



VIDENCENTRET FOR LANDBRUG

Oversigt over **Landsforsøgene 2013**



*Foto på omslaget:
Janne Aalborg Nielsen, Videncentret for Landbrug,
Planteproduktion*

Læs mere om Oversigt over
Landsforsøgene 2013 på
www.landbrugsinfo.dk/oversigten

Scanprint a|s

Oversigt over Landsforsøgene 2013

Forsøg og undersøgelser i
Dansk Landbrugsrådgivning

Samlet og udarbejdet af
LANDBRUG & FØDEVARER, PLANTEPRODUKTION
ved chefkonsulenterne
Jon Birger Pedersen og Carl Åge Pedersen



VIDENCENTRET FOR LANDBRUG

Planteproduktion

Agro Food Park 15 T +45 8740 5000
Skejby F +45 8740 5010
DK 8200 Aarhus N vfl.dk

Aktiviteterne er blandt andet støttet af:



Se 'European Agricultural Fund for Rural Development' (EAFRD)



Se i øvrigt afsnittet Sponsorer og uvildighed.

Alternative afgrøder

Pil og andre træarter

Der er i 2013 indsamlet udbyttetal fra 37 pilemarker, høstet i vinteren 2012 til 2013. Udbyttet svinger fra 1,5 til 11,9 ton tørstof pr. ha pr. år med et gennemsnitligt niveau på 4 til 5 ton tørstof pr. ha pr. år. Der er betydelige forskelle i udbytniveau mellem landsdelene.

Mekanisk ukrudtsbekæmpelse i pil med fem fræsninger mellem rækkerne og hakning i rækkerne øgede i forsøg i 2012 tørstofudbyttet i pil med 154 procent. Sprøjtning med glyphosat omkring pilens knopbrydning medførte derimod ikke et sikkert merudbytte. Samlet set viste forsøg i 2011 og 2012, at en enkelt glyphosatsprøjtning ved pilens knopbrydning var utilstrækkelig, og at ukrudt skal bekæmpes gennem en længere periode for bedre at udnytte pilens udbyttepotentiale.

Der er i fem pilesortsforsøg fundet store forskelle i udbyttet mellem otte pilesorter med størst gennemsnitligt udbytte i sorten Tordis og med 36 procent mindre udbytte i sorten med det mindste udbytte. Der er også markante udbytteforskelle mellem lokaliteter med 51 procent mindre udbytte på lokaliteten med det mindste udbytte, sammenlignet med den bedste lokalitet. For at udnytte udbyttepotentialet på en given mark bedst muligt er det vigtigt både at bruge gode sorter og at udøve en god dyrkningspraksis.

Der er i 2013 anlagt to gødningsforsøg i pil efter første treårige høstrotation. Gødkning har medført kraftigere ukrudtsvækst, men effekten på pilens vækst er endnu ikke målt.

Et forsøg med afpudsning af etårs skud i pil har vist, at afpudsningen medfører flere, men tyndere skud på planterne. Det gennemsnitlige udbytte med afpudsning af etårs skud er 16 procent mindre end udbyttet uden afpudsning, men forskellen er ikke signifikant.

Der er i 2013 iværksat forsøg med grøngødning i økologisk pil for at belyse muligheden for at sikre pilens kvælstofforsyning ved hjælp af kvælstoffikserende grøngødningsarter.

I et træartsforsøg med seks poppelsorter, en pilesort og en type af rødæl har der i tredje vækstsæson generelt været god vækst, dog med undtagelse af poppelsorten AF8, der har haft en del døde stammer eller grenpartier. Blandt poppelsorterne er den største modtagelighed over for rust registreret i AF og mindst i Max 1 og Max 3.

Udbytter i pilemarker, høstet vinteren 2012 til 2013

Der er i 2013 indsamlet udbyttetal fra 37 pilemarker, høstet i vinteren 2012 til 2013. Udbyttet svinger fra 1,5 til 11,9 ton tørstof pr. ha pr. år med et gennemsnitligt niveau på 4 til 5 ton tørstof pr. ha pr. år. Der er betydelige forskelle i udbytniveau mellem landsdele.

Ligesom i 2010, 2011 og 2012 er der i 2013 gennemført en undersøgelse over høstudbytter i pilemarker. Se Oversigt over Landsforsøgene 2010, side 185, Oversigt over Landsforsøgene 2011, side 190 og Oversigt over Landsforsøgene 2012, side 203. Dette års data er indsamlet fra Biobrændsel Assens A/S, Syddansk Piledyrkerforening, Vestjysk Pileleverandørforening samt fra enkelte landmænd i Midt- og Nordjylland og på Sjælland. Enkelte udbyttetal er af landmanden oplyst som rummeter flis. Ved omregning fra rummeter pileflis til ton tørstof er der benyttet en rumvægt på 0,1456 ton tørstof pr. rummeter.

I vinteren 2012 til 2013 er der høstet pil hos 13 landmænd på Fyn på et samlet areal på cirka 101 ha. Afgrøderne blev etableret i 2010. Efter første vækstsæson blev pileskuddene pudset af for at fremme skuddannelsen, og skudalderen har ved høst således været to år, dvs. udbyttet er fra pilekulturens anden og tredje vækstsæson.

I Sydjylland er der udbyttetal fra 13 landmænd med et samlet pileareal på cirka 97 ha. Disse afgrøder er også etableret i 2010, og cirka to tredjedele af markerne er pudset af efter første vækstsæson. Fra Vestjylland er der udbyttetal fra syv landmænd med i alt cirka 29 ha. De fire af markerne (mark nr. 28 til 30 og 33) er etableret i 2009 og pudset af efter første vækstsæson. Skudalderen ved høst har således været tre år. På de øvrige tre marker har skudalderen været to år, og afgrøderne er etable-

ret i henholdsvis 2010 (mark nr. 31 og 32, som blev pudset af efter første vækstsæson) og 2011 (mark nr. 27). Fra Nordjylland er der indhentet udbyttet fra to marker med et samlet areal på cirka 33 ha, og skudalderen har ved høst været to år. Mark nr. 34 blev etableret i 2010 og pudset af efter første vækstsæson, mens mark nr. 35 blev etableret i 2008 og høstet én gang tidligere i vinteren 2010 til 2011.

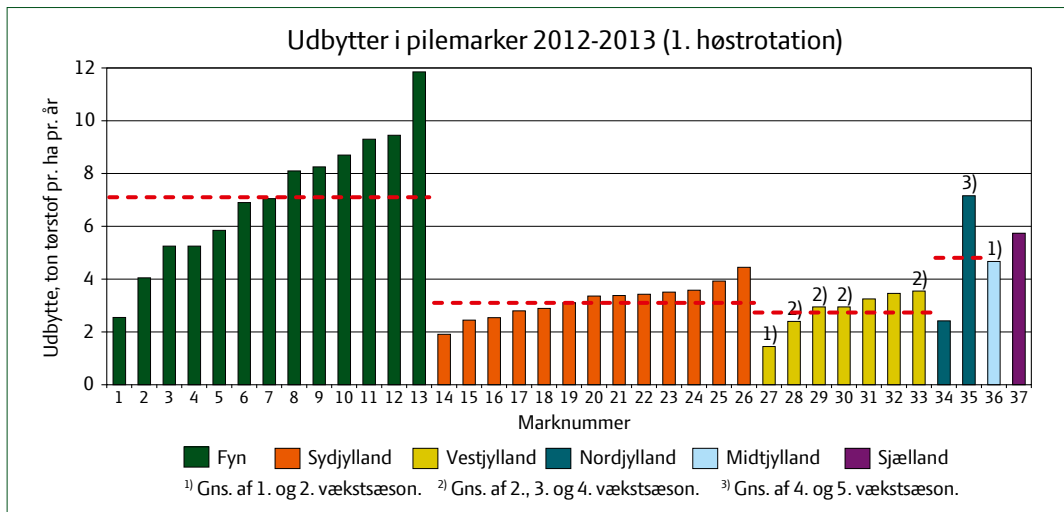
Fra Midtjylland stammer udbyttet fra en mark på 6 ha, der er tilplantet i 2011, og fra Sjælland stammer udbyttet fra et areal på cirka 10 ha, der er tilplantet i 2010 og pudset af efter første vækstsæson. På alle tre marker har skudalderen været to år ved høst. Samtlige 37 udbyttet (på nær mark nr. 35) er fra arealer, der er høstet første gang i kulturens levetid, og det samlede areal udgør 276 ha.

I figur 1 er udbytterne vist for de enkelte marker, som er grupperet efter landsdel, og inden for landsdelene er markerne sorteret efter årligt tørstofudbytte. Udbyttet er beregnet som et gennemsnitligt årligt tørstofudbytte, i de fleste tilfælde for pilens anden og tredje vækstsæson. Udbyttet i første vækstsæson er således antaget at være 0, også i marker, der ikke er blevet afpudset efter første vækstsæson, men med de undtagelser, der er angivet i figuren. Det gennemsnitlige udbytte af pilemarkerne på Fyn er 7,1 ton tørstof pr. ha pr. år, mens det i Sydjylland er 3,2 og i Vestjylland 2,9 ton



Der er i vinteren 2012 til 2013 høstet mange pilearealer. Pilen er enten høstet med finsnitter og hugget direkte til flis eller høstet med helskudhøster og først hugget til flis senere efter tørring af skuddene henover sommeren. På billedet ses en stak med helskud, der er høstet om vinteren, og her er fotograferet den 1. juli 2013. (Foto: Søren Ugilt Larsen, AgroTech).

tørstof pr. ha pr. år. Gennemsnittet af de to pilemarker i Nordjylland er 4,8 ton tørstof pr. ha pr. år. Det gennemsnitlige udbytte for alle 37 marker er 4,7 ton tørstof pr. ha pr. år. Det højere udbyttensniveau i pilemarker på Fyn i forhold til Syd- og Vestjylland formodes blandt andet at skyldes generelle forskelle i jordtype, men der er også anvendt en anden form for kontrakt om afsætning og afregning på Fyn, hvilket kan have øget motivationen for en mere intensiv pleje af pilekulturene.



Figur 1. Udbytter i pilemarker, høstet i vinteren 2011 til 2012, i forskellige landsdele. Udbyttet er beregnet som gennemsnitligt årligt udbytte for pilens anden og tredje vækstsæson med undtagelse af, hvor andet er angivet. De stiplede linjer angiver gennemsnitsudbyttet for markerne inden for den pågældende landsdel.

Næsten alle pilemarker er tilført gødning (husdyrgødning og/eller handelsgødning) i perioden fra etablering til høst. De fleste steder er første gødningstildeling udført i starten af anden vækstsæson, dvs. når etårs skuddene er pudset af, og der er plads til at køre i marken. Kun få steder er der tildelt gødning i tredje vækstsæson. Der er ligeledes foretaget bekæmpelse af ukrudtet på de fleste af pilemarkerne. Ukrudtsbekæmpelsen er udført ved sprøjtning eller mekanisk i form af radrensning, rækkefræsning, strigling eller harvning. En del af pileavlerne anvender både sprøjtning og mekanisk ukrudtsbekæmpelse i pilemarkerne.

Forsøg med ukrudtsbekæmpelse i energipil med glyphosat, udbragt omkring knopbrydning
Mekanisk ukrudtsbekæmpelse i pil med fem fræsninger mellem rækkerne og hakning i rækkerne øgede i forsøg i 2012 tørstofudbyttet i pil med 154 procent. Sprøjtning med glyphosat omkring pilens knopbrydning medførte derimod ikke et sikkert merudbytte. Samlet set viste forsøg i 2011 og 2012, at en enkelt glyphosatsprøjtning ved pilens knopbrydning var utilstrækkelig, og at ukrudt skal bekæmpes gennem en længere periode for bedre at udnytte pilens udbyttepotentiale.

I foråret 2012 blev der anlagt et forsøg med ukrudtsbekæmpelse i pil med glyphosat, udbragt omkring knopbrydning. Et tilsvarende forsøg i 2011 er beskrevet i Oversigt over Landsforsøgene 2011 og 2012, henholdsvis side 192 og 193 og side 206 og 207. Forsøget i 2012 blev anlagt på JB 3 i Midtjylland i en pilemark, etableret i foråret 2011 med sorten Tordis. Etårs skuddene blev afpudset den 9. marts 2012, og hele marken blev gødsket i juni 2012 med 100 kg kvælstof pr. ha i form af handelsgødning.

I forsøget har der været to forsøgsled med henholdsvis ubehandlet kontrol og mekanisk ukrudtsbekæmpelse med fræsning fem gange, nemlig 20. marts, 27. marts, 19. april, 23. maj og 20. juni, og der er hakket ukrudt væk i planterækkerne ved alle fem fræsninger samt den 3. april. Desuden har der været seks forsøgsled med sprøjtning med glyphosat på seks forskellige tidspunkter fra 13. marts til 19. april, heraf de sidste tre efter knopbrydning. Ved alle sprøjtetidspunkter er pilens knopudvikling registreret ved måling af knoplængden, og i figur 2 ses knopudviklingen og tidspunktet for knopbrydning. Der har været to nætter med nattefrost mellem 5. april og 9. april, som har givet frostska-der på knopperne og bremset udviklingen. Knopbrydning er sket omtrent en uge tidligere end i forsøget i

2011. Se figur 1 i Oversigt over Landsforsøgene 2011, side 192. Forskellen er formodentlig relateret til forskelle i temperatur mellem de to år og de to lokaliteter, men der kan muligvis også være forskelle i knopbrydningstidspunktet for sorten Tora i 2011-forsøget og sorten Tordis i 2012-forsøget. I løbet af maj har der været tegn på herbicidskade på pilen, især i parceller med de seneste sprøjtninger, men i juni har der ikke længere været synlige symptomer, og der har ingen sikker forskel været i pilens højde mellem sprøjtede parceller og ubehandlede parceller.

Ukrudtsmængden er bedømt flere gange i vækstsæsonen, og der har været en kraftig ukrudtsbestand med meget græs, men også kolonier af blandt andet tidsel og folfod, som først er spiret frem efter glyphosatsprøjtningerne. Se tabel 1. Ligesom pilens vækst er startet tidligere end i 2011-forsøget, så er også ukrudtets vækst startet tidligere, og der har været en signifikant effekt på ukrudt af alle glyphosatsprøjtninger, dog knap så stor effekt ved den første sprøjtning som ved de senere sprøjtninger. Ved registreringer den 14. maj har der været 58 procent ukrudtsdækning i ubehandlede parceller, 13 procent i parceller med mekanisk bekæmpelse og mellem 4 og 16 procent i glyphosatsprøjtede parceller. Renheden efter glyphosatsprøjtningen er dog aftaget med tiden, og på grund af kraftig genvækst af især rod ukrudt har der den 21. juni været en ganske tæt ukrudtsbestand i alle glyphosatsprøjtede parceller med mellem 61 og 80 procent ukrudtsdækning. Til sammenligning har der på dette tidspunkt været 95 procent ukrudtsdækning i ubehandlede parceller, men kun 3 procent ukrudtsdækning i parcellerne med mekanisk bekæmpelse, hvor renholdelsen er fortsat frem til 20. juni.

Tørstofudbyttet i pilen blev målt den 4. december 2012, og det målte udbytte er udtryk for pilens tilvækst i anden vækstsæson. Se tabel 1. Udbyttet i ubehandlede parceller er 2,9 ton tørstof pr. ha, mens udbyttet er signifikant større i parceller med mekanisk renholdelse med 7,5 ton tørstof pr. ha, og den mekaniske renholdelse har således øget udbyttet med 154 procent. Dette svarer til den relative effekt i forsøget i 2011, hvor udbyttet blev øget med 150 procent fra 3,9 til 9,8 ton tørstof pr. ha. I 2012-forsøget varierede udbyttet i de glyphosatsprøjtede parceller mellem 3,4 og 5,3 ton tørstof pr. ha, men der var ingen signifikant forskel i udbyttet mellem sprøjtetidspunkterne, og ingen af sprøjtningerne medførte signifikant større udbytte end i ubehandlede parceller. Se

figur 3. For 2011-forsøget viste en regressionsanalyse, at tørstofudbyttet steg signifikant, når sprøjtetidspunktet blev udsat. Se figur 2 i Oversigt over Landsforsøgene 2012, side 207. For 2012-forsøget kan der ikke påvises nogen klar sammenhæng mellem sprøjtetidspunkt og udbytte, selv om der ses en tendens til lidt større udbytte ved de senere glyphosatsprøjtninger. Se figur 3.

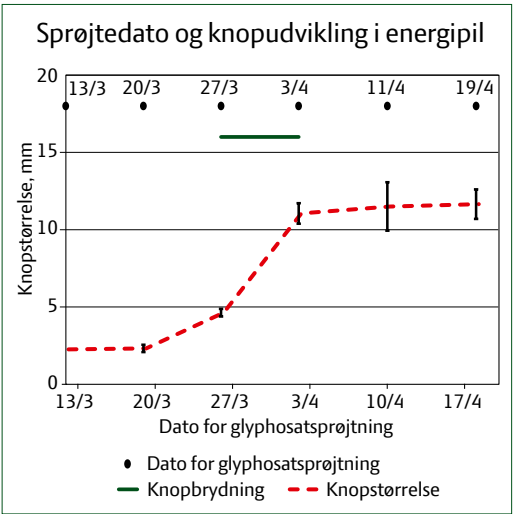
Effekten af glyphosatsprøjtning på ukrudtet afhænger af ukrudtets vækst på behandlingstidspunktet, og hvor stor fremspiring der sker af nyt ukrudt. Et senere sprøjtetidspunkt vil øge chancen for en god ukrudtseffekt, men samtidig øge risikoen for skade på pilen. Resultaterne tyder på, at pilen kan overvinde en begrænset herbicidskade af glyphosat, udsprøjtet umiddelbart efter knopbrydning. Der er dog kun udført forsøg på de to pilekloner Tora og Tordis, og det er uklart, om andre kloner kan udvise større eller mindre følsomhed over for glyphosat-sprøjtning ved knopbrydning.

Forskelle i udbyttet mellem sprøjtetidspunkterne afspejler den samlede effekt af herbicidskade på pilen og effekten af ukrudtsbekæmpelsen. Selv om de seneste sprøjtninger med glyphosat medførte herbicidskade på pilen i både 2011 og 2012, så blev udbyttet alligevel øget i 2011-forsøget, dvs.

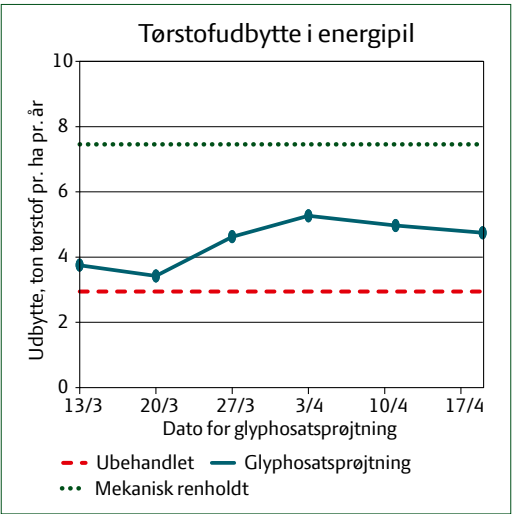
Tabel 1. Ukrudtsbekæmpelse i pil med glyphosat udbragt omkring knopbrydning

Ukrudts-bekæmpelse	Ukrudt, pct. dækning				Tørstof, pct.	Udbytte, ton tørstof pr. ha
	14/5	23/5	21/6	17/9	4/12	4/12
2012. 1 forsøg						
1. Ubehandlet	58	70	95	93	43	2,9
2. Fræsning	13	29	3	47	43	7,5
3. Glyphosat 13/3	16	20	80	75	41	3,7
4. Glyphosat 20/3	8	10	80	76	41	3,4
5. Glyphosat 27/3	4	6	70	67	41	4,6
6. Glyphosat 3/4	6	8	75	74	42	5,3
7. Glyphosat 11/4	4	3	68	61	44	5,0
8. Glyphosat 19/4	5	4	61	66	43	4,7
LSD	7	7	13	10	ns	2,6

den større effekt på ukrudtet ved sen sprøjtning betød mere end herbicidskaden. Udbyttet i behandlingen med mekanisk renholdelse i begge forsøgene viser imidlertid, at der kan opnås væsentligt større udbytte end ved selv den mest effektive enkeltstående behandling med glyphosat. Det større udbytte ved mekanisk renholdelse formodes især at skyldes, at pilen er blevet holdt bedre ren igennem en længere periode. Derudover kan der også være en vis positiv effekt af, at bearbejdningen af



Figur 2. Knopudvikling i pil og datoer for sprøjtning i forsøg med ukrudtsbekæmpelse i pil med glyphosat, udbragt omkring knopbrydning. Lodrette streger angiver standardafvigelsen for målinger af knopstørrelse blandt de fire gentagelser i forsøget. Der har været to nætter med nattefrost mellem 5. april og 9. april, som har givet frostskaader på knopperne og bremset udviklingen. Baseret på et forsøg i 2012.



Figur 3. Tørstofudbytte i pil afhængigt af tidspunkt for sprøjtning med glyphosat omkring knopbrydning. Endvidere er angivet udbytte for ubehandlet kontrol samt mekanisk renholdelse med fræsning og hakning. Baseret på et forsøg i 2012.

jorden har medført mineralisering af næringsstoffer og dermed en bedre næringsstofforsyning end i de øvrige behandlinger. En enkelt glyphosatsprøjtning ved pilens knopbrydning medfører således ikke en tilstrækkelig renholdelse til at udnytte pilens udbyttepotentiale, og bekæmpelse af ukrudt over en længere periode synes derfor nødvendig, for eksempel ved at bruge rækkefræsning eller afskarmet sprøjtning med glyphosat mellem pile-rækkerne eller ved brug af et selektivt herbicid, såsom Agil. Udbytteeffekten af renholdelsesstrategi- en skal dog sammenholdes med omkostningerne.

Forsøgene er afsluttet.

Sortsforsøg i energipil

Af seniorkonsulent Søren Ugilt Larsen¹⁾, seniorforsker Uffe Jørgensen²⁾, seniorforsker Poul Erik Lærke²⁾, konsulent Tove Holm Vistedsen³⁾ og konsulent Søren Søndergaard³⁾

¹⁾AgroTech, ²⁾Aarhus Universitet, ³⁾Vestjysk Landboforening

Der er i fem pilesortsforsøg fundet store forskelle i udbyttet mellem otte pilesorter med størst gennemsnitligt udbytte i sorten Tordis og med 36 procent mindre udbytte i sorten med det mindste udbytte. Der er også markante udbytteforskelle mellem lokaliteter med 51 procent mindre udbytte på lokaliteten med mindst udbytte, sammenlignet med den bedste lokalitet. For at udnytte udbyttepotentialet på en given mark bedst muligt er det vigtigt både at bruge gode sorter og at udøve en god dyrkningspraksis.

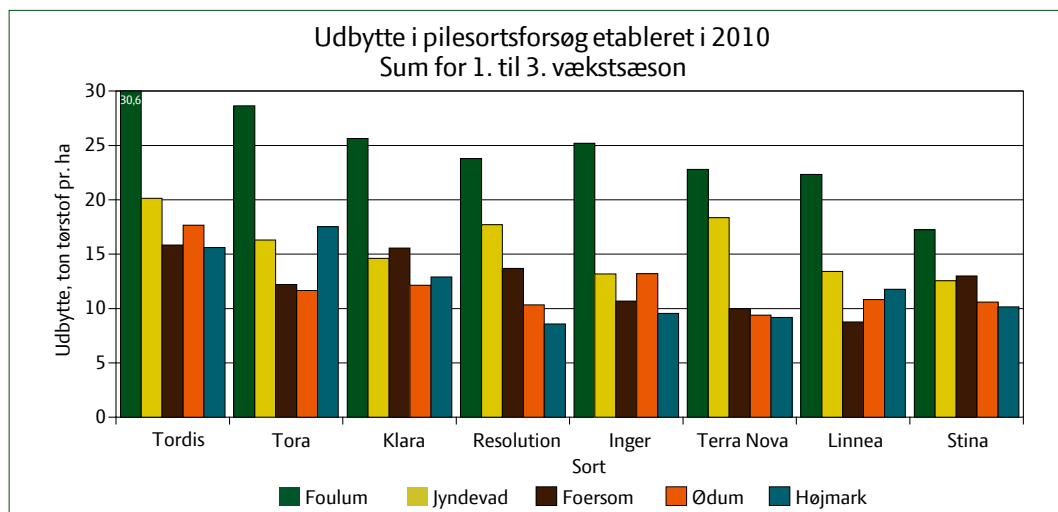
I foråret 2010 blev der anlagt fem sortsforsøg i energipil, heraf tre som landsforsøg og to ved Aarhus Universitet. I forsøgene indgår seks sorter fra et svensk forædlingsprogram (Tora, Tordis, Inger, Klara, Stina og Linnea) og to sorter fra et engelsk forædlingsprogram (Resolution og Terra Nova). Se Oversigt over Landsforsøgene i årene 2010 til 2012, henholdsvis side 186 og 187, side 194 og 195 og side 209 og 210 samt Tabelbilaget, tabel L1. I vinteren 2012 til 2013 er der målt udbytter i alle fem forsøg. Udbyttmålingen har fundet sted mellem 13. og 19. november 2012 i de tre landsforsøg og mellem 5. og 11. februar 2013 i de to forsøg ved Aarhus Universitet. Figur 4 viser tørstofudbyttet i hver af de otte sorter på hver enkelt lokalitet, og sorterne er sorteret fra venstre mod højre efter faldende gennemsnitligt udbytte. Det viste udbytte svarer til den samlede tørstofproduktion for første til tredje vækstsæson. I forsøget i Ødum er etårs skuddene dog blevet afpudset, hvorfor udbyttet

svarer til produktionen for anden og tredje vækstsæson. Udbyttet varierer signifikant både mellem sorter og mellem lokaliteter, og der er desuden vekselvirkning mellem sort og lokalitet.

Sorten Tordis har givet det største udbytte i fire af de fem forsøg, og i det femte forsøg er udbyttet ikke signifikant mindre end for sorten med størst udbytte. Tordis synes derfor generelt at være robust med højt udbyttepotentiale under forskellige forhold. Som gennemsnit af de fem lokaliteter har sorten Tora givet det næststørste udbytte og Klara det tredjestørste udbytte af alle sorter med henholdsvis 17 og 21 procent mindre udbytte end i Tordis. Sorten Tora har opnået samme udbytt niveau som Tordis i forsøgene ved Højmark og Foulum, men signifikant mindre udbytte på de tre øvrige lokaliteter med mere grovsandet jord. Sorten Klara har opnået samme udbytt niveau som Tordis i forsøgene ved Højmark og Foersom, men signifikant lavere end Tordis i de øvrige forsøg. Ligeledes har Resolution opnået samme udbytt niveau som Tordis ved Foersom og Jynde vad, og Terra Nova har opnået samme niveau som Tordis ved Jynde vad, mens udbytterne er signifikant mindre end i Tordis i de øvrige forsøg. Dette tyder på, at Resolution og Terra Nova kan klare sig relativt godt på jord med dårligere vandforsyning. De nyere svenske sorter, Stina og Linnea, har givet de mindste gennemsnitsudbytter, som er henholdsvis 36 og 33 procent mindre end udbyttet i Tordis. Selv om rangordenen med hensyn til pilesorternes udbytte har varieret i tidligere undersøgelser, er Tordis og Tora generelt blandt de højestydende sorter. Der er dog også eksempler på, at rangordenen mellem sorter kan skifte fra første til senere høstrotationer.

Udbytt niveauet har varieret særdeles meget mellem de fem lokaliteter med gennemsnitlige udbytter på cirka 24 ton tørstof pr. ha ved Foulum, cirka 16 ved Jynde vad og cirka 12 ton tørstof pr. ha ved Foersom, Ødum og Højmark. Forsøgene er tilstræbt anlagt på samme måde på alle lokaliteter. Udbytteforskellene formodes derfor at skyldes en række andre forskelle mellem de fem lokaliteter, såsom jordtype, grundvandsstand, nedbør, ukrudtsbekæmpelse og gødskning. Der kan ikke skelnes mellem virkningen af disse faktorer, men der kan ud fra resultaterne gøres visse antagelser om de vigtigste faktorer.

Forsøgene ved Foulum og Jynde vad er begge renholdt effektivt i etableringsfasen, og der er i både anden og tredje vækstsæson gødsket med 119 kg kvælstof pr. ha pr. år ved Foulum og 158 kg kvæ-



Figur 4. Udbytte i otte pilesorter i fem sortsforsøg, etableret i foråret 2010.

stof pr. ha pr. år ved Jynde vad. Nedbørsmængden i perioden fra maj til september har i gennemsnit været 341 mm ved Foulum og 453 mm ved Jynde vad. Trods den lidt større gødningsmængde og den noget større nedbørsmængde er udbyttet ved Jynde vad alligevel 36 procent mindre end ved Foulum, og det højere udbyttensniveau ved Foulum antages primært at skyldes forskelle i jordtype, især den større vandholdende evne for JB 4 end for den grovsandede JB 1 ved Jynde vad.

Forsøgene ved Foulum og Højmark er begge gennemført på JB 4. I nogle dele af forsøget i Foulum er overjorden dog JB 1, mens de dybere jordlag generelt er JB 4. Der er tilført lidt mindre gødning ved Højmark (cirka 210 kg kvælstof pr. ha i anden vækstsæson i form af minkgylle) og ingen gødning i tredje vækstsæson. Den væsentligste forskel mellem disse to lokaliteter synes derfor at være ukrudtsbekæmpelsen i etableringsåret. Ved Foulum er der udbragt 4 liter Stomp pr. ha lige efter plantning samt efterfølgende striglet/radrenset tre gange, mens der ved Højmark kun er striglet en gang. Følgelig var der en gennemsnitlig ukrudtsdækningsgrad ved Højmark på 77 procent i august i etableringsåret, mens der kun var lidt ukrudt ved Foulum (ikke registreret systematisk). Ukrudtsmængden ved Højmark har givetvis bidraget væsentligt til, at udbyttet har været 51 procent mindre end ved Foulum.

Forsøgene ved Jynde vad og Foersom er begge gennemført på JB 1, men grundvandsstanden ved

Foersom er relativt høj, mellem 0,4 og 1,7 meter under terræn, sammenlignet med Jynde vad, antageligt mellem 2,8 og 3,0 meter, og der er faldet cirka 50 mm mere nedbør pr. år i perioden fra maj til september ved Foersom. Det 21 procent lavere udbyttensniveau ved Foersom antages derfor delvis at skyldes en knap så intensiv ukrudtsbekæmpelse, men nok især, at der slet ikke er gødsket ved Foersom.

Det markant mindre udbytte i landsforsøgene på kommercielt dyrkede pilemarker, sammenlignet med forsøg på forsøgsstationer på tilsvarende jordtyper, understreger, at der er tale om ret forskellige vilkår for forsøgsarbejdet. Mens markens grundbehandlinger og selve forsøgsarbejdet på forsøgsstationerne udføres af samme folk, bliver grundbehandlinger, såsom ukrudtsbekæmpelse og gødsning i landsforsøgene, generelt udført af landmænd, der driver de marker, hvori forsøgene ligger. For en del landmænd inklusive forsøgsværter har dyrkningen af pil i praksis haft lavere prioritet end dyrkningen af bedriftens øvrige afgrøder, og dette har i nogle tilfælde bevirket, at ukrudtsbekæmpelse og gødsning af pilen ikke er udført optimalt i forhold til at sikre et stort udbytte. Denne prioritering er også medvirkende til, at udbyttensniveauet ved pileyndyrkning i praksis indtil nu ofte har været væsentligt lavere end de udbytter, der er fundet i forskningsmæssige forsøg.

Pilesortsforsøgene viser, at for at udnytte udbyttepotentialet i pil på en given lokalitet er det meget



I sortsforsøg med energipil har sorten Terra Nova adskilt sig fra de øvrige sorter ved at være mindre modtagelig for angreb af blå pileglansbiller, men til gengæld at være eftertragtet af råvildt. Desuden sker løvfald forholdsvis sent for Terra Nova (sorten til venstre), sammenlignet med for eksempel sorten Tordis (sorten til højre). Billedet er taget i forsøget ved Foersom umiddelbart før udbyttmåling den 14. november 2012. (Foto: Søren Ugilt Larsen, AgroTech).

vigtigt, at der både anvendes gode sorter, og at der udføres en god dyrkningspraksis. Da udbytte-niveauet i forsøg ofte er højere end ved dyrkning i praksis, kan de viste udbytte-niveauer primært anvendes til sammenligning af sorter og lokaliteter. Udbytte-niveauet i første høstrotation er dog erfaringsmæssigt 20 til 30 procent lavere end i senere høstrotationer, og det er derfor sandsynligt, at udbyttet i sortsforsøgene vil stige til næste høst.

Udover tørstofudbyttet er der i forsøgene også lavet sammenligninger af vandindholdet i de forskellige pilesorter. Som gennemsnit af alle fem forsøg har der været laveste vandindhold i sorterne Inger, Linnea, Resolution og Tordis og højest i Klara og Tora med et interval mellem 53,2 procent i Inger og 55,5 procent i Klara. Hvis der antages samme brændværdi i tørstoffet i de forskellige sorter,

svarer vandindholdet til et interval i nedre brændværdi mellem 15,46 og 15,73 GJ pr. ton tørstof, dvs. en forskel på 1,7 procent. Sammenlignet med sortsforskellene i selve tørstofudbyttet pr. ha er variationen i vandindhold og brændværdi derfor relativt lille.

Antal skud pr. plante varierer både mellem forsøgene og mellem sorterne. Der er flest skud pr. plante i forsøget ved Ødum, hvor etårs skuddene var blevet pudset af, nemlig 2,4 skud pr. plante som gennemsnit af alle sorter, mens der er mellem 1,3 og 1,8 skud pr. plante i de andre forsøg. Som gennemsnit af alle forsøg er der flest skud pr. plante i sorten Linnea med et gennemsnit på 2,0 og færrest i sorten Stina med 1,4 skud pr. plante. Når der tages højde for forskelle i plantetal og regnes om til antal skud pr. m^2 , er der ikke nogen sikker forskel mellem forsøgene, men stadig sikker forskel mellem sorterne. Der er flest skud pr. m^2 i Tordis og færrest i Stina, som er sorterne med henholdsvis størst og mindst tørstofudbytte. Det er da også observeret, at Linnea har en relativt opret og smal vækstform sammenlignet med Tordis, der sandsynligvis udnytter lyset bedre via den bredere vækstform. Se foto i Oversigt over Landsforsøgene 2011, side 195. Udbytte synes derfor i nogen udstrækning at være relateret til antal skud pr. m^2 , men der er også afvigelser fra dette mønster, for eksempel har sorten Klara relativt få skud pr. m^2 , men et relativt stort udbytte, og sorten Linnea har mange skud pr. m^2 , men et lille udbytte. Skudtætheden kan være af betydning for den anvendte høstteknologi, da det for visse typer høstmaskiner kan være at foretrække med relativt mange, men tyndere skud og omvendt for andre typer høstmaskiner.

I 2013 har der i juni været en del skader forårsaget af blå pileglansbiller, især i forsøget ved Højmark og i mindre grad i forsøget ved Foersom. Se foto i Oversigt over Landsforsøgene 2012, side 210. I begge tilfælde har der været mindre skader i sorten Terra Nova end i de øvrige sorter. Til gengæld har der i flere af forsøgene været betydelige skader fra rådyr i Terra Nova, der tydeligvis er mere eftertragtet føde for rådyr end de øvrige sorter. Primo oktober 2013 er der foretaget registreringer af bladrust i de tre landsforsøg. Sammenlignet med 2012 har der kun været meget begrænset forekomst af rust, formodentlig på grund af den varme og tørre sensommer. Se Oversigt over Landsforsøgene 2012, side 209 og 210. Der er fundet rust i sorten Inger i to af forsøgene samt lidt rust i sorten Klara i et af forsøgene. Der er ikke fundet rust i de øvrige sorter i nogen af de tre forsøg.



Der er i vinteren 2012 til 2013 målt udbytter i fem sortsforsøg med energipil. I de tre landsforsøg er udbyttet målt ved høst med helskudshøster og efterfølgende vejning af skuddene på vejevogn. Billedet er taget i forsøget ved Foersom den 14. november 2012. (Foto: Søren Ugilt Larsen, AgroTech).

Forsøgene fortsætter, og næste udbyttmåling forventes i vinteren 2015 til 2016 efter yderligere tre vækstsæsoner.

Gødningsforsøg i energipil

Der er i 2013 anlagt to gødningsforsøg i pil efter første treårige høstrotation. Gødskning har medført kraftigere ukrudtsvækst, men effekten på pilens vækst er endnu ikke målt.

I foråret 2013 er der anlagt to gødningsforsøg i energipil. Begge forsøg er anlagt i pilemarker, der er etableret i foråret 2010 og høstet i vinteren 2012 til 2013. Forsøgene ligger i samme mark som pilesortsforsøgene ved henholdsvis Højmark og Foersom. Forsøget ved Højmark er anlagt på JB 4 i sorten Inger. I etableringsåret er ukrudt kun bekæmpet med en enkelt radrensning. I første høstrotation er arealet gødsket i maj 2011 med 35 ton minkgylle pr. ha, svarende til cirka 210 kg mineralsk kvælstof pr. ha. Marken er høstet cirka 1. marts 2013. Efter første høst er græsukrudt bekæmpet med Agil den 4. juni 2013. Desuden er et angreb af blå pileglansbiller bekæmpet med Fastac den 4. juni 2013.

Forsøget ved Foersom er anlagt på JB 1 med relativt høj grundvandsstand. I etableringsåret blev ukrudt bekæmpet med Stomp samt strigling en gang og radrensning en gang. I anden vækstsæson blev ukrudt bekæmpet med Matrigon og Agil. Arealet blev ikke gødsket i løbet af første høstrotation. Marken blev høstet den 20. november 2012. Efter første høst er ukrudt bekæmpet med Agil og Matrigon den 20. maj 2013.

Der er seks forsøgsled, hvor der tilføres følgende kvælstofmængder i henholdsvis 2013, 2014 og 2015:

1. 0 + 0 + 0 kg kvælstof
2. 180 + 0 + 0 kg kvælstof
3. 60 + 120 + 0 kg kvælstof
4. 60 + 60 + 60 kg kvælstof
5. 180 + 180 + 0 kg kvælstof
6. 120 + 120 + 120 kg kvælstof

Den gennemsnitlige årlige tilførsel er således 60 kg kvælstof pr. ha pr. år i forsøgsled 2, 3 og 4 og 120 kg kvælstof pr. ha pr. år i forsøgsled 5 og 6. Kvælstofgødningen tilføres i form af NS 27-4, og i foråret 2013 er kvælstofgødningen tilført den 3. april ved Højmark og 8. marts ved Foersom. Desuden er der ved Højmark samtidig foretaget en grundgødskning i alle forsøgspareller med 300 kg PK 0-4-21, svarende til 12 kg fosfor og 63 kg kalium pr. ha. Ved Foersom er der tilført samme grundgødning samt 175 kg kaliumklorid, så der i alt er tilført 12 kg fosfor og 149 kg kalium pr. ha.

Ved bedømmelser den 1. juli 2013 har det været tydeligt i begge forsøgene, at der er kraftigere ukrudtsvækst i gødskede parceller end i ugødskede parceller. Se foto samt Tabelbilaget, tabel L2. I forsøget ved Højmark er ukrudtsbestanden domineret af tokimbladede arter, blandt andet en stor forekomst af agersennep, mens der kun er en mindre forekomst af græsarter og rodukudt. I forsøget ved Foersom er ukrudtsbestanden domineret af



I foråret 2013 er der anlagt to gødningsforsøg i energipil, der blev etableret i foråret 2010 og er høstet første gang i vinteren 2012 til 2013 efter tre vækstsæsoner. På billedet ses forsøget ved Højmark, der er fotograferet den 1. juli 2013. I parcellen til venstre er der den 3. april 2013 gødsket med 120 kg kvælstof pr. ha, mens parcellen til højre er ugødsket. Der er væsentligt mere ukrudt i gødskede parceller end i ugødskede parceller. (Foto: Søren Ugilt Larsen, AgroTech).

græsarter samt lysesiv, ranunkel og gåsepotentil med flere. Mens ukrudtsfloraen i første omgang er blevet stimuleret af gødningen, er det foreløbig vanskeligt at vurdere effekt af gødskningen på pilens vækst.

Udbyttetmåling ventes foretaget i vinteren 2015 til 2016.

Forsøg med afpudsning af energipil efter første vækstsæson

Et forsøg med afpudsning af etårs skud i pil har vist, at afpudsningen medfører flere, men tyndere skud på planterne. Det gennemsnitlige udbytte med afpudsning af etårs skud har været 16 procent mindre end udbyttet uden afpudsning, men forskellen er ikke signifikant.

Der blev i 2011 anlagt et forsøg med afpudsning af etårs skud i pil. Se Oversigt over Landsforsøgene 2011 og 2012, henholdsvis side 195 og 196 og 212 og 213. Forsøget er anlagt på JB 5 i Østjylland i en pilemark, der blev etableret i 2010 med sorten Tora. I forsøget indgår behandlinger med og uden afpudsning, og i parceller med afpudsning blev etårs skuddene afpudset den 24. februar 2011. Grundbehandlinger i forsøget samt målinger af skudtætheden og skuddiameter i pilen i 2011 og 2012 er beskrevet i Oversigt over Landsforsøgene 2011 og 2012.

Udbyttetmåling blev foretaget i forsøget den 19. november 2012. Det samlede tørstofudbytte for første høstrotation var 14,9 ton pr. ha uden afpudsning af etårs skuddene mod 12,5 ton pr. ha med afpudsning. Selv om det gennemsnitlige udbytte med afpudsning var 16 procent mindre end udbyttet uden afpudsning, var forskellen ikke signifikant ($P = 0,424$). Svenske undersøgelser tyder dog på en negativ effekt af afpudsningen på pilens udbytte. Selv om afpudsning medfører flere, men tyndere skud pr. plante, modsvarer den større skudtæthed muligvis ikke den lavere skuddiameter. Se Oversigt over Landsforsøgene 2012. Den afpudsede biomasse i parceller med afpudsning af etårs skuddene svarede til 0,4 ton tørstof pr. ha. En eventuel udbyttenedgang på grund af afpudsning skyldes derfor givetvis ikke kun tabet af biomasse i etårs skuddene, men formodentlig snarere en hæmning af den efterfølgende vækst.

I et tilsvarende forsøg, anlagt i 2012, ventes udbyttetmåling foretaget i vinteren 2013 til 2014. Se Oversigt over Landsforsøgene 2012.



Der er i 2013 anlagt forsøg med grøngødning i økologisk energipil. Formålet er at belyse muligheden for at sikre pilens kvælstofforsyning ved hjælp af kvælstoffikserende planter. Udover kvælstofforsyning kan grøngødningen muligvis begrænse forekomsten af ukrudt. En af udfordringerne er at få frigivet det fikserede kvælstof, når pilen har behov for det, samt at undgå, at grøngødningen konkurrerer for kraftigt med pilen om vand og næringsstoffer. I projektet undersøges forskellige grøngødningsarter såsom hvidkløver, rødkløver og blodkløver samt honningurt, der indgår som en ikke-kvælstoffikserende referenceart. På billedet ses et forsøg ved Tylstrup, hvor pilen er plantet den 4. maj 2013 og renholdt mekanisk frem til den 3. juli med strigling fire gange og rækkefræsning en gang. De forskellige arter af grøngødning er udsået den 3. juli umiddelbart efter den sidste strigling, og da der er kommet regn lige efter udsåningen, er grøngødningen spiret godt og er vel etableret, til trods for lange tørre perioder gennem juli og august. Billedet er taget den 27. august, og til venstre ses en parcel med blodkløver og til højre en parcel med honningurt. (Foto: Søren Ugilt Larsen, AgroTech).

Artsforsøg med poppel, pil og rødøl

I et træartsforsøg med seks poppelsorter, en pile-sort samt en type af rødøl har der i tredje vækstsæson generelt været god vækst, dog med undtagelse af poppelsorten AF8, der har haft en del døde stammer eller grenpartier. Blandt poppelsorterne er der størst modtagelighed over for rust i AF og mindst i Max 1 og Max 3.

Der blev i foråret 2011 anlagt tre træartsforsøg, hvoraf et blev etableret som landsforsøg ved Skejby, og de to blev etableret af Aarhus Universitet. Forsøget ved Skejby er beskrevet i Oversigt over Landsforsøgene 2011 og 2012, henholdsvis side 196 og 197 og side 213 og 214.

I 2013, der er træernes tredje vækstsæson, er der ikke foretaget hverken ukrudtsbekæmpelse eller gødskning. Der har generelt været en god vækst,



I træartsforsøget ved Skejby har der generelt været en god vækst i 2013, og stort set alle arter og poppelsorter står i tredje vækstsæson tæt og med meget begrænset ukrudt i bunden, for eksempel poppelsorten Max 1 på billedet til venstre. En undtagelse er dog sorten AF8, der, som det ses på billedet til højre, har stået med en del døde stammer eller grenpartier i 2013. Selv om der har været en del genvækst fra stamme eller fra basis, se indsat foto, så har det medvirket til en væsentligt mere åben kultur med mere ukrudt, i dette tilfælde en tæt bestand af padderok. Billederne er taget den 20. juni 2013. (Fotos: Søren Ugilt Larsen, AgroTech).

Tabel 2. Rustangreb oktober 2013 i træartsforsøg, etableret i maj 2011

Art	Sort	Karakter for rustangreb ¹⁾
2011-2013. 1 forsøg		8. oktober 2013
1. Poppel	OP42	1,5
2. Poppel	Max 1	0,0
3. Poppel	Max 3	0,0
4. Poppel	Hybrid 275 (NE42)	1,5
5. Poppel	Androscoggin	2,0
6. Poppel	AF8	3,5
7. Pil	Inger	2,1
8. Rødel	Truust (frøkilde)	4,6
LSD		1,9

¹⁾ Skala 0-6, hvor 0 = ingen rust, og 6 = alle blade inkl. de øverste blade er dækket med rust.

og træerne står tæt og lukker godt af for ukrudt, dog med undtagelse af poppelsorten AF8, som i 2013 har stået med en del døde stammer eller grenpartier. Se fotos. Sorten AF8 har vist samme symptomer i forsøget ved Foulum, mens symptomerne ikke er set i forsøget ved Jyndevad.

Der er den 8. oktober 2013 bedømt rustangreb i alle parceller. Se tabel 2. Der har været kraftig forekomst af rust i rødel, og blandt poppelsorterne har der været kraftigst forekomst af rust i AF8, mindre forekomst i Androscoggin, Hybrid 275 og OP42 og slet ingen forekomst af rust i Max 1 og Max 3. Der har også været nogen forekomst af rust i pilesorten Inger. Rangordenen mellem poppelsorterne med hensyn til rustforekomst svarer nøje til rangordenen i 2012. Løvfald synes at finde sted tidligere i poppelsorterne Max 1 og Max 3 end i de øvrige sorter. Udbyttmåling ventes foretaget i vinteren 2013 til 2014.

Græs på omdriftsarealer

Af seniorkonsulent Søren Ugilt Larsen¹⁾, landskonsulent Karsten Attermann Nielsen²⁾, seniorforsker Uffe Jørgensen³⁾, seniorforsker Poul Erik Lærke³⁾
¹⁾AgroTech, ²⁾Videncentret for Landbrug, ³⁾Aarhus Universitet

Gødskning af strandsvingel og rørgræs

To fastliggende forsøg med gødskning af strandsvingel og rørgræs på fugtig sandjord er fortsat i 2013 med målinger i andet brugsår. Rørgræs giver lidt større tørstofudbytte end strandsvingel. Der er i begge arter opnået høje merudbytter ved gødskning med kvælstof, og effekten af kvælstofgødskningen er signifikant større, når der samtidig gødes med fosfor og kalium. Mængden af kvælstof, der høstes med biomassen, er generelt større end den tilførte mængde ved gødningsmængder op til 150 kg kvælstof pr. ha pr. år og i nogle tilfælde også ved større gødningsmængder. Risikoen for kvælstofudvaskning er derfor meget lille, når der gødes med passende mængder kvælstof, og når forsyningen af fosfor og kalium er sikret.

Der blev i 2011 anlagt forsøg med gødskning af strandsvingel og rørgræs på fugtig sandjord. Resultaterne for første brugsår i 2012 er beskrevet i Oversigt over Landsforsøgene, side 220 til 222. I 2013 er der udført de samme gødningsbehandlinger som i 2012 med kombinationer af fire kvælstofmængder og to fosfor- og kaliummængder. Kvælstofmængden har været 0, 150, 300 eller 450 kg pr. ha. Fosfor- og kaliummængden har henholdsvis været 0 eller 24 kg fosfor pr. ha og

250 kg kalium pr. ha. Gødskningen med kvælstof og kalium er fordelt med cirka 50 procent til første slæt, 30 procent til anden slæt og 20 procent til tredje slæt, og gødskningen er i begge forsøg udført den 4. april, den 10. juni og den 6. august. Hele fosformængden er tilført på en gang den 4. april. I begge forsøg er de tre slæt taget den 10. juni, den 6. august og den 7. oktober. I modsætning til i 2012 er der i 2013 ikke foretaget analyse af foderværdi, men der er analyseret for kvælstofindholdet.

Græssets overvintring er bedømt den 1. maj 2013. For røgræs er der generelt en god overvintring i alle forsøgsled i forsøget på den fugtigste sandjord, forsøg 001, men en væsentligt dårligere overvintring i forsøget på den mindre fugtige sandjord (forsøg 002). I sidstnævnte forsøg er der en bedre overvintring ved 300 og 450 kg kvælstof pr. ha end ved 0 og 150 kg kvælstof pr. ha, men der er ingen tegn på effekt af fosfor- og kaliumgødskning på overvintringen. For strandsvingel er der i begge forsøgene bedømt en bedre overvintring, hvor der i det foregående år har været tilført en moderat mængde kvælstof end ved de høje kvælstofmængder, og der er ingen klare tegn på effekt af fosfor- og kaliumgødskning. Ved en samlet analyse af de to forsøg er der derfor en markant vekselvirkning mellem græsart og kvælstofgødskning, idet overvintringen i strandsvingel falder med stigende kvælstofmængde, mens der ikke er nogen sikker effekt af kvælstofmængde på overvintringen i røgræs. Se tabel 3. Selv om kalium generelt opfattes som vigtigt for en god overvintring af græs, så kan dette ikke påvises i disse forsøg. Der er ikke lavet analyser af fosfortal og kaliumtal i 2013, men dette forventes gjort i 2014.

Ligesom i 2012 er røgræs højere og mere opret end strandsvingel, især ved første slæt, hvor højden i røgræs er fra 58 til 122 cm, og højden i strandsvingel er fra 28 til 41 cm. Ved alle tre slæt er der for strandsvingel stigende tendens til lejesæd med stigende kvælstofmængde, mens røgræs står meget opret, selv ved 450 kg kvælstof pr. ha, på nær ved tredje slæt. Ved første slæt er der betydelig stængeldannelse i røgræs, men kun begrænset stængeldannelse i strandsvingel. Ved anden og tredje slæt er der stort set ingen stængeldannelse i nogen af arterne.

Det samlede tørstofudbytte i 2013 er større i forsøg 001 end i forsøg 002 med henholdsvis 92 og 71 hkg pr. ha som gennemsnit af alle behandlinger. Udbytteneiveauet er dermed 26 til 35 procent la-

vere end i 2012, hvor det gennemsnitlige udbytte var henholdsvis 125 og 109 hkg tørstof pr. ha. Et meget sent forår og en lang, tør periode fra juli til september 2013 er formodentlig medvirkende til det lavere udbytteneiveau, men en generel produktionsnedgang fra første til andet brugsår kan heller ikke udelukkes. I tabel 3 er der for hver af behandlingerne vist koncentrationer og udbytter af tørstof og kvælstof som summen af de tre slæt i 2013 samt gennemsnitligt tørstofudbytte af årene 2012 og 2013. Der er generelt signifikant effekt af både kvælstofgødskning, fosfor- og kaliumgødskning og græsart. Desuden er der vekselvirkning mellem kvælstofgødskning og fosfor- og kaliumgødskning, dvs. at effekten af kvælstofgødskning afhænger af fosfor- og kaliumgødskning og vice versa.

Kvælstofkoncentrationen er signifikant højere i røgræs end i strandsvingel med henholdsvis 2,3 og 2,0 procent kvælstof i tørstof. I begge græsarter falder tørstofindholdet med stigende kvælstofmængde, ligesom tørstofindholdet også er lavere, når der gødskes med fosfor og kalium. Til gengæld stiger kvælstofkoncentrationen med stigende kvælstofgødskning, men denne stigning er signifikant mindre med fosfor- og kaliumgødskning (33 til 61 procent) end uden fosfor- og kaliumgødskning (85 til 96 procent). Denne vekselvirkning må tilskrives en fortyndingseffekt, idet gødskningen med fosfor og kalium øger biomasseproduktionen, hvorved kvælstofkoncentrationen i biomassen falder.

Tørstofudbyttet er signifikant større i røgræs end i strandsvingel med henholdsvis 86 og 77 hkg pr. ha som gennemsnit af alle gødningsbehandlinger. Se tabel 3. Tørstofudbyttet stiger signifikant med stigende kvælstofmængde, og da der ikke er vekselvirkning mellem kvælstofmængde og græsart, har kvælstofmængden omtrent samme udbytteeffekt i de to græsarter. Til gengæld er der signifikant vekselvirkning mellem kvælstofgødskning og gødskning med fosfor og kalium, idet der er markant højere merudbytte af kvælstofgødskning, når der tilføres fosfor og kalium. Dette ses også af responskurverne for kvælstofgødskning med og uden fosfor- og kaliumgødskning i figur 5. Uden gødskning med fosfor og kalium øges det predikterede tørstofudbytte fra 28 til 80 hkg pr. ha (184 procent), når kvælstofmængden øges fra 0 til 450 kg kvælstof pr. ha. Med fosfor- og kaliumgødskning øges tørstofudbyttet til gengæld fra 32 til 133 hkg pr. ha, 322 procent. Desuden øges den udbyttømæssigt optimale kvælstofmængde fra 321 kg kvælstof pr. ha uden fosfor- og kaliumgødskning til 413 kg kvælstof pr. ha med fosfor- og kaliumgødskning.

Tabel 3. Gødskning af strandsvingel og røgræs, andet brugsår. Udbytte og kvalitetsparametre er beregnet som sum af alle tre slæt. (L3)

Græsart	Gødskning		2013								2012-2013
	PK-gødskning	N-gødskning, kg pr. ha	Karakter for overvintring ¹⁾	Tørstof, pct.	N, pct. af tørstof	Udbytte pr. ha		N-min, kg pr. ha ²⁾			Udbytte pr. ha
						hkg tørstof	kg N	0-25 cm	25-100 cm	0-100 cm	hkg tørstof
2 forsøg											
Røgræs	÷	0	5,5	28,2	1,7	31,9	53,4	-	-	-	38,6
Røgræs	÷	150	6,5	28,1	2,1	75,5	161,9	-	-	-	95,2
Røgræs	÷	300	7,5	26,6	2,8	89,1	251,4	-	-	-	119,9
Røgræs	÷	450	7,5	25,7	3,2	86,8	274,9	-	-	-	124,7
Røgræs	+	0	5,0	25,8	1,8	33,6	59,8	7,0	4,4	11,4	40,5
Røgræs	+	150	6,0	24,4	1,7	97,0	162,5	5,4	3,9	9,3	109,8
Røgræs	+	300	8,0	24,5	2,2	132,6	294,8	5,3	3,9	9,1	146,3
Røgræs	+	450	8,0	23,0	2,5	144,0	352,5	13,0	30,5	43,5	158,3
Strandsvingel	÷	0	10,0	30,4	1,5	23,9	36,9	-	-	-	27,8
Strandsvingel	÷	150	9,5	28,6	1,9	72,6	138,4	-	-	-	85,8
Strandsvingel	÷	300	7,5	27,4	2,6	83,7	213,8	-	-	-	106,7
Strandsvingel	÷	450	4,0	26,7	3,0	75,0	223,3	-	-	-	113,3
Strandsvingel	+	0	10,0	28,2	1,6	27,5	43,2	8,9	2,8	11,7	30,3
Strandsvingel	+	150	10,0	24,7	1,7	90,8	154,8	6,3	2,8	9,1	99,7
Strandsvingel	+	300	6,5	22,6	2,2	118,7	263,5	18,7	3,3	22,1	134,7
Strandsvingel	+	450	4,5	22,4	2,6	120,8	310,0	14,4	5,0	19,3	156,9
Gennemsnit, græsart og N-gødskning											
Røgræs		0	5,3	27,0	1,8	32,8	56,6	7,0	4,4	11,4	39,5
Røgræs		150	6,3	26,3	1,9	86,3	162,2	5,4	3,9	9,3	102,5
Røgræs		300	7,8	25,6	2,5	110,9	273,1	5,3	3,9	9,1	133,1
Røgræs		450	7,8	24,4	2,8	115,4	313,7	13,0	30,5	43,5	141,5
Strandsvingel		0	10,0	29,3	1,6	25,7	40,1	8,9	2,8	11,7	29,0
Strandsvingel		150	9,8	26,7	1,8	81,7	146,6	6,3	2,8	9,1	92,7
Strandsvingel		300	7,0	25,0	2,4	101,2	238,6	18,7	3,3	22,1	120,7
Strandsvingel		450	4,3	24,6	2,8	97,9	266,6	14,4	5,0	19,3	135,1
Gennemsnit, PK-gødskning											
	÷		7,3	27,7	2,3	67,3	169,3	-	-	-	89,0
	+		7,3	24,5	2,0	95,6	205,1	-	-	-	109,6
Gennemsnit, græsart											
Røgræs			6,8	25,8	2,2	86,3	201,4	7,7	10,7	18,3	104,2
Strandsvingel			7,8	26,4	2,1	76,6	173,0	12,1	3,5	15,5	94,4
LSD, N-gødskning											
LSD, PK-gødskning			ns	1,2	0,2	9,4	14,7	ns	5,5	11,9	10,7
LSD, græsart			ns	0,9	0,1	6,7	10,4	-	-	-	7,6
LSD, vekselvirkning N x PK			ns	ns	0,1	6,7	10,4	ns	3,9	ns	7,6
LSD, vekselvirkning N x græsart			ns	ns	0,2	13,4	20,8	-	-	-	15,1
LSD, vekselvirkning PK x græsart			3,5	ns	ns	ns	ns	ns	7,7	16,8	ns
LSD, vekselvirkning N x PK x græsart			ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	ns
LSD, vekselvirkning N x PK x græsart			ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	ns

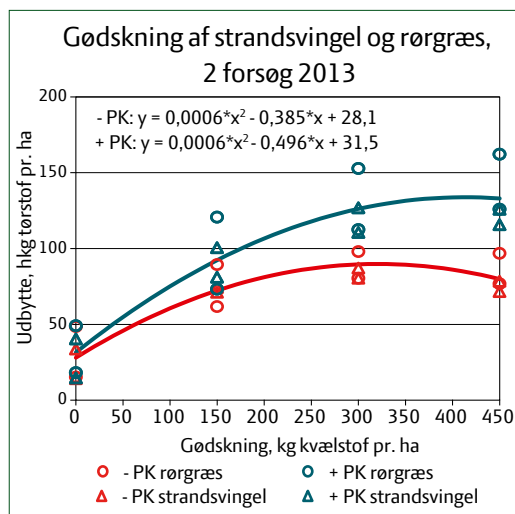
¹⁾ Skala 0-10, 0 = dårlig overvintring, 10 = god overvintring.

²⁾ N-min målt den 7. oktober 2013.

Vekselvirkningen mellem kvælstofgødskning og fosfor- og kaliumgødskning afspejles også i det gennemsnitlige tørstofudbytte for årene 2012 og 2013, men dette gennemsnit dækker over en betydeligt større effekt i 2013 end i 2012. Se tabel 3. Den større udbytteeffekt af fosfor- og kaliumgødning i 2013 end i 2012 skyldes givetvis en gradvis udpining af jordens pulje af fosfor og nok især kalium i forsøgsløbet uden tilførsel af disse nærings-

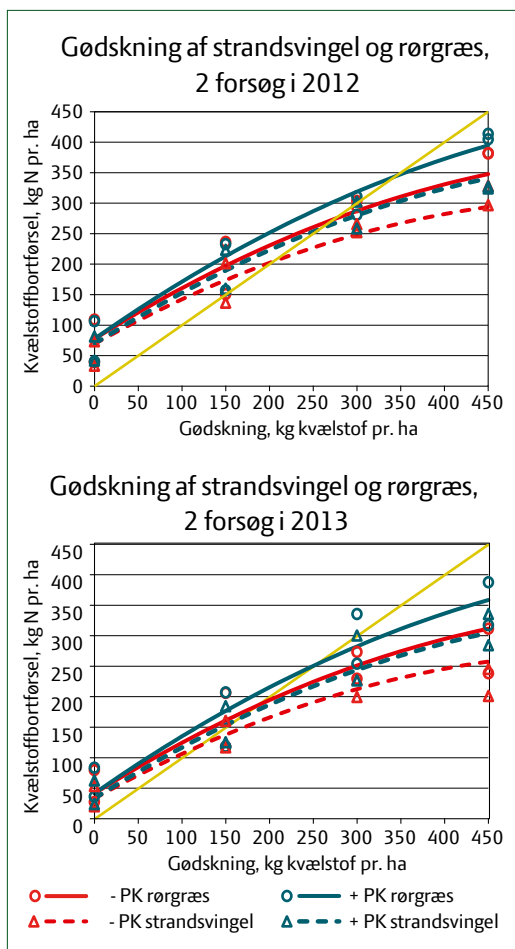
stoffer. Selv om der i disse forsøg ikke kan skelnes mellem effekten af fosfor og kalium, så understreger resultaterne, at der skal tilføres næringsstoffer i afbalancerede mængder for at få størst effekt af de enkelte næringsstoffer.

Ud fra analyser af proteinindholdet i biomassen, høstet i 2012, og analyser af kvælstofindholdet i 2013 er der beregnet kvælstofudbytte, dvs. hvor



Figur 5. Udbytte ved gødskning af strandsvingel og røgræs med og uden fosfor/kalium-gødskning. Gennemsnitsværdier er vist for hvert af to forsøg i 2013 (andet brugsår). Der er ikke sikker forskel på gødningseffekten mellem de to græsarter, hvorfor der er en fælles kurve for de to arter.

stor en mængde kvælstof der fjernes med den høstede afgrøde. I tabel 3 fremgår det, at kvælstofudbyttet i 2013 er signifikant større i røgræs end i strandsvingel med henholdsvis 201 og 173 kg kvælstof pr. ha. Kvælstofudbyttet øges signifikant med stigende kvælstofmængde, ligesom gødskning med fosfor og kalium også her øger kvælstofudbyttet signifikant fra 169 til 205 kg kvælstof pr. ha. Igen ses der en signifikant vekselvirkning mellem gødskning med kvælstof og gødskning med fosfor og kalium, og figur 6 viser for både 2012 og 2013, hvordan kvælstofoptagelsen afhænger af både græsart, fosfor- og kaliumgødskning samt kvælstofgødskning. I begge år og begge græsarter ses et større kvælstofudbytte, når der gødskes med fosfor og kalium, ligesom kvælstofoptagelsen i begge år er større i røgræs end i strandsvingel. Figuren viser også, at kvælstofudbyttet generelt overstiger den tilførte kvælstofmængde, når der gødskes med op til 150 kg kvælstof pr. ha og i flere tilfælde også ved gødskning med større mængder. I 2012 var de estimerede ligevægtsmængder for tilførsel og fjernelse af kvælstof 344 og 258 kg kvælstof pr. ha for henholdsvis røgræs og strandsvingel, når der vel at mærke blev gødsket med fosfor og kalium. I 2013 er de tilsvarende ligevægtspunkter 252 og 160 kg kvælstof pr. ha for henholdsvis røgræs og strandsvingel. De lavere ligevægtsmængder i 2013 end i



Figur 6. Bortførsel af kvælstof ved forskellig kvælstofgødskning af strandsvingel og røgræs med og uden fosfor/kalium-gødskning. Den gule 1:1-linje angiver, hvor kvælstoffjernelsen svarer til kvælstofgødskningen. Der kan fjernes mere kvælstof, end der tilføres, især hvis der også grundgødskes med fosfor og kalium. Gennemsnitsværdier er vist for hvert af to forsøg i 2012 (øverst, første brugsår) og 2013 (nederst, andet brugsår).

2012 må delvis skyldes det generelt lavere udbytniveau, men muligvis også, at kvælstofmængden i for eksempel græssets rodbiomasse udvikler sig mod en ligevægt mellem indlejring og frigivelse af kvælstof. Resultaterne viser, at udnyttelsesprocenten af kvælstoffet øges, når der også gødskes med fosfor og kalium, og at der i både første og andet brugsår kan tilføres betydelige mængder kvælstofgødning uden risiko for kvælstofoverskud og deraf følgende risiko for kvælstofudvaskning. Dette afspejles også i de N-min mængder, der er målt den



I gødningsforsøg i strandvingel og røgræs er der observeret betydelig forskel i græsarternes oprethed ved forskellig kvælstofgødskning. I strandvingel har der været stigende tendens til lejesæd med stigende kvælstofmængde, mens røgræs har stået opret og stort set uden lejesæd ved alle kvælstofmængder. På billedet, der er taget den 29. maj 2013 i forsøg 001, ses i forgrunden strandvingel, gødsket med 450 kg kvælstof pr. ha pr. år og med fosfor- og kaliumgødskning. I baggrunden ses parceller med røgræs med mere opret vækst, også ved de højeste niveauer af kvælstofgødskning. (Foto: Søren Ugilt Larsen, AgroTech).

7. oktober 2013, og som generelt er lave med værdier mellem 9 og 22 kg kvælstof pr. ha i 0 til 100 cm dybde, men dog med signifikant højere niveau i røgræs, gødsket med 450 kg kvælstof. Se tabel 3. På disse to lokaliteter med fugtig sandjord har det således været muligt at opnå en gennemsnitlig tørstofproduktion på 110 hkg pr. ha i røgræs og 100 hkg pr. ha i strandvingel over første og andet brugsår ved en årlig gødskning med 150 kg kvælstof pr. ha samt gødskning med fosfor og kalium. Samtidig har der på grund af den store fjernelse af kvælstof med afgrøden været en meget lille risiko for udvaskning af kvælstof fra rodzonen.

Foreløbige konklusioner:

- > Der er opnået store tørstofudbytter i røgræs og strandvingel på fugtig sandjord.
- > Effekten af kvælstofgødskning øges, når der også grundgødskes med fosfor og kalium.
- > Ved gødskning med moderate kvælstofmængder bortføres der mere kvælstof med afgrøden, end der tilføres med gødningen, især hvis der også grundgødskes med fosfor og kalium.

- > N-min analyser tyder på en meget begrænset risiko for udvaskning af kvælstof i produktionsperioden.
- > Det synes muligt at opnå en betydelig biomasseproduktion i røgræs og strandvingel, samtidig med at der er en meget begrænset miljøbelastning.

Forsøgene fortsætter.

Vandplanter

Vandplanter som virkemiddel til reduktion af næringsstofudledning

På Isgård Gods på Mols blev der i foråret 2012 etableret et større dyrkningssystem med vandplanter som del af projektet "Drænvand til proteinfoder og bioenergi". Projektet viser, at vandplanter er effektive til at optage overskudsnæringsstoffer fra drænvandet, som dermed fjernes, når man høster biomassen. Forsøg med høst og pelletering af vandplantebiomassen har vist et stort udbyttepotentiale samt potentiale som et værdifuldt proteinfoder.

Formålet med „Drænvand til proteinfoder og bioenergi“ er at demonstrere en offensiv løsning af landbrugets problemer med udvaskning af næringsstoffer med drænvandet og som et nyt virkemiddel til reduktion af næringsstofudvaskning. Undersøgelsen fokuserer på, om etablering af et dyrkningskoncept med vandplanter kan optage overskudsnæringsstoffer fra markdræn, og om næringsstofferne kan fjernes, når man høster biomassen. Derudover er målet at undersøge, om der kan genereres indtægter i form af produkter som foder, bioenergi og gødningsstoffer, fremstillet af vandplantebiomassen, og dermed nye forretningsområder for de involverede partnere i projektet.

I alt er der etableret otte bassiner à cirka 400 m² og godt 0,75 til 1 meters dybde. Dertil kommer en nærliggende sø på cirka 3.000 m², hvorigennem drænvand fra oplandet føres videre over i dræn, der løber gennem bassinerne. Første skridt var oprensning af søen, der var tænkt ind som en buffer med hensyn til at kunne regulere vandstanden i dyrkningsbassinerne. Drænvandet kommer fra et opland på cirka 50 ha landbrugsjord.

I løbet af vækstsæsonen 2012 samt foråret 2013 er der opformoreret forskellige typer af vandplanter, som er udsat i bassinerne. En stor del af projektet

har drejet sig om at justere og udvikle dyrkningskonceptet og vurdere konceptets effektivitet med hensyn til næringsstofopsamling og biomassepotentiale. Der er gennemført vækstforsøg i bassinerne med løbende bestemmelse af væksten i vandplanterne, som for eksempel smalbladet mærke, brøndkarse, vandpest, andemad og pindsvineknop. Der er analyseret for indhold af fosfor og kvælstof i vandplanterne for at vurdere, hvor store mængder næringsstoffer der fjernes med den høstede biomasse. Der er gennemført foderanalyser af den høstede biomasse, og blandt andet andemad-biomassen er pelletteret for at vurdere biomassens egnethed som foderpilller. Der er endvidere gennemført forsøg med afgang af vandplantebiomassen for at vurdere biomassens gaspotentiale. I oktober 2013 er gennemført høst af vandplanterne i bassinerne i fuld skala, både for at vurdere metode til høst og bjærgning af biomasse samt for at erhverve reelle data for biomasseudbyttet i bassinerne. Det

potentielle udbytte og dermed fjernelse af kvælstof er estimeret i forhold til vandplanternes genvækst og forventede antal høst pr. sæson.

Der er i projektperioden opbygget et monitoringsystem på demo-området til online dataregistrering, såsom bestemmelse af ledningsevne, vandflow, pH og temperatur. Til kontrol af online måleudstyret er udtaget vandprøver samt gennemført manuel kontrol af ledningsevne, pH og vandflow samt temperatur hver 14. dag.

Plantearterne er udvalgt ud fra følgende parametre:

- > Gerne hjemmehørende danske arter (eller i hvert fald allerede eksisterende i den danske natur).
- > Stort potentiale for næringsoptagelse.
- > Hurtig vækst, det vil sige stort biomassepotentiale.



Dyrkningsanlægget til vandplanter, primo august 2013. I projektet "Drænvand til proteinfoder og bioenergi" har det vist sig, at vandplanter er effektive til at optage overskudsnæringsstoffer fra drænvandet, som dermed fjernes, når man høster biomassen. Dyrkningsbassin nr. 1 til højre er netop rensat for forurening med trådalger. Trådalger kvæler anden vækst på grund af kraftig skygge og er en ubehagelig konkurrent, som andemad heldigvis kan overvinde. I bassin nr. 2 ses andemad, der har udkonkurreret trådalger. Det indsatte billede viser god vækst i bassin nr. 5 i juli 2013. Vandpest trives i bunden af bassinet, brøndkarse breder sig fra brinken, og vandstjerne og pindsvineknop vokser til. (Fotos: Bodil Engberg Pallesen, AgroTech).

Tabel 4. Vandplanter som virkemiddel til reduktion af næringsstofudledning. Høst oktober 2013

Bassin	Arter	Udbytte, hkg friskvægt pr. bassin ¹⁾	Udbytte, hkg friskvægt pr. ha vandspejl	Tørstof, pct.	Udbytte, hkg tørstof pr. bassin ¹⁾	Udbytte, hkg tørstof pr. ha vandspejl ved en høst	Forventet udbytte, hkg tørstof pr. ha vandspejl pr. sæson ²⁾	N fjernet, kg pr. ha vandspejl pr. sæson ³⁾
2013. 1 forsøg								
1	Andemad	18	450	5,4	1,0	24,4	146	609
2	Andemad	26	650	5,4	1,4	35,3	212	880
3	Andemad	24	600	5,4	1,3	32,5	195	812
4	Andemad	24	600	5,4	1,3	32,5	195	812
5	Vandpest, pindsvineknop, brøndkarse	12	296	8,9	1,1	26,4	106	169
6	Vandpest, pindsvineknop, brøndkarse	23	574	8,9	2,0	51,2	205	328
7	Vandpest, pindsvineknop, brøndkarse	12	305	12,7	1,5	38,7	155	248
8	Vandpest, pindsvineknop, brøndkarse	12	305	13,5	1,7	41,3	165	264

¹⁾ Arealet pr. bassin er 400 m².

²⁾ Bassin 1 til 4 høstes seks gange, og bassin 5 til 8 høstes fire gange pr. sæson.

³⁾ Bassin 1 til 4: Gns. 26 pct. protein af tørstof; bassin 5 til 8: Gns. 10 pct. protein af tørstof.

- > Hårdførhed over for overvintring, tidlig vækst-start og konkurrence over for andre arter.
- > Både enårige og flerårige arter.
- > Mulighed for opformering.

De væsentligste arter har vist sig at være: Vandpest (*Elodea canadensis*), liden andemad (*Lemna minor*), tykskulpet brøndkarse (*Nasturtium officinale*), smalbladet mærke (*Berula erecta*) samt grenet pindsvineknop (*Sparganium erectum*).

Vandplanterne i bassin 5 til 8 er høstet henholdsvis 14. og 25. oktober med mejekurv, hvor biomassen afskæres under vandoverfladen. Andemad (bassin 1 til 4) er bjærget ved hjælp af blandt andet en slampumpe og efterfølgende afdrænet for at øge tørstofprocenten i biomassen. Høstforsøgene har vist, at vandplanterne har et stort udbyttepotentiale. Se tabel 4. I bassin 5 til 8, hvor vandpest, brøndkarse og pindsvineknop har domineret, er der målt udbytter fra 106 til 205 kg tørstof pr. bassin pr. høst. Ved fire høsttidspunkter over en sæson, som er lavt sat, antages derfor udbytter fra 424 til 820 kg tørstof pr. bassin pr. sæson. Omregnet til 1 ha vandspejl svarer det til mellem 10 og 20 ton tørstof pr. ha, når der høstes fire gange pr. sæson. Det svarer til, at der potentielt fjernes 169 til 328 kg kvælstof pr. ha vandspejl. Vandplantebiomassen har et tørstofindhold ved høst på mellem 9 og 14 procent tørstof, afhængigt af hvilken fordeling af arterne der er ved høsttidspunktet.

I bassin 1 til 4 har det udviklet sig således i sæsonen 2013, at arterne vandpest og smalbladet mærke er blevet udkonkurreret af en forurening med trådalger, som breder sig lynhurtigt og kvæler alle øvrige arter. Løsningen er at høste trådalgerne og

etablere andemad i bassinerne. Se foto. Fra august har andemad domineret alle disse bassiner med en kraftig vækst. Der er gennemført høstforsøg i september og oktober, hvor der er målt udbytter fra 98 til 141 kg tørstof pr. bassin pr. høst. Andemad vil let kunne høstes seks til otte gange på en sæson, da "genvækst" af andemad sker i løbet af få uger, såfremt der er tilstrækkeligt med næringsstoffer til stede. Det potentielle udbytte i bassinerne ved seks høsttider er 585 til 845 kg tørstof pr. bassin pr. sæson. Det estimerede udbytte pr. ha vandspejl er 15 til 21 ton tørstof på årsbasis ved seks høsttidspunkter. En ulempe ved andemad er, at tørstofindholdet er lavt, cirka 4 til 5 procent, men ved en simpel afvanding gennem en kornpresenning, spændt ud over en container, kan man opnå mellem 10 og 15 procent tørstofindhold i andemaden.

Der fjernes mellem 169 og 880 kg kvælstof pr. ha vandspejl fra dyrkningssystemet med den biomasse, der høstes, under forudsætning af, at der er tilstrækkeligt med næringsstoffer, vand og lys, og at der er de rigtige temperaturer. Dertil kommer, at man kan forvente en reduktion af kvælstofudledningen på grund af denitrificering, som det kendes fra vådområder og søer, herunder også konstruerede vådområder. Dette vurderes af DMU til at være i størrelsesordenen 200 til 250 kg kvælstof pr. ha vådområde, men med store variationer.

Foreløbige konklusioner:

- > Det er muligt at opformere og udsætte en række vandplantearter i opgravede vandbassiner med succes. Især vandpest, andemad, brøndkarse samt pindsvineknop har klaret sig godt.
- > Vandplanterne er effektive til at optage overskudsnæringsstoffer fra drænvandet. Der fjernes

mellem 169 og 880 kg kvælstof med høstet biomasse pr. ha vandspejl. Andemad fjerner mest, formentlig på grund af hurtig genvækst samt højt proteinindhold. Derudover må forventes en reduktion af kvælstof via denitrificering i lighed med søer og vådområder, der vurderes at være i størrelsesorden 200 til 250 kg kvælstof pr. ha vådområde.

- > Udbyttepotentialet er stort, såfremt der er tilstrækkeligt med næringsstoffer til rådighed, helt op mod 21 ton tørstof pr. ha vandspejl, men med meget store variationer, som afhænger af, hvilke vandplantearter der klarer sig, samt hvor effektivt biomassen kan bjærges.
- > Væksten i de otte bassiner har over de første to sæsoner forandret sig, så visse arter har klaret sig bedre, og andre er udkonkurreret. Således har andemad, brøndkarse, vandpest samt pindsvineknop været de arter, som har klaret 2013-sæsonen bedst.
- > Den friske andemad har en høj foderværdi i form af en høj fordøjelighed og et højt indhold af råprotein, som er målt til 26 procent i tørstof. Dog er askeindholdet relativt højt (typisk 8 til 15 procent).
- > Der er fortsat udfordringer med hensyn til at høste og lagre vandplanterne og sikre en god kvalitet af biomassen, hvis man vil anvende den til foder.

Det vil være interessant at følge dyrkningssystemet over en længere periode, hvorfor der arbejdes på at opnå en fortsættelse af projektet efter 2013.