cm. På Billede 12 er nedbrydningen over de 20 år vist. Jordoverfladen ved starten af dyrkningen markeres af Kristoffer Piil, SEGES.



Billede 12. Nedbrydning af tørven har sænket jordoverfladen 50 cm over de sidste 20 år. Her peger afsnittets forfatter på jordoverfladens omtrentlige placering ved dyrkningens start. Foto: Lars Elsgaard

I **laboratorie** og markforsøg har MTT udført forsøg med målinger af klimagasudslippet. Konklusionen er, at klimagasudslippet er mindst, når vandstanden er ca. 30 cm under jordoverfladen i sommerhalvåret (Regina et al., 2014). MTT arbejder nu videre med at undersøge, om vandstanden i praksis kan reguleres til 30 cm under jordoverfladen, samt hvad en sådan regulering betyder for klimagasudledningen under markforhold. De finske resultater er lovende og styret dræning kan derfor være et godt virkemiddel til at reducere klimagasudslippet fra tørvejord, og forsinke nedbrydningen af tørven.

Rent praktisk var systemet til styring af dræningen simpelt. Reguleringen af vandstanden kan ske trinløst ved at hæve og sænke en flexslange i reguleringsbrøndene (Billede 13).



Billede 13. Brønd til regulering af vandstand. Vandstanden i marken vil være den samme som højden på udmundingen af flexslangen. Foto: Kristoffer Piil

Der er dog meget store forskelle mellem den finske demonstrationsmark og arealerne i Vildmosen. Marken i Finland var placeret i en lavning (Billede 14) uden omkringliggende grøfter, og med svær lerjord oven for lavningen. Ved en vandstandshævning kan vandet således ikke afstrømme uden om drænene ud til siderne. I Vildmosen er situationen meget anderledes. Her er det meste af tørvejorden placeret på flade arealer med dybe grøfter imellem, og tørvejorden har en højere hydraulisk ledningsevne end den finske jord, med et betydeligt lerindhold. Bekymringen har været, om den hydrauliske ledningsevne i Vildmosens rene tørvejord er så stor, at der ikke kan ske en betydende opstuvning, af vand hvis der etableres brønde til kontrolleret dræning, for vandet i Vildmosen vil kunne afdræne fra marken til grøfterne i siden af markerne. Bekymringen for om vandstanden i det hele taget kan hæves er relevant, men der er siden studieturen gennemført et forsøg med styret dræning ved at opstemme vandet i grøfterne, og forsøget viser, som beskrevet i afsnit 4.3, at det i et vist omfang er muligt styre vandstanden i Vildmosen ved styret dræning, hvor dele af grøfte systemet lukkes af. Ligesom i Finland, har jorden i Vildmosen vist sig at være mulig at køre på, trods den hævede vandstand. De finske erfaringer med reduktion af klimagasudslippet ved styret dræning, kan således måske overføres til arealerne i Vildmosen. Det kræver dog fremtidige forsøg hvor teknikker til styret dræning tilpasses forholdene i Vildmosen, og hvor det undersøges, hvor stor effekt vandstandshævning har på klimagasudslippet i Vildmosen.



Billede 13. Den besøgte forsøgsmark. Marken er placeret i en lavning og omgivet af skov. Foto: Kristoffer Piil

4.2 Testforsøg med sædskiftemæssige tiltag, som kan opbygge nyt humus

Der laves demonstrationsforsøg med forskellige efterafgrøder og biomasseproducerende afgrøder, som kan anvendes forud for kartofler. Året efter lægges kartofler i hele forsøgsarealet, og effekten af foregående års tiltag på kartoffelkvaliteten undersøges. Forsøgsplan år 1 gennemføres på efterafgrøder (8 forskellige, herunder bl.a. græs, olieræddike og rug) samt biomasseproduktion (8 forskellige, herunder bl.a. hamp, hør, græs, majs, havre og kartofler)

I år 1 måles produktion af biomasse (tørstof) og kulstof, og produktionen holdes op mod nedbrydningen målt i Arbejdspakke 3. Der anlægges dels høstparceller og dels testparceller, hvor biomassen snittes og nedmuldes.

I år 2 undersøges effekten af de afprøvede tiltag på kartoflernes kvalitet og kvantitet. Det sker ved prøveoptagning og visuel ekspertvurdering af glathed, skindkvalitet, rodtiltsvamp m.m.

Forsøgsplan år 2: Kartoffelkvalitet (16 forskellige forfrugter og efterafgrøder) som ovenfor.

4.2.1 Forsøgsplan udarbejdet

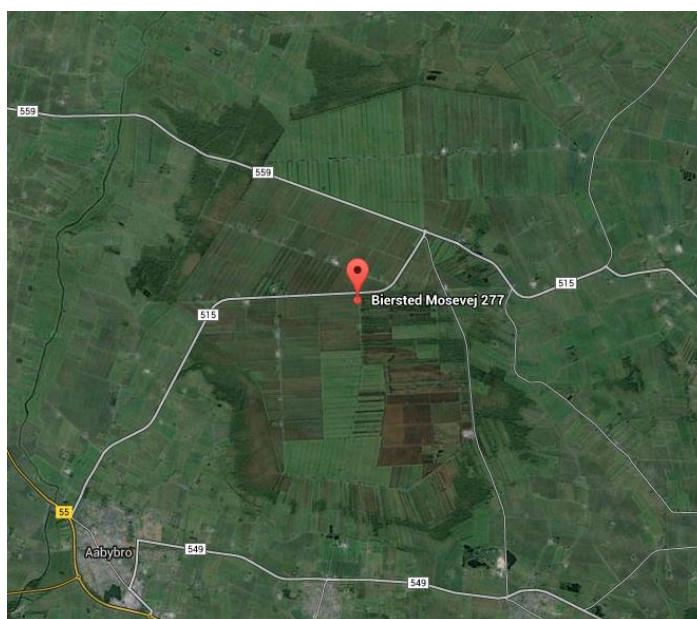
Der er lavet en forsøgsplan (Tabel 4) med hovedafgrøder og efterafgrøder. De 3 første kolonner fra venstre er efterafgrøder og de tre sidste kolonner er hovedafgrøder. Efterafgrøderne er etableret efter høst af vårbyg. Der er i forsøget fokuseret på traditionelle og mindre traditionelle efter- og hovedafgrøder. I projektet er de kaldt hjælpeafgrøder, da formålet ikke nødvendigvis er udbytte eller miljøeffekter, f.eks. blev hele majs afgrøden nedmuldet uden høst af kolber.

Tabel 4. Forsøgsplan i 2014

| | | | | | |
|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------|
| Cikorie | Græs | Kløvergræs | Hør | Vårbyg | Lupin |
| Fodervikke | Cikorie med vintervikke | Sandhavre | Italiensk Rajgræs | Hamp | Majs |
| Havre | Olieræddike | Rug | Boghvede | Havre | Ærter |
| Sandhavre | Fodervikke | Havre | Hamp | Boghvede | Majs |
| Olieræddike | Cikorie | Cikorie med vintervikke | Hør | Vårbyg | Ærter |
| Kløvergræs | Rug | Græs | Havre | Italiensk rajgræs | Lupin |

4.2.2 Forsøgs- og testareal udpeget og lejet

Demonstrationsarealet er beliggende lige syd for Vildmoseporten på adressen Biersted Mosevej 277, 9440 Åbybro hos kartoffelavler Jan Nørgaard (Billede 14).



Billede 14.
Vildmoseporten i Store Vildmose, Nordjylland.
Klip fra Google Maps

4.2.3 Anlæg af forsøg

I begyndelsen af maj 2014 blev arealet med biomasseafgrøder tilsået, og der blev etableret i alt 9 forskellige afgrøder, samtidig blev arealet hvor der skulle etableres efterafgrøder henover sommeren, sået til med vårbyg. Der er etableret gangstier med græs således, at arealet er nemt at finde rundt i, og der findes to gentagelser af hver afgrøde. I midten af august blev de sidste efterafgrøder sået og også her er der 9 forskellige afgrøder/blandinger.



Billede 15. Biomasseafgrøder til nedmuldning anlagt i maj 2014.
Foto: Charlotte Frihaug Olesen

4.2.4 Hovedafgrøder sået i foråret 2014

Alle afgrøder spirede pænt frem, men der findes en del ukrudtsfrø i jorden, og ikke alle afgrøder har været lige nemme at styre ukrudtet i. Der blev i juli håndluget i en del parceller, specielt for melder og spildkartofler. Der er således ikke foretaget nogen form for kemisk ukrudtsbehandling. Samtidig kunne det konstateres, at Vildmosens mange hjortevildt synes, at de friske lupiner skud var god spise, den ene gentagelse med lupiner, blev næsten helt spist og gentagelsen er kasseret. De øvrige afgrøder var vildtet ikke interesseret i.



Billede 15. Lupiner i gang med at blive luget, primo juli. Foto: Charlotte Frihaug Olesen



Billede 16. Lupiner ædt af kronvildt i august 2014. Foto: Frank Bondgaard

Der er sået udsæd af de enkelte arter efter normal praksis eller forskrifter fra DLF. Majsen blev dog ved en fejl sået ud med 10 gange så mange planter, som der normalt ville have været, og det har kunnet ses gennem hele sæsonen. Hampens vækst har været forskellig i de to gentagelser, den ene væsentligt højere end den anden. Årsag ukendt. Der er tildelt 100 kg N/ha på arealet, og således ikke gødsket efter normer. Nogle af afgrøderne har ukendt norm.



Billede 17. Kartoffelavlere, forskere og rådgivere diskuterer biomasseproduktionen. Foto: Frank Bondgaard.

4.2.5 Efterafgrøderne sået efter høst

Det er erfaringsmæssigt svært at etablere efterafgrøder i Store Vildmose. Nogle af avlerne har bedst erfaring med havre som efterafgrøde efter korn, eller spildhavre der kommer efter høst af havre. I forsøget er det heller ikke lykket at etablere gode kraftige efterafgrøder. Hvis høsten ligger sent, er det ofte vanskeligt at etablere efterafgrøder. Sidst i august og i september er dagene kortere og koldere. Mange efterafgrøder lykkes bedst ved en tidlig etablering i slutningen af juli og i starten af august. En af forklaringerne på, at

havre virker bedst, kan være, at havre er en af de kornsorter der trives bedst under køligere forhold. I projektet har det været diskuteret hvordan landmændene kunne arbejde med nye etableringsmetoder og blandinger af efterafgrøder, men det vil kræve yderligere undersøgelser for at finde den rette måde at etablere efterafgrøder i tørvejord.

4.2.6 Høst af forsøg og analyser af biomasse

Havre, vårbyg og ærter blev høstet i august. Der var ingen udbytte i ærterne, men dette forhold er kendt fra området. De øvrige afgrøder er der ikke høstet frø på, men der foretages biomassemålinger i januar 2015. Der er ikke høstet i de øvrige afgrøder, da modningen af afgrøderne enten har været for uensartet til at kunne høstes eller manglende modning, dette var gældende for hør, boghvede og lupiner. Det er en stor udfordring at lave et forsøg med mange forskellige afgrøder samtidig. Det gælder både etablering, plantebeskyttelse- og høstmæssigt. Ved markbesøg ved forsøg i august var det klart kartoffelavlernes opfattelse, at de afgrøder der kunne høstes skulle høstes.



Billede 18. Boghvede primo juli. Foto: Charlotte Frihaug Olesen



Billede 19. Hamp primo juli. Foto: Charlotte Frihaug Olesen



Billede 20. Ærter primo juli. Foto: Charlotte Frihaug Olesen



Billede 21. Oversigt primo juli. Foto: Charlotte Frihaug Olesen

Biomasseproduktion i rod og top er afgørende for kulstofophobningen. Ligeledes blev der på Styregruppemødet i august diskuteret om betydningen af ligninindholdet. Planter med højt ligninindhold må formodes at kunne bygge Vildmosen bedre op, end planter med lavt ligninindhold. Biomasseproduktionen i rodnettet er i mange afgrøder en ubekendt faktor.

I forsøget blev der udtaget analyser i afgrøder med høj biomasseproduktion til bestemmelse af lignin- træ- og tørstofindhold. Nogle af prøverne analyseres i USA for ligninindhold. I mange af afgrøderne gav det ikke mening at bruge penge på analyser, da tørstofproduktionen er alt for lav. Afgrøderne vil ikke give nogen biomasseproduktion af betydning.



Billede 22. Diskussion af biomasseproduktion af rod og top i hamp. Foto: Frank Bondgaard



Billede 23. Majs og hamp primo august 2014. Foto: Frank Bondgaard



Billede 24. Hamp i 2-2,5 meters højde primo august. Foto: Frank Bondgaard

Biomasseparcellerne er i november slået af, med undtagelse af 1 meter gange 10 meter. De er slået i ens stubhøjde og findelt ved hjælp af en slagleklipper. Det var ikke muligt at høste dem anderledes pga. den megen nedbør. Vi overvejede længe, hvordan vi kunne gøre rent praktisk med høsten, da det også var vigtigt at holde afgrøderesterne på parcellen således, at vi ikke fik indblanding i bedømmelserne til kommende sæson. Optimalt skulle der have været anvendt enmajshøster, eller pileklipper til majs og hamp, men det ville have været meget svært at fordele afgrøderesterne jævnt over arealet til sidst, da der skulle have været samlet op i en vogn først, for derefter at blive spredte igen. Alle parceller blev målt ind, således at de kan genfindes i 2015.



Billede 25. Efterafgrøder medio januar. Foto: Charlotte Frihaug Olesen



Billede 26: Afgrøderester efter majs medio januar til biomassebestemmelse. Foto: Charlotte Frihaug Olesen

4.2.7 Biomassebevarelse

Biomassen blev høstet i de afgrøder, hvor der var et høstbart udbytte. I alle efterafgrøderne var udbyttet meget lille. Olieræddike var den efterafgrøde der havde det største udbytte, men udbyttet var alligevel for lille til, at afgrøden kunne høstes forsøgsmæssigt. Det blev skønnet, at udbyttet var i størrelsesordenen 0,5 kg pr. m². Udbytter for biomasseafgrøderne fremgår af Tabel 5. Udbyttet for vårbyg og vårhavre er det normale halmudbytte i mosen. Der er ikke noget udbytte for lupiner, fordi afgrøden blev spist af krondyr.

Tabel 5. Afgrøder, såtidspunkter, høsttidspunkter og udbytter for forsøg med hjælpeafgrøder i mosen. Biomasseafgrøder er afgrøder, der dyrkes som primærafgrøder og dermed fortrænger en kornafgrøde fra sædskiftet. Efterafgrøder er afgrøder der dyrkes forud for en vårsået afgrøde.

| Afgrøde | Type | Såtidspunkt | Høsttidspunkt | Udbytte, overjordisk (kg pr. m ²) |
|-----------------------|-----------------|----------------|---------------|---|
| Hamp | Biomasseafgrøde | 25. april 2014 | 15. dec. 2014 | 2,5 |
| Hør | Biomasseafgrøde | 25. april 2014 | 15. dec. 2014 | 0,6 |
| Boghvede | Biomasseafgrøde | 25. april 2014 | 15. dec. 2014 | 1,3 |
| lt. Rajgræs | Biomasseafgrøde | 25. april 2014 | 15. dec. 2014 | 2 |
| Majs | Biomasseafgrøde | 25. april 2014 | 15. dec. 2014 | 1,8 |
| Vårbyg | Biomasseafgrøde | 25. april 2014 | 15. dec. 2014 | 0,3* |
| Vårhavre | Biomasseafgrøde | 25. april 2014 | 15. dec. 2014 | 0,3* |
| Lupiner | Biomasseafgrøde | 25. april 2014 | 15. dec. 2014 | - |
| Ærter | Biomasseafgrøde | 25. april 2014 | 15. dec. 2014 | - |
| Olieræddike | Efterafgrøde | 1.sept. 2014 | 15. dec. 2014 | 0,5** |
| Cikorie | Efterafgrøde | 1.sept. 2014 | 15. dec. 2014 | - |
| Græs | Efterafgrøde | 1.sept. 2014 | 15. dec. 2014 | - |
| Kløvergræs | Efterafgrøde | 1.sept. 2014 | 15. dec. 2014 | - |
| Fodervikke | Efterafgrøde | 1.sept. 2014 | 15. dec. 2014 | - |
| Cikorie m vintervikke | Efterafgrøde | 1.sept. 2014 | 15. dec. 2014 | - |
| Sandhavre | Efterafgrøde | 1.sept. 2014 | 15. dec. 2014 | - |
| Havre | Efterafgrøde | 1.sept. 2014 | 15. dec. 2014 | - |
| Rug | Efterafgrøde | 1.sept. 2014 | 15. dec. 2014 | - |

*Typisk halmudbytte

**Ikke høstet, udbyttet er skønnet

Ideen med at dyrke og nedmulde efter- og biomasseafgrøder er, at nedmuldningen vil bidrage til en inkorporering af nyt kulstof i jorden, som helt eller delvist kan modvirke det kulstofftab fra jorden, som sker når mosejorden afbrænder. For at estimere, hvor meget af den årlige afbrænding der kan modvirkes af nedmuldning af de enkelte efterafgrøder, er det beregnet hvor meget af den producerede biomasse der kan forventes at blive til humus, som bliver bevaret på langt sigt. Både den overjordiske biomasse og biomassen i rodsystemet er ansvarlig for humusopbygningen. Ud fra litteraturværdier for forholdet mellem overjordisk biomasse og rodbiomassen, er det derfor beregnet, hvor meget biomasse der totalt er produceret ved de givne høstudbytter i overjordisk biomasse. Den totale biomasse er omregnet til kulstof i tørstof ud fra litteraturværdier for tørstofindholdet i de enkelte afgrøder, og en omregningsfaktor på 43 % kulstof i tørstof. Ved halmnedmuldning på mineraljord regnes der med, at ca. 15 % af de nedmuldede kulstof bevares og inkorporeres i jordens kulstofpulje på langt sigt, og der regnes med samme inkorporeringseffektivitet i tørvejord for det afprøvede afgrøder. Resultater og omregningsfaktorer fremgår af Tabel 6.

Tabel 6. CO₂ der kan inkorporeres ved dyrkning af forskellige hjælpeafgrøder. Noter angiver litteraturreferencen. Kun afgrøder hvor der er høstet et udbytte er medtaget. Der har ikke kunnet fremskaffes pålidelige omregningsfaktorer for rodbiomasse i hør og boghvede, hvorfor inkorporeringen for disse ikke kan beregnes

| Afgrøde | Rodbiomasse (pct. af udbytte) | Tørstofindhold (pct.) | CO ₂ inkorporeret (tons) | Pct. af årligt afbrænding |
|-------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Hamp | 20 ¹ | 54 ² | 3,8 | 13-19 |
| Hør | - | 47 ² | - | |
| Boghvede | - | 25 ² | - | |
| lt. Rajgræs | 45 ¹ | 21 ² | 1,4 | 4-7 |
| Majs | 15 ¹ | 46 ² | 2,3 | 7-12 |
| Vårbyg | 17 ¹ | 85 ³ | 0,7 | 2-4 |
| Vårhvede | 28 ¹ | 85 ³ | 0,7 | 2-4 |

¹ Taghizadeh-Toosi et al 2014, se reference liste

² Analyseret tørstofindhold

³ Standard tørstofindhold for halm

Ud fra klimagasmålingerne er den årlige afbrænding af mosejorden er beregnet til ca. 19 – 29 tons CO₂ pr. år (se afsnit 3.2). Som det fremgår af tabel 6, kan nedmuldning af hamp, som er den hjælpeafgrøde der giver det største udbytte, erstatte ca. 13-19 % af den årlige kulstofafbrænding. Det vil sige, at man skal dyrke hamp i 5-8 år for at modvirke et enkelt års afbrænding af mosejorden. Dyrkning af hjælpeafgrøder kan således kun forsinke nedbrydningen af mosejorden i begrænset omfang.

I tabel 6 er der ikke beregnet hvor meget kulstof olieræddike, hør og boghvede kan inkorporere, fordi der ikke har kunnet findes pålidelige omregningsfaktorer for rodbiomasse for disse afgrøder, og fordi der ikke er målt tørstof indhold i olieræddiken. Hvis der regnes med en standard rodbiomasse på 20 % af den overjordiske biomasse og et tørstof indhold i olieræddike på 40 %, ligger de beregnede årlige inkorporeringer i niveau med halmnedmuldning, dvs. henholdsvis 0,9 tons CO₂ pr. ha pr. år, 0,8 tons CO₂ pr. ha pr. år og 0,6 tons CO₂ pr. ha pr. år for boghvede, hør og olieræddike.

Beregningerne af hvor meget kulstof de enkelte afgrøder kan opbygge, er naturligvis ikke helt eksakt, fordi der regnes med en række omregningsfaktorer, men udregningen er præcis nok til, at størrelsesordene for kulstofopbygningen kan vurderes. Den største usikkerhed på beregningen knytter sig til omregningen fra vådvægt til tørstof, der ikke blev bestemt i de høstede afgrøder, samt til bevaringsprocenten i jorden.

Bevaringsprocenten er indhentet fra erfaringer med halmnedmuldning på mineraljord, men processerne i tørvejord kan være anderledes på grund af forskellige pH forhold, samt forskellig vand- og ilt dynamik. Kartoffelavlerne har erfaring med, at nedmuldet halm ikke nedbrydes langsommere i tørvejorden end på mineraljord, ud fra den observation, at de pløjer flere intakte halmrester et år efter nedmuldning op, end på mineraljord. Det tyder på, at omsætningen af nedmuldet biomasse går langsommere i tørvejord. Det er dog også en mulighed, at nedmuldning af biomasse kan stimulere nedbrydningen af tørvejorden, fordi tilførslen af frisk organisk materiale stimulerer jordens mikrobielle samfund, der så øger deres nedbrydning af tørven; en såkaldt *primingeffect*. Nettokulstofbevarelsen kan således både være lavere og højere end de 15 % der er regnet med her.

Udover den generelle usikkerhed på bevaringsprocenten, kan de enkelte afgrøder have forskellig nedbrydelighed, hvorfor kulstofbevarelsen også kan være forskellig mellem forskellige afgrøder. Et højere ligninindhold i afgrøderne kan muligvis øge bevarelsen af afgrøderne i jorden, og det blev derfor foreslået i Styregruppen at lignin indholdet i nogle af hjælpeafgrøderne skulle analyseres. Derfor er der sendt prøver af det dyrkede majs, hamp og olieræddike til analyse for lignin indhold hos Eurofins Scientific, i Des Moines, Iowa, USA. Resultaterne fremgår af tabel 7. Hamp har det højeste lignin indhold (Tabel 7) og det højeste

udbytte (Tabel 7), og derfor virker det som den bedste kandidat til hjælpeafgrøde. Det skal dog bemærkes, at ligninindholdet ikke nødvendigvis mindsker planternes nedbrydelighed og dermed øger kulstofbevarelsen. Det kan bl.a. påvirkes af pH og ilttilgængelighed i jorden ([se også Planteavlsoverretning nr. 290](#)).

Tabel 7. Målt lignin indhold i de tre afgrøder der gav højest udbytte

| Afgrøde | Ligning(pct. af tørstof) |
|-------------|--------------------------|
| Hamp | 11,7 |
| Majs | 5,1 |
| Olieræddike | 3,3 |

4.2.8 Delkonklusion

Af det ovenstående fremgår det, at bevaringsprocenten af biomassen i jorden er bestemt med nogen usikkerhed. Derfor er det vigtigt at undersøge hvad den faktiske nettokulstofbevarelse er ved nedmuldning af afgrøderester i tørvejord, hvis nedmuldning af hjælpeafgrøder skal anvendes som virkemiddel til at erstatte den afbrændte tørv. Selvom bevaringsprocenten således kan være forskellig fra den benyttede, vil langt hovedparten af en nedmuldet hjælpeafgrøde altid blive omsat, og kun en mindre del vil blive inkorporeret i jorden på langt sigt. Derfor vil ændringer i bevaringsprocenten formentlig ikke kunne påvirke den overordnede konklusion, at hjælpeafgrøder kun i begrænset omfang kan forsinke nedbrydningen af mosejorden.

4.2.9 Anlæg af kartoffelforsøg

Anden del af forsøget i projektet indeholdt kartoffeldyrkning i de samme plots hvori der i 2014 blev dyrket henholdsvis hjælpe- og efterafgrøder. Denne del af forsøget er etableret den 25. april, hvor kartoflerne blev sat i forsøget med landmandens egen kartoffellægger. Læggeren som blev anvendt var en 4-rækkers lægger med rækkeafstanden skiftevis 80cm og 90cm. Da der var gode forhold under lægning, var det overflødig senere at hyppede kartoffelkammene, da de allerede havde den ønskede højde. Kartoflerne, havde en uens og sen fremspiring, da vi i 2015 oplevede et meget koldt forår, og forsommer. Der var ikke visuel forskel imellem behandlingerne på noget tidspunkt i vækstsæsonen. Kartoflerne blev nedvisnet med Diaquat da den ønskede størrelse var opnået. Udførselsdatoen var den 10. august 2015. Kartoflerne blev taget op den 11.-14. september med frilægger og taget op med håndkraft. Det var ikke muligt at køre på arealet med kartoffeloptager pga. store nedbørsmængder i august og september.

4.2.10 Høst og vurdering af kartofler

Det primære formål med demonstrationsforsøget er at undersøge muligheden for at etablere forskellige afgrøder som forfrugt og efterafgrøde forud for kartofler, og om disse afgrøder har nogen indflydelse på kartoflernes udbytte og kvalitet (i projektet har vi kaldt disse afgrøder for hjælpeafgrøder i nogle sammenhænge). Der er derfor anlagt to demonstrationsforsøg med forskellige forfrugter og efterafgrøder. Hver afgrøde er udlagt i to gentagne parceller. Kartoflerne er høstet i perioden 10.-14. september 2015 ved hjælp af en frilægger, og udbyttet er målt ved manuel vejning af knolde fra to rækker med et areal på i alt 12 m². I hver forsøgspare er der målt et bruttoudbytte, hvorfra der er udtaget en delprøve på ca. 20 kg, som er vurderet for størrelsesfordeling, procent deforme samt indhold af gnav fra smælder- og stankelbenlarver.



Billede 27. Delprøve fra en forsøgsparcel til vurdering for størrelsesfordeling og kvalitet. Rodfiltsvamp optræder i form af sorte sklerotier og korkagtig overflade og i få tilfælde som revnede knolde. Foto: Lars Bødker



Billede 28. Primære problemer med kvalitet (skinfinish) skyldtes rodfiltsvamp som giver en korkagtig overflade og i få tilfælde revnede knolde. Foto: Lars Bødker

Tabel 8. Betydningen af forskellige forfrugter for udbytte, størrelsesfordeling, % deforme samt indhold af gnæv fra smælder- og stankelbenlarver.

| Forfrugt | Tilført friskvægt, kg pr. m ² | Størrelse, pct knoldvægt | | | Knolde, pct. vægt | | Overflade dækning, pct. | | Udbytte, hkg/ha |
|-------------|--|--------------------------|----------|--------|-------------------|------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| | | <40 mm | 40-60 mm | >60 mm | Deforme | Gnav | Sklerotier | Skinfinish ¹⁾ | |
| Boghvede | 1,3 | 21,0 | 79,0 | 0,0 | 0,8 | 1,3 | 4,4 | 1,3 | 312 |
| Hamp | 2,5 | 26,4 | 73,6 | 0,0 | 0,8 | 1,0 | 4,0 | 0,5 | 338 |
| Havre | 0,3 | 22,8 | 76,8 | 0,4 | 9,8 | 0,9 | 4,8 | 1,6 | 325 |
| Hør | 0,6 | 28,0 | 70,9 | 1,1 | 1,8 | 0,2 | 3,6 | 0,9 | 275 |
| It. Rajgræs | 2 | 21,7 | 77,1 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 3,2 | 0,6 | 320 |
| Lupin | - | 23,4 | 76,6 | 0,0 | 2,4 | 1,2 | 5,3 | 0,5 | 401 |
| Majs | 1,8 | 14,4 | 84,1 | 1,5 | 1,0 | 0,3 | 3,6 | 1,2 | 417 |
| Rug | | 21,4 | 77,9 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 3,6 | 1,1 | 388 |
| Vårbyg | 0,3 | 23,3 | 75,6 | 1,1 | 0,4 | 1,9 | 3,6 | 1,0 | 338 |

¹⁾ Skinfinish er udtryk for procent dækning af knolden med forskellige typer af skurv, men i dette forsøg primært af korkagtige

Tabel 9. Betydningen af forskellige efterafgrøder for udbytte, størrelsesfordeling, % deforme samt indhold af gnæv fra smælder- og stankelbenlarver.

| Efterafgrøder | Tilført friskvægt, kg pr. m ² | Størrelse, pct knoldvægt | | | Knolde, pct. vægt | | Overflade dækning, pct. | | Udbytte, hkg/ha |
|------------------------|--|--------------------------|----------|--------|-------------------|------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
| | | <40 mm | 40-60 mm | >60 mm | Deforme | Gnav | Sklerotier | Skinfinish ¹⁾ | |
| Cikorie | - | 33,0 | 67,0 | 0,0 | 1,8 | 0,0 | 3,5 | 0,4 | 342 |
| Cikorie m. vintervikke | - | 30,0 | 68,7 | 1,3 | 5,3 | 0,0 | 3,6 | 6,2 | 268 |
| Fodervikke | - | 28,4 | 71,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 0,4 | 335 |
| Græs | - | 28,8 | 71,2 | 0,0 | 5,0 | 1,1 | 4,7 | 1,1 | 284 |
| Havre | - | 31,5 | 68,5 | 0,0 | 2,9 | 1,4 | 3,8 | 0,9 | 260 |
| Kløvergræs | - | 32,7 | 67,3 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 3,7 | 0,4 | 270 |
| Olieræddike | 0,5 | 24,2 | 73,3 | 2,5 | 1,6 | 2,4 | 3,1 | 0,3 | 299 |
| Rug | - | 24,8 | 73,2 | 2,0 | 0,5 | 0,0 | 5,6 | 0,2 | 291 |
| Sandhavre | - | 30,6 | 69,4 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 3,1 | 0,4 | 327 |

¹⁾ Skinfinish er udtryk for procent dækning af knolden med forskellige typer af skurv, men i dette forsøg primært af korkagtige

Jordbårne skadegørere i kartofler udgøres oftest af svampe og skadedyr. I nærværende forsøg er der udbredt forekomst af rodfiltsvamp. Rodfiltsvamp forårsages af svampen *Rhizoctoniasolani* og er en udbredt jord- og udsædsbåren sygdom. I konventionel kartoffelproduktion bekæmpes knoldbåren rodfiltsvamp primært ved forebyggende kemisk bejdsning af knoldene før lægning. Det er vanskeligt at forebygge den jordbårne smitte, men der er stigende fokus på anvendelsen af biosanering ved brug af forskellige typer af organisk materiale. Når rod-, stængel- og bladmateriale omsættes i jorden frigives kemiske stoffer, som påvirker skadegøren, men også deres antagonister i forskellig retning. Fra havre og olieræddike udskilles henholdsvis avenacin og glukosinolaterne, der ved hjælp af hydrolyse og enzymatisk aktivitet omsættes til stoffer med antimikrobiel aktivitet. Men de patogene mikroorganismerne lever også på uomsat organisk materiale, så der er eksempler på at nedmuldning af organisk materiale også kan fremme sygdomsfremkaldende skadegørere. Brugen af organisk materiale kan derfor påvirke den biologiske balance i jorden i både positiv og negativ retning.

Det er vigtigt at pointere, at det ikke er muligt på baggrund af ét demonstrationsforsøg med to gentagelser i ét år at sige noget konkluderende om effekten af forskellige forfrugter og efterafgrøder (hjelpeafgrøder) for kartoflers udbytte og kvalitet, og de forskellige afgrøders eventuelle sygdomshæmmende eller -fremmende aktivitet. Demonstrationsforsøget kan kun give nogle indikationer omkring effekter, som sammen med litteraturstudier kan føre til egentlige forsøg med potentielle gunstige afgrøder i flere marker over flere år.

Det er vigtigt at bemærke, at udbyttet af biomasse i efterafgrøder i forsøget var ekstremt lavt og derfor er resultaterne her meget usikre. I hovedafgrøderne blev lupinerne ædt af kronvildt i sommerhalvåret. I forsøgsplanen blev ærter udskiftet med rug. I forsøget kan vårbyg (eller havre) betragtes som kontrolparcel.

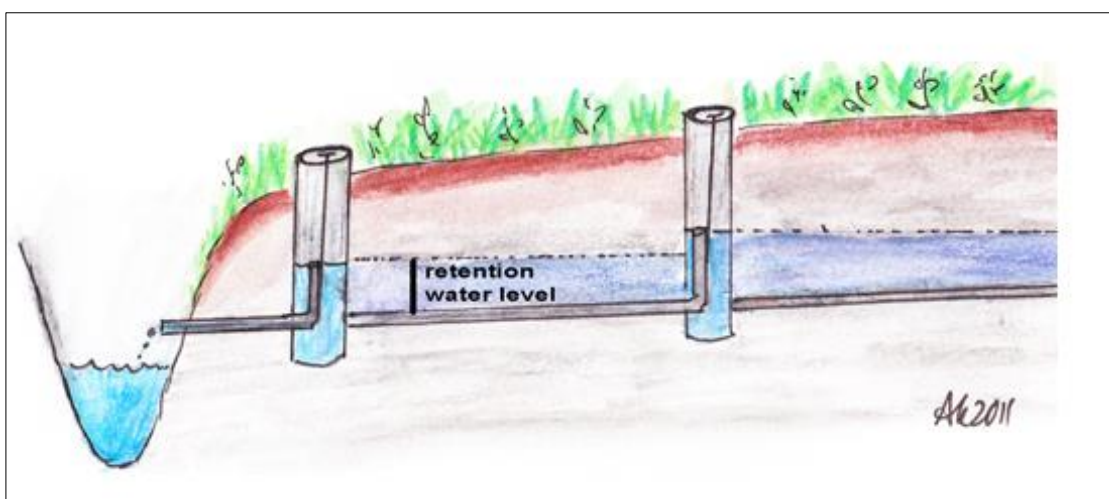
Demonstrationsforsøget i 2014/2015 viser, at der ikke er nogen af de afprøvede afgrøder i den pågældende mark og år, som har stor positiv eller negativ effekt på udbytte og kvalitet af de efterfølgende kartofler. Der er en tendens til et øget udbytte og et øget antal knolde i størrelsen 40-60 mm efter majs som forfrugt, og at majs ikke har afgørende betydning for forekomsten af rodfiltsvamp og skinfinish sammenlignet med de øvrige afgrøder. Men dette er meget usikkert, og modsat andre undersøgelser som viser, at der kan være en risiko ved anvendelse af majs i sædskiftet forud for kartofler (Kanders, 2014). Omvendt er der ved anvendelse af hør det laveste knoldudbytte og den største andel af kartofler mindre end 40 mm. Der er dog ikke noget fra litteraturen som tilskriver, at hør er en dårlig forfrugt forud for kartofler. Havre er traditionelt en sanerende forfrugt i mange afgrøder inklusiv kartofler. Den høje forekomst af deformede knolde må derfor tilskrives en tilfældighed, da de deformede knolde kun optræder i én af de to gentagne parceller. Der er generel høj forekomst af rodfiltsvamp i hele arealet, som ses både som sorte sklerotier (hyfekonglomerater), korkagtige skindsymptomer og revnede knolde. Der er dog ingen umiddelbar forskel mellem de forskellige typer af organisk materiale, da variationen indenfor forsøget med efterafgrøder, og hvor der i praksis ikke var væsentlig plantevækst, er på samme niveau som i forsøget med forskellige forfrugter.

4.3 Hævet vandstand

I Finland arbejder de med [kontrolleret dræning](#), og i Danmark kalder vi dette miljøtiltag [styret dræning](#). I projektet har vi forsøgt at efterligne dette ved at hæve vandstanden på en meget simpel måde.

I starten af projektet blev det vurderet, at det ville være vanskeligt at have en hævet vandstand på landbrugsarealerne i Vildmosen, da de er meget flade og afvander naturligt. Store regnmængder kan være en stor udfordring for kartoffelavlernes i Store Vildmose, og det at sætte mosen under vand var umiddelbart ikke interessant.

Som beskrevet andetsteds i nærværende rapport, viser finske forskningsresultater dog, at klimagasudslippet og tørv nedbrydningen kan hæmmes af forhøjet vandstand, og efter mødet med de finske forskere og landmænd blev diskussionen derfor genoptaget.



Billede 29. Finsk principskitse af kontrolleret dræning. Airi Kulmala

På mødet den 5. februar 2015 blev det, sammen med kartoffelavlterne, bestemt at undersøge om de finske erfaringer med kontrolleret dræning kan anvendes i Store Vildmose. Kartoffelavler Jan Nørgaard indvilligede i at forhøje vandstanden i en drængrøft så vandstanden kunne hæves uden at isætte [kontrolbrønde](#) i dræneene. Ved at hæve vandstanden i grøften får man samme effekt som ved kontrolleret dræning. Måden

var lavpraktisk og muligt indenfor de økonomiske rammer i projektet. Isætning af kontrolbrønde ville være meget omkostningsfuldt. I Store Vildmose går drænene direkte i afvandingskanaler og derfor vil en jernplade i afvandingskanalen have samme effekt som en kontrolbrønd, dog kan vandstanden ikke indstilles. Det blev besluttet, at det skulle forsøges at hæve vandstanden på et areal med kartofler. Dette på trods af, at det kan være meget risikofyldt at arbejde med forhøjet vandstand, på grund af risikoen for afgrødeskade, hvis afgrøden bliver vandlidende. Dette er en reel risiko som vist på Billede 30, hvor en kartoffelmark i Store Vildmose er oversvømmet efter store regnmængder i august og september 2015.

Projektet indkøbte 12 stk. Piezometre som kan måle vandstanden. AU og LandboNord lavede målingerne i samarbejde. Formålet var i første omgang at undersøge, om kartoffelavlerne kan køre, gøde og sprøjte når vandstanden hæves, samt at undersøge om det i det hele taget kan lade sig gøre at hæve vandstanden, eller om de hydrologiske forhold i jorden umuliggør dette.



Billede 30. Kartoffelmark i Store Vildmose 27. september 2015, dog ikke forsøgsmarken.
Foto: Kirsten Birke Lund

Det blev besluttet, at der skulle etableres styret dræning på en anden måde, end den i Finland. I Finland etableres den hævede vandstand ved at bruge et sæt reguleringsbrønde hvor drænuvløbet kan hæves, og vandstanden reguleres, mens den i forsøget i Store Vildmose er etableret ved at indsætte en spærring i den grøft hvor drænene udmunder. Desuden hæves vandstanden kun i vækstsæsonen i Finland, fordi den hårde frost om vinteren kan fryse vandet til is, og dermed gøre jorden umulig at bearbejde og tilså om foråret.

4.3.1 Forsøgsareal udpeget

Der er valgt et areal hos Jan Nørgaard, hvor der i 2015 er etableret kontrolleret dræning. Arealet er valgt fordi det på dette areal er muligt kun at hæve vandstanden på en mindre del af to marker, således at risikoen for afgrødeskade begrænses.



Billede 31. Udsnit af forsøgsmarken og afvandingskanal ved Vildmoseporten. Foto:Christian Søndergaard Christensen

4.3.2 Etablering af hævet vandstand

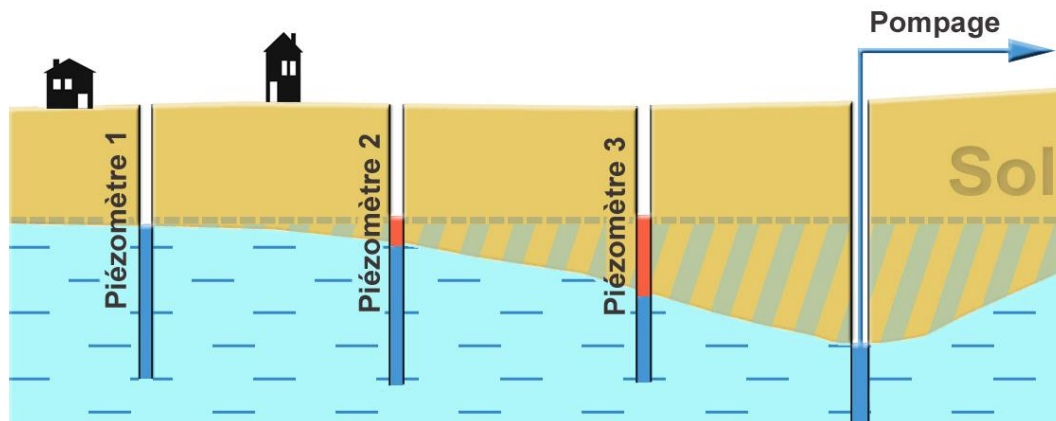
I maj 2015 blev en drængrøft fyldt med sand hos kartoffelavler Jan Nørgaard for at simulere styret dræning i Store Vildmose (se Billede 32). Sandet blev desværre stille og roligt skyllet væk i løbet af foråret 2015, så det blev besluttet at isætte en jernplade i afvandingsgrøften i stedet. Pladen blev sat i afvandingsgrøften omkring 20. maj 2015. Jernpladen er placeret hvor sanddæmningen tidligere har været (se Billede 32).



Billede 32. Simuleret styret dræning i afvandingsgrøft i Store Vildmose.
Foto: Peter Küster Nielsen.

4.3.3 Teknik til måling af hævet vandstand

For at måle vandstanden er der etableret målepunkter med pizeometre på hver side af spærringen. Vandstanden hæves før spærringen, dvs. på den side af spærringen hvor 12 pizeometre er placeret. Piezometre er basalt set pejlerør, hvori dybden til grundvandsspejlet kan pejles (se Billede33).



Billede 33. Piezometre. Kilde Wikipedia

Oprindeligt var det meningen at piezometrene skulle placeres således, at tolv piezometre var placeret på samme side af grøften, med seks piezometre på hver sin side af spærringen i rækker af tre. På grund af en kommunikationsfejl med teknikerne, der nedgravede pizeometerne, blev de desværre nedsat som på Billede 34. Det betyder, at der er langt flere piezometre på den side af spærringen hvor vandstanden reguleres, end på den side hvor vandstanden er normal. To piezometrer skulle have været etableret på den anden side af grøften, på hver sin side af spærringen. Fejlen forhindrede dog ikke en evaluering af forsøgets resultater, da sammenligning af pizo3, pizo4, pizo14 og Pizo 12, viser om vandstanden har været hævet før spærringen, relativt til efter spærringen. Detaljegraden i data bliver dog lidt mindre.



Billede 34. Placering af spærring og pizeometer rør på forsøgsarealet for kontrolleret dræning.



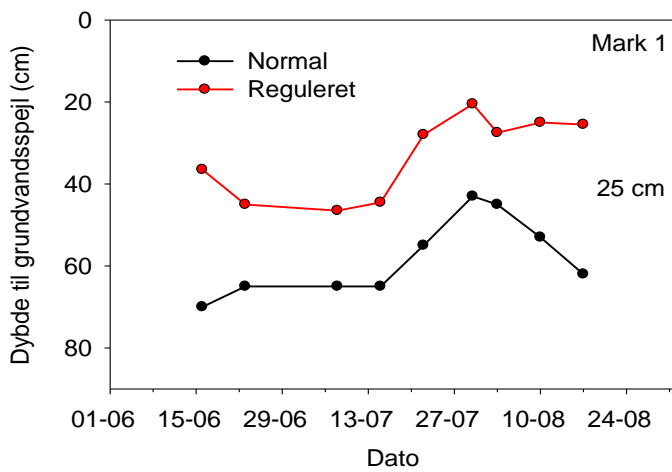
Billede 35. Drængrøft med spærring august 2015. Dronefoto: Christian Søndergaard Christensen

4.3.4 Resultater af forsøg med hævet vandstand

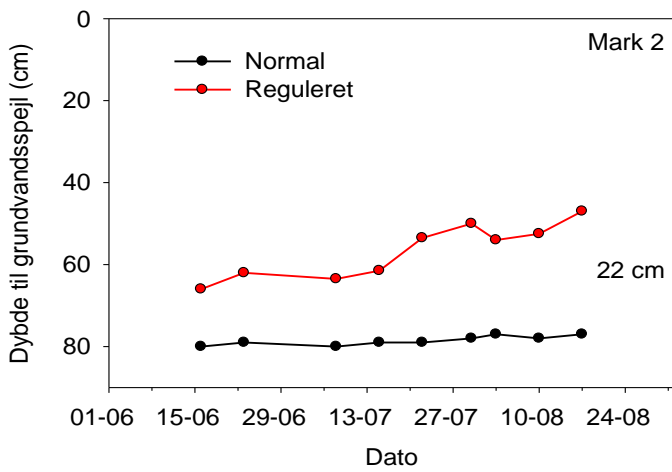
Det var tydeligt, at vandstanden kunne hæves ved at spærre grøften. På Billede 35 og 36 ses, at vandet er opstuvet i grøften efter etablering af spærringen, og på Figur 13 ses vandstanden i 2 piezometre placeret i samme afstand fra grøften på hver sin side af grøften (anden række af piezometre) i perioden fra juni til midt august. Vandstanden var hævet med ca. 22 - 25 cm i hver af markerne.

Forsøget viser, at det er muligt at hæve vandstanden i mosejorden, og at de hydrologiske forhold i jorden, ikke umuliggør brugen af styret dræning, som det ellers var forventet i begyndelsen af projektet. Sensommeren og det tidlige efterår 2015 har dog været meget vådt i Store Vildmose, og det er ikke sikkert, at en hævet vandstand vil kunne opnås i tørre år. Der bør gennemføres yderligere forsøg for at belyse dette. Mens vandstanden har været hævet, har landmanden kunnet køre på arealet samt gøde og sprøjte. Dette første forsøg viser derfor også, at trafikforholdene i marken er acceptable, ved en hævet vandstand. Der kan dog ikke tages kartofler op med hævet vandstand, fordi kartoffeloptageren er for tung. Derfor vil det i fremtiden være vigtigt, at etablere en reguleringsmulighed i spærringen, eller at bruge reguleringsbrønde, så vandstanden kan sænkes inden kartoffeloptagning eller inden høst af en kornafgrøde. Ligeledes er det vigtigt at kunne regulere vandstanden i marken, fordi for høj vandstand kan give afgrødeskade.

I slutningen af september 2015 har arealet med hævet vandstand reelt set haft så høj en vandstand, at det er blevet vandlidende og der er risiko for afgrødeskade, men vandstanden har ikke kunnet reguleres ned, fordi spærringen ikke er forsynet med et spjæld eller en anden reguleringsmekanisme. På et tidspunkt stod vandet kun 20-30 cm under jordoverfladen og det var stadig muligt for landmanden at køre i marken med marksprøjte. I USA anvendes der [ditch riders](#) til at styre vandstanden i afvandingskanaler når afgrøderne vandes nedefra ved hævet vandstand. Denne teknik kunne måske anvendes



Figur 13.
Vandstandshævning fra d. 15.06.15.-15.08.15. Den regulerede vandstand er vandstanden hvor der sker opstuvning af vand før spærringen, mens den normale er vandstanden efter spærringen. Data er for 2. række af piezometer.





Billede 36. Kontrolleret dræning med jernplade juli 2015. Foto: Kirsten Birke Lund



Billede 37: Høj vandstand i drængrøften 27. september 2015. Foto: Kirsten Birke Lund



Kiba Consult ApS



Vildmoseavlerlauget



Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne:
Danmark og Europa investerer i landdistrikterne

Ministeriet for Fødevarer,
Landbrug og Fiskeri



Se Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne

Referencer

- van den Akker, J.J.H. 2010. Introduction to the special issue on degradation and greenhouse gas emissions of agricultural managed peat soils in Europe. *Geoderma* **154**: 171-172
- Berglund, Ö., Berglund K. & Klemedtsson L. 2010. A lysimeter study on the effect of temperature on CO₂ emission from cultivated peat soils. *Geoderma* **154**: 211–218
- Berglund, Ö. & Berglund K. 2010: Distribution and cultivation intensity of agricultural peat and gyttja soils in Sweden and estimation of greenhouse gas emissions from cultivated peat soils. *Geoderma* **154**: 173–180
- Berglund, Ö. & Berglund K. 2011. Influence of water table level and soil properties on emissions of greenhouse gases from cultivated peat soil. *Soil Biology & Biochemistry* **43**: 923e931
- Berglund, Ö. 2011. Greenhouse Gas Emissions from Cultivated Peat Soils in Sweden. Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Dawson, Q., Kechavarzi, C., Leeds-Harrison, P.B. & Burton, R.G.O. 2010. Subsidence and degradation of agricultural peatlands in the Fenlands of Norfolk, UK. *Geoderma* **154**: 181–187
- Elsgaard, L., Görres, C-M, Hoffmann C.C., Blicher-Mathiesen, G., Schelde, K., & Petersen, S.O. 2012. Net ecosystem exchange of CO₂ and carbon balance for eight temperate organic soils under agricultural management. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **162**: 52-67.
- Frimodt Pedersen, E. 1978. Tørvelagets sammensynkning og mineralisering i Store Vildmose. *Statens Planteavlfsforsøg, Beretning* **1425**: 509 – 520.
- Hansen, K. 2008. Det tabte land. 1. udgave. Gads forlag, København.
- IPCC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 — Agriculture, Forestry and Other Land Use. In: Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (Eds.). IGES, Japan.
- Kandel, T. P., Elsgaard, L., Karki, S. & Lærke, P. E. 2013. Biomass yield and greenhouse gas emissions from a drained fen peatland cultivated with reed canary grass under different harvest and fertilizer regimes. *BioEnergy Research* **6**: 883–895.
- Kanders, M. 2014. Bedeutung von Angepassten Kartoffelfruchtfolge wächst weiter! *Kartoffelbau* **7**: 8-13.
- Kasimir-Klemedtsson, A., Klemedtsson L., Berglund, K., Martikainen, P., Silvola, J. & Oenema, O. 1997. Greenhouse gas emissions from farmed organic soils: a review. *Soil Use and Management* **13**: 245-250
- Kechavarzi, C., Dawson, Q. & Leeds-Harrison P.B. 2010. Physical properties of low-lying agricultural peat soils in England. *Geoderma* **154**: 196–202.
- Lohila, A., Aurela M., Regina, K. & Laurila, T. 2003. Soil and total ecosystem respiration in agricultural fields: effect of soil and crop type. *Plant and Soil* **251**: 303–317.

- Maljanen, M., Hytonen, J., Makiranta, P., Alm Minkkinen, J.K., Laine, J. & Martikainen, P.J., 2007. Greenhouse gas emissions from cultivated and abandoned organic croplands in Finland. *Boreal Environment Research* **12**: 133-140.
- Montanarella, L., Jones, R.J.A. & Hiederer, R. 2006. The distribution of peatland in Europe. *Mires and Peat*, **1**: 1-10.
- Mosier, A., Kroeze, C., Nevison, C., Oenema, O., Seitzinger, S. & van Cleemput, O. 1998. Closing the global N₂O budget: nitrous oxide emissions through the agricultural nitrogen cycle. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **52**: 225–248.
- Oleszczuk, R., Regina, K., Szajdak, L., Höper, H. & Maryganova, V. 2008. Impacts of agricultural utilization of peat soils on the greenhouse gas balance. In: Strack, M. (ed.) *Peatlands and Climate Change*, International Peat Society, Jyväskylä, Finland.
- R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>
- Regina, K., Sheehy, J. & Myllys, M. 2014. Mitigating greenhouse gas fluxes from cultivated organic soils with raised water table. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 1-16. doi:10.1007/s11027-014-9559-2
- Regina, K., Syväsalö, E., Hannukkala, A. & Esala, M. 2004. Fluxes of N₂O from farmed peat soils in Finland. *European Journal of Soil Science* **55**:591–599.
- Renou-Wilson, F., Barry, C., Müller, C. & Wilson, D. 2014. The impacts of drainage, nutrient status and management practice on the full carbon balance of grasslands on organic soils in a maritime temperate zone. *Biogeosciences* **11**: 4361–4379.
- Pedersen, A. R., Petersen, S. O. & Schelde, K. 2010. A comprehensive approach to soil-atmosphere trace-gas flux estimation with static chambers. *European Journal of Soil Science* **61**: 888–902.
- Petersen, S.O., Hoffmann, C. C., Schäfer, C-M., Blicher-Mathiesen, G., Elsgaard, L., Kristensen, K., Larsen, S.E, Torp, S.B. & Greve, M.H. 2012. Annual emissions of CH₄ and N₂O, and ecosystem respiration from eight organic soils in Western Denmark managed by agriculture. *Biogeosciences* **9**: 403-422
- Rosing, S., Gram, K. & Færgeman, T. 2013. Organiske lavbundsjordder – natur-, miljø- og klimagevinster. Concito, København K.
- Schäfer, C.-M., Elsgaard, L., Hoffmann, C.C. & Petersen, S.O. 2012. Seasonal methane dynamics in three temperate grasslands on peat. *Plant and Soil* **357**: 339–353.
- Svendsen, J. 2012. Livet i Store Vildmose, DialogForum.dk, Brande

Bilag 1

Smagen Nordjylland

Spørgsmål som udgangspunkt for telefoninterview.

Husmoderforeninger og forbrugerorganisationer.

- *Dyrkning af følsomme arealer har været diskuteret i en årrække. Er det en problemstilling I har hørt om eller arbejdet med i jeres forening?*
- *Der blev for nogle år siden udarbejdet en rapport om konsekvenserne af dyrkning på arealer med højt humusindhold. Har du hørt om rapporten eller kender du noget til dens konklusioner?*
- *Concitos klimarapport fra foråret 2013 handler om dyrkning på lavbundsarealer som f.eks. højmoserne i Store og Lille Vildmose. Er den type emner noget der arbejdes med i jeres forening?*
- *Hvilke emneområder inden for fødevarereproduktion har jeres forening mest fokus på?*

COOP, Dansk Supermarked og Dagrofa.

- *Dyrkning af følsomme arealer har været diskuteret i en årrække. Er det en problemstilling I har hørt om eller arbejdet med i forhold til jeres indkøb?*
- *Hvis en fødevarer viser sig at være stærkt miljøbelastende, hvordan påvirker det så jeres holdning til produktet?*
- *Kunne en dårlig miljøprofil få jer til at udmelde en fødevarer? Hvis den var Dansk?*
- *Betyder f.eks. miljøprofiler noget for jeres valg af kampagnevarer, placering i butikkerne eller på anden måde.*