

ALTERNATIVE AFGRØDER

Pil og andre træarter

> **SØREN UGILT LARSEN**, TEKNOLOGISK INSTITUT,
UFFE JØRGENSEN OG **POUL ERIK LÆRKE**,
AARHUS UNIVERSITET

Store udbytteforskelle mellem pilesorter i både første og anden høstrotation

Udbyttmålinger i fire pilesortsforsøg gennem to treårige høstrotationer viser, at der gennem begge høstrotationer er store udbytteforskelle mellem sorterne. Udbyttene varierer meget mellem forsøgslokaliteterne fra 5,8 til 10,0 ton tørstof pr. ha pr. år som gennemsnit af alle sorter og de første seks vækstsæsoner. Som gennemsnit af de fire lokaliteter og de to høstrotationer falder sorterne udbyttmæssigt i fire grupper med størst udbytte i sorterne Tordis og Tora, mindre udbytte i Klara og Resolution, endnu mindre udbytte i Terra Nova og Inger og mindst i Linnea og Stina. Tordis giver som gennemsnit 9,2 ton tørstof pr. ha pr. år, mens udbyttet i Stina er 39 procent lavere. Tørstofindholdet varierer også mellem sorterne med mellem 44,3 og 46,7 procent tørstof som gennemsnit af alle forsøg og høstrotationer.

Der blev i foråret 2010 anlagt fem sortsforsøg i energipil. Se Oversigt over Landsforsøgene 2010 til 2015. Der blev målt udbytter første gang efter tre vækstsæsoner. Se Oversigt over Landsforsøgene 2013, side 182-185. Der er efter yderligere tre vækstsæsoner foretaget udbyttmåling i anden høstrotation i fire af forsøgene. Her præsenteres de samlede resultater for første og anden høstrotation for disse fire forsøg.

I løbet af første høstrotation blev der i alt tilført 239, 275, 0 og 210 kg kvælstof pr. ha i henholdsvis Foulum, Jyndeved, Foersom og Højmark, mens der i anden høstrotation blev tilført henholdsvis 360, 360, 80 og 0 kg kvælstof pr. ha. Det svarer til en gennemsnitlig årlig tilførsel af kvælstof på henholdsvis 100, 106, 13 og 35 kg kvælstof pr. ha pr. år i de fire forsøg.

Forsøgene i Foulum og Jyndeved er høstet henholdsvis 14. januar og 25. februar 2016. De to landsforsøg i

Foersom og Højmark er på grund af megen nedbør og våd jord i løbet af vinteren ikke høstet før 19. maj 2016. På dette tidspunkt har pilen været sprunget ud, men da alle pilesorter er høstet samtidig, vurderes det sene tidspunkt ikke at have betydning for sorterens relative udbyttene. I forsøgene i Foulum og Jyndeved er udbyttet målt ved manuel høst og vejning af helskud, mens der i Foersom og Højmark er høstet med selvkørende finsnitter, som blæser pileflis over i en vejevogn. Se foto.

I tabel 1 ses tørstofudbytter for de otte pilesorter i hvert forsøg og hver høstrotation samt gennemsnitsudbytter. Der er signifikant forskel i tørstofudbytte både mellem sorter, lokaliteter og mellem de to høstrotationer, men der er også signifikante vekselvirkninger mellem disse faktorer, hvilket indikerer, at pilesorterne reagerer forskelligt på de forskellige lokaliteter og i forskellige høstrotationer.

Som gennemsnit af alle sorter er der opnået højest udbytte i Foulum med 10,0 ton tørstof pr. ha pr. år. Udbyttet er steget fra første til anden høstrotation på alle lokaliteter med i gennemsnit 45, 55, 108 og 94 procent. Selv om de to landsforsøg i Foersom og Højmark har fået tilført væsentligt mindre gødning, har der således alligevel været en væsentligt større relativ udbyttestigning end i de to forsøg ved Aarhus Universitet. Denne forskel kan til dels skyldes, at ukrudtsbekæmpelsen i etableringsfasen var mere grundig i universitetsforsøgene end i landsforsøgene, hvorved der blev opnået et relativt højt udbytteneiveau i første høstrotation. I landsforsøgene var væksten i første høstrotation hæmmet af den kraftigere forekomst af ukrudt, og det er sandsynligt, at pilen i løbet af anden høstrotation delvis har overvundet konkurrencen fra ukrudtet og dermed indhentet noget af udbytteforskellen.

Det større udbytte i Foulum end i Jyndeved skyldes primært forskel i jordtypen, som er henholdsvis JB 4 og JB 1, hvor jorden i Foulum sikrer pilen en bedre vandforsyning. Jordtypen i Højmark og Foersom er også henholdsvis JB 4 og JB 1, men her er der i anden høstrotation signifikant højere udbytte i Foersom end i Højmark. Dette

formodes især at skyldes, at der er høj grundvandsstand i Foersom, ofte højere end i 1 meters dybde, mens grundvandsstanden i Højmark generelt ligger under to meters dybde. Det lavere udbytte i Højmark end i Foersom kunne også skyldes næringsstofmangel, da der ikke er gødsket i anden høstrotation i Højmark, men et gødningsforsøg i samme pilemark i Højmark viser minimal effekt af at tilføre kvælstofgødning. Derfor vurderes det, at det primært er vandforsyningen, der har været begrænsende for udbyttet.

Tordis er blandt de højestydende sorter i alle fire forsøg og synes derfor at være en god, stabil sort, der trives godt på de afprøvede jordtyper. Tora er også blandt de højestydende i tre af de fire forsøg, men klarer sig knap så godt i Foersom. Tora er den sort, der øger udbyttet mest fra første til anden høstrotation og er dermed samlet set på niveau med Tordis. Derudover er rangordenen blandt sorterne stort set uændret fra første til anden høstrotation. Klara er den højestydende sort i Foersom, men klarer sig knap så godt på de øvrige lokaliteter. De engelske sorter Resolution og Terra Nova klarer sig godt på Jyndeved, men knap så godt i de øvrige forsøg. Selv om der således er nogen vekselvirkning mellem sort og lokalitet, så viser resultaterne, at der er markante sortforskelle i udbyttet, som gælder på tværs af lokaliteter og høstrotationer.

Der er også signifikante forskelle i sorterens tørstofindhold. Som gennemsnit af de fire forsøg og de to høstrotationer varierer tørstofindholdet fra 44,3 til 46,7 procent. Der er højest tørstofindhold i Inger, Resolution og Tordis, lavere i Linnea, Tora, Stina og Klara og lavest i Terra Nova.



FOTO: SØREN UGLIT LARSEN, TEKNOLOGISK INSTITUT

Høst af nettoparcel i gødningsforsøg i energipil i Højmark 19. maj 2016. I både gødningsforsøg og sortsforsøg i Højmark og Foersom er der høstet med finsnitte, og parceludbyttet er målt i vejevogn. På grund af våd jordbund er høsten først blevet mulig, efter at pilen er sprunget ud.

Begrænset effekt af gødskning af energipil

Der er gennemført to forsøg med kvælstofgødskning i energipil med treårig høstrotation. Merudbyttet er beskedent og kun næsten signifikant med op til henholdsvis 1,1 og 2,4 ton tørstof pr. ha pr. år. Der ses en tendens til højere udbytte, når gødskningen fordeles over de tre år i høstrotationen fremfor at tilføre hele kvælstofmængden kun i det første eller de to første år af høstrotationen. Der er ikke noget merudbyttet ved at øge gødningsmængden fra 60 til 120 kg kvælstof pr. ha pr. år. Dette er i overensstemmelse med blandt andet et tidligere gødningsforsøg ved Hjørring og et forsøg i Nordirland, mens der i et forsøg ved Tim i Vestjylland var en lineær udbyttetigning til over 150 kg kvælstof pr. ha pr. år, om end effekten pr. kg tilført kvælstof var lille. Gødskning er

TABEL 1. Sortsforsøg i energipil. Tørstofudbytter i de første to treårige høstrotationer for fire forsøg

Sort	Udbytte, ton tørstof pr. ha pr. år														
	Foulum			Jyndeved			Foersom			Højmark			Gns. af lokaliteter		
	1. rot.	2. rot.	Gns. ¹⁾	1. rot.	2. rot.	Gns.	1. rot.	2. rot.	Gns.	1. rot.	2. rot.	Gns.	1. rot.	2. rot.	Gns.
<i>2010-2015. 4 forsøg</i>															
Inger	8,4	12,2	10,3 B	4,4	6,9	5,6 CD	3,6	7,6	5,6 DE	3,2	7,1	5,1 B	5,0 CDE	8,5 C	6,8 C
Klara	8,6	12,1	10,3 B	4,9	8,3	6,6 BC	5,2	11,9	8,5 A	4,3	6,3	5,3 B	5,8 BC	9,9 B	7,9 B
Linnea	7,4	9,8	8,6 C	4,5	6,7	5,6 CD	2,9	5,0	3,9 F	3,9	5,4	4,6 B	4,7 DE	6,8 D	5,8 D
Resolution	7,9	13,2	10,6 B	5,9	9,1	7,5 AB	4,6	9,8	7,2 BC	2,9	7,8	5,4 B	5,5 BCD	10,1 B	7,8 B
Stina	5,7	9,6	7,7 C	4,2	4,8	4,5 D	3,5	6,7	5,1 EF	3,4	6,5	4,9 B	4,3 E	6,9 D	5,6 D
Terra Nova	7,6	8,7	8,1 C	6,1	9,1	7,6 AB	3,3	9,3	6,3 CDE	3,1	6,4	4,7 B	5,2 CD	8,5 C	6,8 C
Tora	9,6	14,7	12,1 A	5,4	11,2	8,3 A	4,1	9,0	6,5 CD	5,8	12,0	8,9 A	6,2 B	11,7 A	9,0 A
Tordis	10,2	14,5	12,4 A	6,7	9,3	8,0 A	6,3	10,3	8,3 AB	5,2	10,1	7,7 A	7,2 A	11,1 A	9,2 A
Gns.	8,2	11,9	10,0	5,3	8,2	6,7	4,2	8,7	6,4	4,0	7,7	5,8	5,5	9,2	
LSD	1,8	1,8	1,4	1,8	1,8	1,4	1,8	1,8	1,4	1,8	1,8	1,4	0,9	0,9	0,7

¹⁾ Sorter med samme bogstav inden for en kolonne har ikke signifikant forskelligt udbytte.

kun økonomisk rentabel ved årlig gødskning med 60 kg kvælstof pr. ha og kun i det ene af forsøgene.

Der blev i foråret 2013 anlagt to gødningsforsøg i energipil. Se Oversigt over Landsforsøgene 2013, side 185 og 186. Gødningsforsøgene er placeret i de samme pilemarker som pilesortsforsøgene i Foersom og Højmark i Vestjylland. Se ovenfor. Forsøget i Foersom er anlagt i sorten Tordis, og forsøget i Højmark er anlagt i sorten Inger. I begge forsøg blev ukrudt bekæmpet i 2013, men ikke i 2014 og 2015.

Forsøgene er gennemført i pilemarkens anden treårige høstrotation, og der er lavet seks behandlinger. Se tabel 2. Den gennemsnitlige årlige tilførsel har været 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. Kvælstofgødning er tilført i form af NS 27-4, som er udbragt 15. marts 2013, 12. marts 2014 og 5. marts 2015 i Foersom og 3. april 2013, 12. marts 2014 og 5. marts 2015 i Højmark. Udover forsøgsbehandlingerne er der i Foersom grundgødsket med 12 kg fosfor og 175 kg kalium pr. ha 15. marts 2013, mens der i Højmark er grundgødsket med 12 kg fosfor og 63 kg kalium pr. ha 3. april 2013.

Ved bedømmelse 1. juli 2013 har der været signifikant mere ukrudt i parceller med gødskning, og ukrudtsvæksten har således været fremmet af gødskningen. Se tabel 2 samt foto i Oversigt over Landsforsøgene 2013, side 185.

Udbyttmåling er i begge forsøg foretaget 19. maj 2016. Se foto. På grund af megen nedbør og våd jord i løbet af vinteren har det ikke været muligt at høste før pilens løvspring, men det sene høsttidspunkt vurderes ikke at have betydning for de relative forskelle mellem forsøgsled. I Foersom er merudbyttet i gødskede forsøgsled op til 2,4 ton tørstof pr. ha pr. år, sammenlignet med det ubehandlede forsøgsled (28 procent merudbytte), mens der i Højmark kun er op til 1,1 ton tørstof pr. ha pr. år i merudbytte (14 procent). Se tabel 2. Udbytteforskellene i Foersom er ikke signifikante ($P = 0,319$), og forskellene i Højmark og som gennemsnit af de to forsøg er kun næsten signifikante ($P = 0,062$ henholdsvis $0,088$). Tørstofindholdet varierer kun lidt mellem gødningsbehandlingerne, og forskellene er ikke signifikante.

Generelt er der i forsøgene et begrænset merudbytte af kvælstofgødskning, specielt i Højmark, og merudbyttet

pr. kg tilført kvælstof er mellem 9 og 40 kg tørstof i Foersom og mellem 3 og 13 kg tørstof i Højmark. Til sammenligning har der været merudbytter på op til 67 kg tørstof pr. kg tilført kvælstof i svenske gødningsforsøg, op til 64 kg tørstof pr. kg tilført kvælstof i forsøg i Nordirland og op til 53 kg tørstof pr. kg tilført kvælstof i forsøg ved Hjørring. Til gengæld svarer niveauet mere til et forsøg på JB 1 ved Tim i Vestjylland, hvor merudbyttet var 15 kg tørstof pr. kg tilført kvælstof. Der er således meget stor variation i virkningen af kvælstofgødskning på udbytte i energipil. Variationen i gødningsvirkning kan blandt andet skyldes, at andre faktorer er mere begrænsende for væksten end næringsstofforsyningen, ikke mindst vandforsyningen. Desuden kan jordens næringsstofstatus være af betydning. I Højmark har der i årene forud for plantning af pil været gødsket hvert år med minkgylle, hvilket formodentlig kan have en betydelig eftervirkning, som kan reducere merudbyttet af kvælstofgødskning. I foråret 2016 er der målt et C:N-forhold i 0 til 25 cm dybde på 15,3 i Højmark mod 19,2 i Foersom, og denne forskel kan være medvirkende til større gødnings-effekt i Foersom.

Udbytteneiveauet i gødningsforsøgene er generelt højere i Foersom end i Højmark, hvilket også ses i sortsforsøgene de to steder. Se tabel 1. I sortsforsøgene giver sorten Inger markant lavere udbytte end Tordis, og det lavere udbytte i gødningsforsøget i Højmark med sorten Inger end i gødningsforsøget i Foersom med sorten Tordis kan derfor både skyldes sort og jordbundsforhold.

Der er ikke målt kvælstofindhold i den høstede biomasse, men i en række tidligere gødningsforsøg i pil har kvælstofindholdet ligget i intervallet 0,4 til 0,8 procent i tørstof, blandt andet afhængigt af skudalder ved høst. Hvis der antages et kvælstofindhold på 0,6 procent af tørstofudbyttet i gødningsforsøgene, svarer udbytterne til en fjernelse af 51 til 66 kg kvælstof pr. ha pr. år i Foersom og 44 til 51 kg kvælstof pr. ha pr. år i Højmark. For at sikre udbytteneiveauet i en pilemark på lang sigt bør gødningsniveauet som minimum svare til den mængde næringsstoffer, der fjernes ved høst.

Driftsøkonomien ved de forskellige gødningsstrategier i forsøgene er belyst med udgangspunkt i en budgetkalkule for energipil med direkte høst og flisning. Der er antaget en kvælstofpris på 8 kr. pr. kg, 140 kr. pr. ha for udbringning af handelsgødning samt en salgspris på pileflis på 44 kr. pr. GJ (707 kr. pr. ton tørstof). I tabel 2

TABEL 2. Gødningsforsøg i energipil

N-gødsning, kg N pr. ha pr. år				Ukrudt, pct. dækning			Tørstofindhold, pct.			Tørstofudbytte, ton tørstof pr. ha pr. år			Øget DB2 ved gødsning, kr. pr. ha pr. år		Nødvendigt merudbytte, ton tørstof pr. ha pr. år	
2013	2014	2015		Foersom Højmark 1/7 2013		Gns.	Foersom Højmark 19/5 2016		Gns.	Foersom Højmark 19/5 2016		Gns.	Foersom Højmark		Gns.	
1.	0	0	0	53	42	47	45,2	43,2	44,2	8,6	7,4	8,0	-	-	-	
2.	180	0	0	78	85	81	44,7	45,2	45,0	9,1	7,6	8,3	-310	-391	1,7	
3.	60	120	0	71	79	75	45,0	44,4	44,7	9,9	7,8	8,8	-124	-366	1,8	
4.	60	60	60	69	72	70	44,6	43,6	44,1	11,0	8,1	9,6	140	-318	1,9	
5.	180	180	0	76	90	83	44,4	44,2	44,3	10,4	8,4	9,4	-390	-605	3,3	
6.	120	120	120	78	82	80	43,9	43,7	43,8	10,4	7,7	9,1	-413	-817	3,4	
<i>Gennemsnit</i>				71	75	-	44,6	44,1	-	9,9	7,8	-	-	-	-	
<i>LSD</i>				15,4	ns	15,0	ns	ns	ns	ns	ns	(0,7) ¹⁾	(1,2) ¹⁾	-	-	-

¹⁾ P-værdien er mellem 0,05 og 0,10.

er vist ændringen i DB2 ved at anvende gødningsstrategierne i forsøgsled 2 til 6 fremfor ikke at gødske som i forsøgsled 1. Det er kun for forsøgsled 4 i Foersom, at det er rentabelt at gødske. I tabel 2 er også vist det nødvendige merudbytte for at dække omkostningerne til kvælstof og gødningsudbringning. Afhængigt af fordelingen af gødningen over høstrotationen skal der opnås 1,7 til 1,9 ton tørstof pr. ha pr. år i merudbytte for at betale omkostningerne til gødsning med 60 kg kvælstof pr. ha pr. år, mens der skal opnås 3,3 til 3,4 ton tørstof pr. ha pr. år i merudbytte ved gødsning med 120 kg kvælstof pr. ha pr. år. Hvis der kan anvendes husdyrgødning med en lavere pris pr. kg tilført kvælstof, så vil gødsning være rentabel ved et mindre merudbytte end angivet for kvælstof i form af handelsgødning.

Det er stærkt ønskeligt med mere viden om effekten af gødsning af energipil, ikke mindst på lokaliteter med forskellig jordtype, næringsstofstatus og vandforsyning. Dette vil give et bedre grundlag for at give anbefalinger for økonomisk optimal gødsning af energipil.

Store udbytteforskelle i træartsforsøg med poppelsorter, pil og rødæl

Der er i årene 2011 til 2015 målt udbytte to gange i et træartsforsøg med seks poppelsorter samt en pilesort og rødæl. Som gennemsnit af de to høstrotationer er der størst tørstofudbytte i poppelsorterne OP42, Hybrid 275, Androscoggin, Max 1 og Max 3 samt pilesorten Inger med et udbyttensniveau på 9,6 til 10,2 ton tørstof pr. ha pr. år. Poppelsorten AF8 og rødæl giver kun omtrent halvt så stort et udbytte. Den udbyttmæssige rangorden blandt arterne og sorterne er ændret fra første til anden høstrotation. Der er signifikant forskel i tørstofindholdet på mellem 44,3 og 51,1 procent, med højest

niveau i Hybrid 275, Androscoggin, OP42 og Inger, middel niveau i rødæl, Max 1 og Max 3 samt lavest niveau i AF8. Angrebsgraden af bladrust varierer også signifikant mellem arter og sorter. N-min indholdet er signifikant lavere under pil og poppelsorten OP42 end under rødæl.

Der blev i foråret 2011 anlagt tre træartsforsøg. Forsøgenes etablering og de første års resultater er beskrevet i Oversigt over Landsforsøgene 2011 til 2015. Alle tre forsøg blev høstet første gang i vinteren 2013 til 2014, og udbytterne for første høstrotation er vist i Oversigt over Landsforsøgene 2014, side 179 til 182. Forsøget i Skejby blev høstet anden gang i vinteren 2015 til 2016, og her afrapporteres udbytter, N-min målinger og registreringer af bladrust for dette forsøgs første fem vækstsæsoner.

I forsøget blev der bekæmpet ukrudt i første, anden og fjerde vækstsæson, det vil sige i vækstsæsonen efter første høst. Forsøget blev ikke gødsket i etableringsåret, men alle arter og sorter blev gødsket med 120 kg kvælstof pr. ha 26. marts 2012, og alle arter og sorter med undtagelse af rødæl blev gødsket med 80 kg kvælstof pr. ha 14. marts 2014. Der er ikke tilført anden gødning i løbet af forsøgets første fem år.

I tabel 3 ses resultater for første og anden høstrotation. Plantetallet ved høst er lidt lavere i poppelsorterne end i pil og rødæl, og specielt er der et lavt plantetal i poppelsorten AF8, der har været plaget af dårlig etablering samt sygdomsangreb. Se Oversigt over Landsforsøgene 2013 og 2014, henholdsvis side 186 til 187 og side 180. Skudtætheden er højest i pil både i første og anden høstrotation. I anden høstrotation er skudtallet generelt steget for alle arter og sorter, og for rødæl er der meget højt skudtal, hvorfor dette ikke er opgjort.

TABEL 3. Træartsforsøg med poppel, pil og rødæl, anlagt i 2011. Resultater for første høstrotation (tre år) og anden høstrotation (to år)

Art	Sort	Plantetal, planter pr. m ²			Skudtæthed, skud pr. plante			Tørstofindhold, pct.			Tørstofudbytte, ton tørstof pr. ha pr. år		
		1. rotation	2. rotation	Gns.	1. rotation	2. rotation	Gns.	1. rotation	2. rotation	Gns.	1. rotation	2. rotation	Gns.
<i>1 forsøg 2011-2015</i>		<i>11/11</i>	<i>27/11</i>	<i>Gns.</i>	<i>11/11</i>	<i>27/11</i>	<i>Gns.</i>	<i>4/12</i>	<i>2/12</i>	<i>Gns.</i>	<i>4/12</i>	<i>2/12</i>	<i>Gns.</i>
		2013	2015		2013	2015		2013	2015		2013	2015	
1. Poppel	OP42	0,89	0,98	0,93	1,2	2,3	1,8	51,7	49,5	50,6	8,1	12,3	10,2
2. Poppel	Max 1	1,00	1,05	1,02	1,3	2,6	2,0	50,2	44,9	47,6	9,4	10,6	10,0
3. Poppel	Max 3	1,00	1,00	1,00	1,2	2,8	2,0	49,0	44,7	46,8	9,3	10,5	9,9
4. Poppel	Hybrid 275 (NE42)	0,94	1,00	0,97	1,2	2,3	1,8	51,8	50,5	51,1	7,7	12,2	10,0
5. Poppel	Androscoggin	0,90	0,98	0,94	1,2	2,7	2,0	52,0	49,4	50,7	8,0	11,1	9,6
6. Poppel	AF8	0,59	0,71	0,65	1,4	2,5	1,9	47,8	40,8	44,3	4,4	4,3	4,3
7. Pil	Inger	1,02	1,05	1,04	3,0	3,7	3,3	51,6	49,5	50,6	7,6	12,6	10,1
8. Rødæl	Truust (frøkilde)	1,05	1,05	1,05	1,3	-	-	51,1	46,4	48,7	4,6	6,7	5,6
<i>Gennemsnit</i>		<i>0,92</i>	<i>0,98</i>	<i>-</i>	<i>1,5</i>	<i>2,7</i>	<i>-</i>	<i>50,6</i>	<i>46,9</i>	<i>-</i>	<i>7,4</i>	<i>10,0</i>	<i>-</i>
<i>LSD, sort</i>		<i>0,07</i>			<i>0,2</i>			<i>1,1</i>			<i>0,9</i>		
<i>LSD, rotation</i>		<i>ns</i>			<i>0,1</i>			<i>1,2</i>			<i>1,1</i>		
<i>LSD, vekselvirkning sort × rotation</i>		<i>ns</i>			<i>0,3</i>			<i>1,7</i>			<i>1,4</i>		

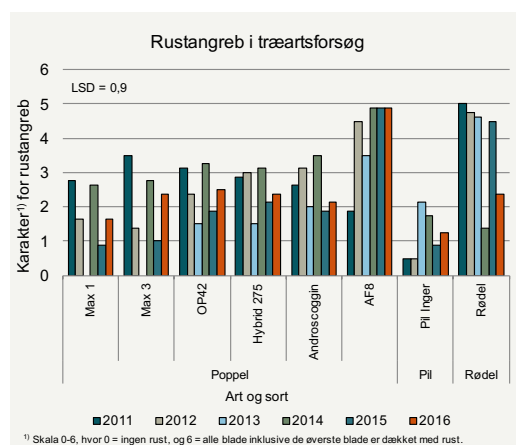
Tørstofudbyttet er målt 4. december 2013 og 2. december 2015, og begge gange er der høstet med helskudshøster. Se foto. Tørstofudbyttet er beregnet som et gennemsnitligt årligt udbytte over de tre vækstsæsoner i første høstrotation (inklusive etableringsåret) og over de to vækstsæsoner i anden høstrotation. Ved beregning af udbyttet er plantetal anvendt for at korrigere for forskelle i plantetal mellem parceller. Der er signifikant vekselvirkning mellem art/sort og høstrotation. Pileklonen Inger, poppelklonerne Hybrid 275, OP42 og Androscoggin samt rødæl er steget markant i udbytte med mellem 39 og 66 procent fra første til anden høstrotation. Poppelklonerne Max 1 og Max 3 er derimod kun steget 13 til 14 procent i udbytte, mens udbyttet i AF8 ikke er steget. Dermed er den udbyttømæssige rangorden blandt sorterne ændret fra første til anden høstrotation, og poppelklonerne Max 1 og Max 3, der havde højest udbytte i første høstrotation, er overhalet af andre poppelsorter og pileklonen. Poppelsorten AF8 klarer sig meget dårligt, og i 2016 er der desuden en særdeles dårlig genvækst og yderligere plantedød efter anden høstrotation.

Som gennemsnit af de to høstrotationer varierer tørstofindholdet mellem 44,3 og 51,1 procent blandt alle arter og sorter. Der er højest tørstofindhold i poppelsorterne Hybrid 275, Androscoggin og OP42 samt pilesorten Inger, mens der er lidt lavere tørstofindhold i rødæl og poppelsorterne Max 1 og Max 3 samt lavest niveau i poppelsorten AF8.

Der er hvert efterår i årene 2011 til 2016 registreret forekomst af bladrust i forsøget, og angrebsgraden fremgår af figur 1. Der er signifikant vekselvirkning mellem art/

sort og år, hvilket betyder, at de forskellige sorter reagerer forskelligt på årenes betingelser. Der er dog også generelle forskelle mellem arterne og sorterne som gennemsnit over årene. Inden for poppelsorterne er der størst angreb i AF8, middel angreb i Androscoggin, Hybrid 275 og OP42 og mindst angreb i Max 3 og Max 1. Der er kun lidt rust i pilesorten Inger og generelt meget i rødæl.

I perioden 2012 til 2015 er der fire gange målt N-min indhold i jorden i 0 til 75 cm dybde under poppelsorten OP42, pilesorten Inger samt rødæl. Se tabel 4. Det gennemsnitlige N-min indhold varierer signifikant mellem måletidspunkter med højest niveau i efteråret i år med



FIGUR 1. Rustangreb i poppel, pil og rødæl i træartsforsøg etableret i Skejby i 2011 og høstet i december 2013 og december 2015. De seks poppelsorter er sorteret efter stigende gennemsnitlig karakter for rustangreb.

TABEL 4. N-min målinger i træartsforsøg med poppel, pil og rødæl, anlagt i 2011

Art	Sort	Gødskning, kg N pr. ha		N-min, 0-75 cm, kg pr. ha					
		26/3 2012	14/3 2014	5/12 2012	18/2 2014	18/12 2014	14/12 2015	Gns. 2012-2105	
Poppel	OP42	120	80	27,8	13,0	26,7	13,5	20,3	
Pil	Inger	120	80	19,4	13,2	12,2	10,5	13,8	
Rødæl	Truust (frøkilde)	120	0	54,8	24,6	44,8	27,8	38,0	
Gennemsnit				34,0	16,9	27,9	17,3	-	
LSD, art								7,0	
LSD, måletidspunkt								8,8	
LSD, art × måletidspunkt								ns	



FOTO: SØREN UGILT LARSEN, TEKNOLOGISK INSTITUT

Høst af nettoparcel i træartsforsøg i Skejby, her i en poppelsort. Der er høstet med helskudshøster, hvorefter bundter fra hver nettoparcel er blevet vejlet i hængevægt.

tilførsel af gødning. N-min indholdet varierer signifikant mellem de tre arter med højest niveau i rødæl og lavere niveau i poppel og pil. Der ses en tendens til lavere N-min indhold under pil end under poppel, men forskellen er kun næsten signifikant ($P = 0,067$). Selv om der er tilført mere gødning til pil og poppel end til rødæl, så har disse arter alligevel et lavere N-min niveau end rødæl. Forskellen kan dels skyldes, at rødæl er kvælstoffikserende, dels at udbytteneiveauet og dermed den høstede mængde kvælstof er væsentligt lavere i rødæl.

Græs på omdriftsarealer

> SØREN UGILT LARSEN, TEKNOLOGISK INSTITUT

Høsttid påvirker udbytte og metanpotentiale i præriehirse

I forsøg med præriehirsesorter i årene 2010 til 2015 er der stor variation i udbytte mellem de afprøvede sorter med størst udbytte i sorterne Carthage og Cave-in-Rock samt sortsblandingen. Sorten Kanlow gav mindre udbytte, især i de første år på grund af kraftig udvintring i første vinter. Der er stor variation i effekten af gødskning, men som gennemsnit af sorter og år er der begrænset mer-

udbytte af gødskning med 50 kg kvælstof pr. ha pr. år. Ved at udsætte høsttidspunktet fra november til marts-april er der et tab i tørstofudbytte på mellem 23 og 30 procent (19 til 40 hkg tørstof pr. ha). Tørstofindholdet er øget fra 31 til 46 procent i november til 74 til 88 procent i marts-april, men metanpotentialet er faldet med 23 til 30 procent. Udbytteneiveauet varierer betragteligt fra anden til sjette vækstsæson, men der synes ikke at være tegn på generel udbyttenedgang efter de første seks år. N-min indholdet i jorden under ugødet præriehirse er lavere end under gødet vinterraps og vinterhvede, når præriehirsen ikke er gødsket og på samme niveau, når præriehirsen er gødsket med 50 kg kvælstof pr. ha.

Der blev i 2010 anlagt et sortsforsøg med præriehirse på JB 3 til 4 ved Tranekær på Langeland. Forsøget og udbytter i anden til fjerde vækstsæson er beskrevet i Oversigt over Landsforsøgene 2014, side 188 til 190. I forsøget indgår tre sorter samt en sortsblending af præriehirse. Se tabel 5. I femte og sjette vækstsæson er der også afprøvet to forskellige høsttidspunkter, nemlig efterårshøst i november og vinterhøst sidst i marts eller først i april. Desuden er forsøget opdelt i to dele, hvor den ene halvdel har været ugødsket gennem alle seks vækstsæsoner, og den anden halvdel er gødsket med 50 kg kvælstof pr. ha pr. år fra tredje til sjette vækstsæson.

Efterårshøst er udført 11. november 2014 og 2. november 2015, mens vinterhøst er udført 23. marts 2015 og 4. april 2016 for henholdsvis femte og sjette vækstsæson. Tørstofindhold og tørstofudbytter for de to vækstsæsoner fremgår af tabel 5 og 6.

I femte vækstsæson er der signifikant mindre tørstofudbytte i sorten Kanlow uden gødskning og specielt ved efterårshøst sammenlignet med de øvrige sorter og sortsblandingen, der giver omtrent samme udbytte. Se tabel 5. Ved 50 kg kvælstof pr. ha giver Kanlow derimod det største udbytte, men resultaterne ved dette gødningsni-

veau skal imidlertid tages med forbehold, da der i to af sorterne er målt højere udbytte ved vinterhøst end ved efterårshøst, hvilket virker usandsynligt. I sjette vækstsæson giver Kanlow også mindre tørstofudbytte end de øvrige sorter ved 0 kg kvælstof pr. ha, mens Kanlow til gengæld har tendens ($P = 0,055$) til større udbytte ved 50 kg kvælstof pr. ha. Se tabel 6. Med en antagelse om 85 procent tørstof ved høst i anden til fjerde vækstsæson har Carthage, Cave-in-Rock og sortsblandingen ved vinterhøst over perioden anden til sjette vækstsæson givet højest udbytte (gennemsnit af de to gødningsniveauer) med henholdsvis 83, 81 og 78 hkg tørstof pr. ha pr. år, mens Kanlow har givet 69 hkg tørstof pr. ha pr. år.

I femte og sjette vækstsæson, hvor der er målt udbytte ved både efterårshøst og vinterhøst, er tørstofudbyttet faldet signifikant ved at vente med at høste til sidst på vinteren. Se tabel 5 og 6. Som gennemsnit af sorterne er udbyttet i sjette vækstsæson faldet med 30 procent (40 hkg tørstof pr. ha) ved 0 kg kvælstof pr. ha og 26 procent (33 hkg tørstof pr. ha) ved 50 kg kvælstof pr. ha. Se tabel 6. Der er ikke signifikant vekselvirkning mellem sort og høsttid, så sorterne reagerer nogenlunde ens på høsttid. I femte vækstsæson er udbyttet faldet signifikant ved 0 kg kvælstof pr. ha med 23 procent (19 hkg tørstof pr. ha) fra efterårshøst til vinterhøst. Også her reagerede sorterne nogenlunde ens på høsttid. Se tabel 5. Ved 50 kg kvælstof pr. ha varierer effekten af høsttid imidlertid meget mellem sorterne med et tab på 15 og 3 procent for henholdsvis sortsblandingen og sorten Cave-in-Rock, mens udbyttet derimod steg med 44 og 36 procent for sorterne Carthage og Kanlow. En stigning i udbytte fra november til sidst i marts er meget urealistisk, hvilket sår tvivl om validiteten af udbytteresultaterne ved 50 kg kvælstof pr. ha i femte vækstsæson, og der formodes at være tale om en forsøgsfejl.

Høsttidspunktet har også stor indflydelse på tørstofindholdet, og i alle tilfælde er tørstofindholdet signifikant højere ved vinterhøst end ved efterårshøst. Se tabel 5 og 6. Tørstofindholdet stiger fra 31 til 46 procent i november til 74 til 88 procent i marts-april. Tabet af tørstof ved at udsætte høst fra efterår til sidst på vinteren modsvarer derved af en stigning i tørstofindholdet, hvilket kan være en kvalitetsmæssig fordel, afhængigt af anvendelsen af biomassen.

Effekten af gødsugning svinger meget fra år til år og fra sort til sort, varierende fra betydelige merudbytter til

fald i udbytte ved gødsugning med 50 kg kvælstof pr. ha. Se tabel 5 og 6. Da de to gødningsniveauer ikke afprøves med gentagelser og randomisering, kan der ikke laves statistisk test af gødningseffekten på udbyttet. Som gennemsnit af sorter og år synes der dog at være relativt lille effekt af gødsugning på udbyttet. Udenlandske studier tyder også på, at kvælstofbehovet i præriehirse generelt er lavt.

For to af sorterne er der analyseret metanpotentiale i biomasse fra femte vækstsæson, høstet henholdsvis 11. november 2014 og 23. marts 2015. Metanpotentialet er målt ved udrådning i 'batch-tests' over 59 dage, og metanpotentialet efter 20, 40 og 59 dage er vist i tabel 7. Metanpotentialet er signifikant lavere ved vinterhøst end ved efterårshøst med henholdsvis 30, 25 og 22 procent lavere metanpotentiale ved de tre udrådningstider og som gennemsnit af de to sorter. Der er signifikant højere metanpotentiale i biomasse af sorten Cave-in-Rock end i sorten Carthage. Med et typisk fald i tørstofudbyttet på 23 til 30 procent (tabel 5 og 6) og et fald i metanpotentiale på 22 til 30 procent fra efterårshøst til vinterhøst så vil det potentielle metanudbytte pr. ha i princippet falde med 40 til 51 procent ved at udskyde høsten fra efterår til sidst på vinteren.

Der er 26. november 2014 og 21. november 2015 målt N-min indhold i jorden i udvalgte parceller med præriehirse samt i nabomarken ud for disse parceller. Se tabel 8. I begge år har N-min indholdet i 0 til 100 cm dybde været signifikant lavere under ugødsket præriehirse end under gødsket vinterraps og vinterhvede i nabomarken. Ved gødsugning med 50 kg kvælstof pr. ha til præriehirse har der været omtrent samme N-min indhold i 0 til 100 cm dybde som i nabomarken, men der ses en tendens til lavere N-min indhold i 25 til 100 cm dybde under præriehirse end under raps og hvede. Resultaterne tyder på, at N-min indholdet i jord med præriehirse er lavt og lavere end andre afgrøder, når præriehirsens ikke gødskes med kvælstof. Når præriehirsens gødskes med 50 kg kvælstof pr. ha, synes N-min indholdet at være omtrent på niveau med traditionelle afgrøder, selv når der er tale om enårige afgrøder med relativt kraftig kvælstofgødsugning.

Samlet set tyder forsøget på, at der med de bedste præriehirsesorter kan opnås et pænt tørstofudbytte over en længere årrække, selv ved ingen eller meget lavt input af gødning og planteværnsmidler. Samtidig ser det ud til, at der ved lavt gødningsniveau også kan opnås et

TABEL 5. Tørstofudbytte i femte vækstsæson af sorter af præriehirse etableret i 2010 og med og uden gødskning og ved henholdsvis efterårshøst og forårshøst

Sort	Tørstof, pct.				Udbytte pr. ha, hkg tørstof			
	0 kg N pr. ha		50 kg N pr. ha		0 kg N pr. ha		50 kg N pr. ha	
	Efterår, 11/11 2014	Vinter, 23/3 2015	Efterår, 11/11 2014	Vinter, 23/3 2015	Efterår, 11/11 2014	Vinter, 23/3 2015	Efterår, 11/11 2014	Vinter, 23/3 2015
<i>1 forsøg</i>								
Blanding ¹⁾	36,3	87,7	36,1	86,6	80,0	67,5	82,0	69,8
Carthage	34,4	86,6	33,0	85,8	89,6	69,0	74,1	106,7
Cave-in-Rock	35,8	86,8	31,5	86,6	91,9	57,4	73,8	71,7
Kanlow	33,2	79,9	31,0	78,6	63,0	55,7	83,3	113,0
Gennemsnit	34,9	85,3	32,9	84,4	81,1	62,4	78,3	90,3
LSD, sort	1,3		1,7		13,0		17,1	
LSD, høsttid	1,3		1,7		17,8		(12,1) ²⁾	
LSD, sort x høsttid	1,8		2,5		ns		24,1	

¹⁾ Forestburg, Shelter og Cave-in-Rock med 1/3 af hver på vægtbasis.

²⁾ P-værdi 0,051.

TABEL 6. Tørstofudbytte i sjette vækstsæson af sorter af præriehirse etableret i 2010 og med og uden gødskning og ved henholdsvis efterårshøst og forårshøst

Sort	Tørstof, pct.				Udbytte pr. ha, hkg tørstof			
	0 kg N pr. ha		50 kg N pr. ha		0 kg N pr. ha		50 kg N pr. ha	
	Efterår, 2/11 2015	Vinter, 4/4 2016	Efterår, 2/11 2015	Vinter, 4/4 2016	Efterår, 2/11 2015	Vinter, 4/4 2016	Efterår, 2/11 2015	Vinter, 4/4 2016
<i>1 forsøg</i>								
Blanding ¹⁾	43,0	80,1	45,7	76,7	130,5	101,1	117,5	90,6
Carthage	41,1	80,3	39,3	78,0	149,6	95,6	134,9	92,9
Cave-in-Rock	42,4	78,9	42,6	77,8	133,6	101,6	131,5	83,4
Kanlow	39,0	77,8	35,0	74,1	123,1	77,6	138,7	121,8
Gennemsnit	41,4	79,3	40,7	76,7	134,2	94,0	130,7	97,2
LSD, sort	1,6		2,1		15,2		(19,9) ²⁾	
LSD, høsttid	2,8		2,2		10,7		24,1	
LSD, sort x høsttid	ns		3,2		ns		ns	

¹⁾ Forestburg, Shelter og Cave-in-Rock med 1/3 af hver på vægtbasis.

²⁾ P-værdi 0,055.

TABEL 7. Metanpotentiale i præriehirse ved efterårshøst og forårshøst af biomasse fra femte vækstsæson

Høsttid	Sort	Tørstof, pct.	Aske, pct. i tørstof	Org. tørstof, pct. i råvare	Metanpotentiale, Nl metan pr. kg org. tørstof		
					20 dage	40 dage	59 dage
<i>1 forsøg</i>							
Efterårshøst, 11/11 2014	Cave-in-Rock	35,8	4,4	34,2	118,4	162,9	188,6
Efterårshøst, 11/11 2014	Carthage	34,4	4,8	32,8	103,5	139,7	157,5
Vinterhøst, 23/3 2015	Cave-in-Rock	86,8	2,1	84,9	86,2	118,6	138,2
Vinterhøst, 23/3 2015	Carthage	86,6	2,4	84,5	68,9	108,9	133,3
<i>Gennemsnit</i>							
Efterårshøst, 11/11 2014		35,1	4,6	33,5	111,0	151,3	173,1
Vinterhøst, 23/3 2015		86,7	2,3	84,7	77,6	113,8	135,8
	Cave-in-Rock	61,3	3,3	59,6	102,3	140,8	163,4
	Carthage	60,5	3,6	58,6	86,2	124,3	145,4
LSD, sort		-	-	-	8,1	14,7	(19,1) ¹⁾
LSD, høsttid		-	-	-	8,1	14,7	19,1
LSD, sort x høsttid		-	-	-	ns	ns	ns

¹⁾ P = 0,061.

meget lavt N-min indhold i jorden og dermed meget begrænset risiko for kvælstofudvaskning. Afgrøden bør dog afprøves på flere lokaliteter for at få bedre indtryk af

udbyttepotentiale på forskellige jordtyper, herunder lavbundsjord, hvor en mangeårig afgrøde som præriehirse kan have klimamæssige fordele.

TABEL 8. N-min målinger efter femte og sjette vækstsæson i præriehirse med forskellig kvælstofgødskning samt i nabomark

Afgroede	Gødskning, kg N pr. ha	N-min, kg N pr. ha		
		0-25 cm	25-100 cm	0-100 cm
<i>1 forsøg</i>		26/11 2014		
Præriehirse ¹⁾	0	17	20	37
Præriehirse ¹⁾	50	38	29	67
Nabomark, vinterraps	175	18	45	62
<i>1 forsøg</i>		21/11 2015		
Præriehirse ²⁾	0	17	13	30
Præriehirse ²⁾	50	23	39	61
Nabomark, vinterhvede	159	14	60	74
<i>1 forsøg, gennemsnit</i>		2014-2015		
Præriehirse	0	17	16	33
Præriehirse	50	30	34	64
Nabomark	159-175	16	52	68
LSD, afgroede og N-niveau		4,6	7,1	8,4
LSD, år		3,7	5,8	ns
LSD, vedselvirkning		6,4	10,0	(11,9) ³⁾

¹⁾ Måling i sortsblandingen og sorten Kanlow.

²⁾ Måling i sorten Cave-in-Rock.

³⁾ P-værdi = 0,051.

Græs på engarealer

> **LISBETH NIELSEN**, NATUR OG LANDBRUG,
PHILIPP TRÉNEL, TEKNOLOGISK INSTITUT,
ALASTAIR JAMES WARD, AARHUS UNIVERSITET OG
THOMAS VANG JØRGENSEN, AGRINORD

Påvirkning af biomasseudbytte og naturkvalitet ved forskellig pleje af engarealer

Der er i årene 2010 til 2016 gennemført tre forsøg med biomassehøst på engarealer til vurdering af udbytte, høst af næringsstoffer, biogaspotentiale og naturkvalitet ved forskellige behandlinger. Der blev afprøvet tilførsel af kalium som vinasse for at øge opsamlingen af kvælstof og fosfor samt udsåning af henholdsvis græsarter og lokale engplantearter for at ændre vegetationen. Der er i perioden ikke signifikant fald i høstet mængde tørstof, kvælstof og fosfor i nogen af behandlingerne. Uden tilførsel af kalium er der eksempler på både stigende og faldende mængde kalium høstet gennem perioden. På forsøgsfelter, tilført kalium, har det som gennemsnit af årene været muligt at høste signifikant mere tørstof, kvælstof og fosfor, end når der ikke tilføres kalium. Der er ikke signifikant forskel i metangaspotentialet i biomasse fra de forskellige vegetationstyper, og metanudbyttet pr. ha er primært afhængigt af biomasseudbyttet pr. ha. Forsøgene blev udført på arealer, der i udgangspunktet var domineret af henholdsvis almindelig rapgræs/kvik og lyse-siv, men artssammensætningen ændrede sig over

tid afhængigt af behandling, og de dominerende arter er derfor ændret i sidste del af forsøget. Naturkvalitetsscoren udvikler sig signifikant positivt over tid på arealer, der i udgangspunktet havde lav naturkvalitet, hvorimod der ikke er signifikante ændringer på arealer, der i udgangspunktet havde en relativt høj naturkvalitetsscore.

Biomassehøst på engarealer giver tekniske udfordringer, men samtidig forventes det, at der opnås en række fordele: Naturforbedringer, fjernelse af næringsstoffer fra vandløbsnære arealer til senere brug som økologisk gødning samt produktion af bioenergi. Udbytteneiveauet er af stor betydning for forholdet mellem biogasproduktion og naturkvalitet, og der er behov for langvarige forsøgsserier for at vurdere udvikling i udbytte over tid, idet der over en periode på nogle få år godt kan være forholdsvis store udsving, der kan tolkes som enten generel nedgang eller opgang i produktion. I Nørreådal mellem Randers og Viborg blev der 2009-2010 påbegyndt forsøg med forskellige plejestrategier på engarealer. Felterne blev i første omgang fulgt til og med 2012. Se Oversigt over Landsforsøgene 2012, side 214 til 219. Nogle blev fortsat plejet i 2013, og i 2014 til 2016 har der været udført målinger i disse felter. Parcellerne er anlagt på humusjord med 34 til 50 procent humus og reaktionstal på 5 til 6.

Metangaspotentialet for biogas er bestemt på repræsentative prøver med nær-infrarød spektroskopi (NIR), og beregninger af gaspotentialet er foretaget ud fra modeldata for 15 og 90 dages udrådning. Biogaspotentialer vist her er fra høstudbytter i 2014 og 2015. Naturkvalitet er vist ud fra en fastlagt arts-karakteristisk naturkvalitetsscore for hver plantearart og vægtet med andelen af denne plantearart i den høstede biomasse vurderet på tørstofbasis. Naturkvalitetsscoren har en værdi fra -1 til +7 for hver plantearart.

Kaliumtilførsel på engarealer, der i udgangspunkt var domineret af almindelig rapgræs og almindelig kvik

På et areal, der i udgangspunktet i 2010 var domineret af almindelig rapgræs og almindelig kvik, øger tilførsel af kalium som vinasse over årene det gennemsnitlige udbytte fra 54 til 84 hkg tørstof pr. ha og det gennemsnitlige kvælstofudbytte fra 119 til 158 kg kvælstof samt det gennemsnitlige fosforudbytte fra 15 til 21 kg fosfor pr. ha. Se tabel 9. Der er over perioden fjernet mere kalium end tilført. Der er ikke tendens til fald i tørstofudbytte el-

ler i mængden af høstet kvælstof og fosfor i nogen af behandlingerne. Metangasudbyttet i årene 2014 og 2015 er ved en udrådningsperiode på 90 dage øget fra 2.100 til 3.400 m³ metan pr. ha ved kaliumtilførsel. Plantebestandens naturkvalitetsscore er i perioden øget for alle behandlinger, men har som gennemsnit over perioden været højest i parceller uden kaliumtilførsel.

Siden 2010 er undersøgt betydningen af at tilføre kalium i form af vinasse, der er et restprodukt fra gæringsindustrien. Ved tilførsel af kalium forventes, at det gennem en årrække er muligt at høste en større mængde næringsstoffer, og at kulturgræsarealer efterhånden bliver mere naturprægede. Forsøgene på Landsforsøgene 2011 og 2012, henholdsvis side 200 og 218. Der er over årene høstet første slæt 24. juni til 12. juli og anden slæt 27. august til 19. september. På arealet er der relativt små udsving i vandstand, der i vækstperioden lå omkring 20 til 30 cm under terræn i 2010 til 2014, men i 2015 var der mere vådt i juni, og i 2016 har generelt være mere vådt, og de fleste målinger har vist 10 til 20 cm under terræn.

Mængden af tilført kalium er reduceret over årene, idet der var en relativt lille forskel på effekt af de to niveauer af kalium. Der er tilført 0, 58 og 115 kg kalium pr. ha i form af vinasse i 2010, men niveauerne er reduceret til 0, 45 og 90 i 2011 til 2014 og til 0, 25 og 50 i 2015 til 2016.

I 2016 er der ikke signifikant forskel på tørstofudbytte uden og med kaliumtilførsel, og det kan skyldes, at kaliumtilførslen er nede på et meget lavt niveau. Se tabel 9. Som gennemsnit af de syv år har der været et signifikant højere tørstofudbytte, når der er tilført kalium. Der har ikke været fald i tørstofudbytte eller udbytte af næringsstoffer for nogen af behandlingerne over årene 2010 til 2016. Se figur 2. Ved årlig høst fra arealerne uden tilførsel af næringsstoffer var der forventet et fald i udbytte, men det er ikke observeret i perioden 2010 til 2016, og arealerne har muligvis fået næring fra tilstrømmende overfladevand. Kaliumtallet i parceller uden vinasse var 6,1 i 2012, og forholdet mellem kvælstof og kalium i plantebiomassen var ved første slæt 2,5 i 2010 og er 3,6 i 2016. Biomassens fosforindhold i procent af tørstofindholdet er samtidig reduceret fra 0,31 til 0,24 fra 2010 til 2016, hvilket indikerer en langsom ændring i vækstforholdene på arealet mod lavere produktion.

Metanpotentialet pr. ton organisk tørstof er på samme niveau, uanset tilførsel af kalium, og metanudbytte og energiproduktion pr. ha er derfor primært afhængigt af tørstofudbyttet pr. ha. Potentialet er væsentligt højere ved 90 end ved 15 dages udrådning. Se tabel 9.

Naturkvalitetsscoren var i gennemsnit omvendt proportional med kaliumtildelingen, men der er en signifikant positiv udvikling i naturkvalitetsscore for alle tre behandlinger over tid. Vegetationen har ændret sig efter-

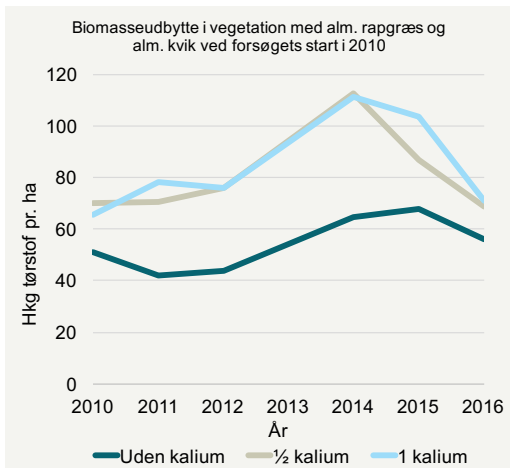
TABEL 9. Effekt af kaliumtilførsel af engarealer, domineret af alm. rapgræs og almindelig kvik ved forsøgets start i 2010

Vinassegodskning, kg K pr. ha pr. år	Antal slæt	Udbytte, hkg tørstof pr. ha			Udbytte, kg næringsstof pr. ha			Metan/energi			Metan/energi			Naturkvalitetsscore ²⁾
		1. slæt	2. slæt	Sum af slæt	Sum af slæt			15 dages udrådning			90 dages udrådning			
					N	P	K	m ³ metan pr. ton org. stof ¹⁾	m ³ metan pr. ha	GJ pr. ha	m ³ metan pr. ton org. stof ¹⁾	m ³ metan pr. ha	GJ pr. ha	
<i>2016. 1 forsøg</i>		29/6 2016	6/9 2016											
0	2	42,2	14,0	56,2	95	14	25	-	-	-	-	-	-	-
25	2	52,0	16,8	68,8	117	17	50	-	-	-	-	-	-	-
50	2	50,6	20,3	70,9	112	17	71	-	-	-	-	-	-	-
<i>LSD</i>		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>2010-2016 for udbytte og næringsstoffer, 2014-2015 for metanpotentialet. 1 forsøg</i>														
0	2	39,4 a ³⁾	14,9 a	54,3 a	119 a	15 a	27 a	197 a	1199 a	17,3 a	345 a	2101 a	30,3 a	1,3 a
25-58	2	58,3 b	22,4 b	80,7 b	156 b	20 b	66 b	-	-	-	-	-	-	0,6 b
50-115	2	60,2 b	24,0 b	84,2 b	158 b	21 b	93 b	194 a	1896 b	27,3 b	343 a	3395 b	48,9 b	0,0 c
<i>LSD, behandling</i>		7,5	4,0	10,3	27	3	10	<i>ns</i>	407	5,9	<i>ns</i>	719	10,4	0,5

¹⁾ Gennemsnit af slæt, idet niveauerne var stort set ens.

²⁾ Naturkvalitetsscore af plantearter, vægtes på tørstofbasis.

³⁾ Samme bogstav inden for kolonne viser, at der ikke er signifikant forskel.



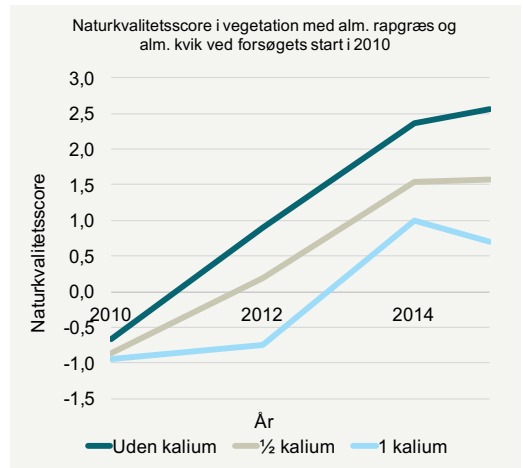
FIGUR 2. Biomasseudbytte over år i vegetation med alm. rapgræs og alm. kvik ved forsøgets start i 2010 og med to slæt pr. år samt forskellig kaliumtilførsel. Der blev ikke udført målinger i 2013, men parcellerne blev plejet og biomassen fjernet som i de øvrige år. Kalium blev tilført i form af vinasse, og det højeste niveau er reduceret over tid fra 115 til 50 kg kalium pr. ha.

hånden, således at der i 2014 var en dominans af mosebunke og fløjlsgræs på arealer uden kaliumtilførsel, og en dominans af kvik og fløjlsgræs, hvor der var tilført den største mængde kalium.

Naturkvalitetsscoren vægtes på tørstofbasis viser, at der er en positiv udvikling i scoren over år ved to årlige slæt både med og uden tilførsel af kalium. Se figur 3. Som gennemsnit er der signifikant højere værdi uden tilførsel af kalium. I teorien forventes det, at fjernelse af større mængder kvælstof og fosfor via kaliumtilførsel efterhånden vil give arealet øget naturkvalitetsscore. Det kræver, at kaliumtilførsel ophører efter en årrække, at biomasseproduktionen falder, og at der er gode frøkilder i nærheden af arter med høj naturkvalitetsscore.

Kaliumtilførsel og forskellig pleje af engarealer, der i udgangspunkt var domineret af lyse-siv

Tilførsel af kalium øger som gennemsnit af årene 2010 til 2016 det gennemsnitlige tørstofudbytte fra 39 til 58 hkg tørstof pr. ha, det gennemsnitlige kvælstofudbytte fra 73 til 90 kg kvælstof pr. ha og det gennemsnitlige fosforudbytte fra 6 til 9 kg fosfor pr. ha. Samtidig er der i perioden fjernet lidt mere kalium, end der er tilført. Over årene er tørstofudbyttet lige højt ved en og to slæt, der giver lavere udbytte og lavere høst af kvælstof og fosfor end ved tilførsel af kalium og lavere end ved en behandling med eftersåning med tre græsarter. Der er ikke tendens



FIGUR 3. Udviklingen i naturkvalitetsscore på et areal med alm. rapgræs og alm. kvik som udgangspunkt i 2010, og hvor vegetationen har ændret sig over årene. Kalium er tilført i form af vinasse, og kaliummængden ved højeste niveau er reduceret over tid fra 115 til 50 kg kalium pr. ha. Der er en signifikant stigning i naturkvalitetsscore over tid for alle tre behandlinger. Naturkvalitet er vist ud fra en arts karakteristisk naturkvalitetsscore for hver planteart og vægtes med andelen af denne planteart i den høstede biomasse, vurderet på tørstofbasis. Naturkvalitetsscoren har en værdi fra -1 til +7 for hver planteart.

til fald i udbyttet eller i mængden af høstede næringsstoffer i form af kvælstof og fosfor i nogen af behandlingerne. Mængden af kalium i biomasse fra de gødskede parceller faldt over årene, efterhånden som tilførslen af kalium blev nedjusteret, men var generelt højere end i biomasse fra parceller uden tilførsel af kalium. Der er ikke forskel i metangaspotentialer mellem plejestrategi med én slæt pr. år uden kaliumtilførsel og to slæt pr. år med kaliumtilførsel. Plantebestandens naturkvalitetsscore er ikke ændret signifikant i perioden.

På et areal, der i udgangspunktet i 2009 var domineret af lyse-siv, er der undersøgt betydningen af at tilføre kalium i form af vinasse. Udover disse behandlinger er der en behandling uden vinasse med kun en slæt samt en behandling, hvor der i 2009 blev isået tre græsarter: Almindelig rapgræs, eng-rottehale (timoté) og engrævehale. Hverken ved græsisåning eller i behandlingen med en slæt tilførtes kalium. Se detaljer i Oversigt over Landsforsøgene 2010, side 188. Der blev tilført 0, 58 og 115 kg kalium pr. ha i form af vinasse i 2009 til 2011, men niveauerne blev reduceret til 0, 45 og 90 i 2012, til 0, 30 og 60 i 2013 til 2014, til 0, 20 og 40 i 2015 og til 0, 15 og 30 i 2016. Reduktion i niveau er valgt, når udbyttet ved

fuld og halv mængde kalium var stort set lige store. Arealet havde inden forsøgets start ikke været udnyttet i fem år, og der var meget biomasse ophobet på arealet. Første forsøgsår blev arealerne afpudset tidligt forår med undtagelse af felter med en slæt efterfølgende. For at sammenligne resultater over år, hvor behandlingen med en slæt kan medregnes, indgår kun resultater fra og med 2010.

Der er over årene høstet første slæt 7. til 11. juli og anden slæt 8. til 22. september, idet anden slæt undertiden er rykket på grund af våde forhold på arealet. Der har dog været forholdsvis små udsving i vandstand, der i vækstperioden har varieret omkring 20 cm under terræn i 2010 til 2014, men i 2015 var der mere vådt i juni, og i 2016 har der generelt været mere vådt med de fleste målinger kun 10 til 20 cm under terræn.

Behandlingsstrategierne har efterhånden påvirket vegetationen, således at der i 2014 for eksempel ved en slæt primært var en dominans af lyse-siv, men også star-arter. I parcellerne med to slæt var der dominans af star-arter, men også lyse-siv, og i parcellerne med fuld vinasse var der dominans af fløjlsgræs, men også star-arter.

Der har ikke været fald i udbytte eller høst af næringsstoffer i nogen af behandlingerne over årene 2010 til

2016 med undtagelse af vinasse parceller, hvor mængden af kalium faldt over årene, efterhånden som tilførslen af kalium blev reduceret, men niveauet var højere end i biomasse fra parceller uden kaliumtilførsel.

I 2016 er der ikke signifikant forskel på tørstofudbytterne. Se tabel 10. Over årene er tørstofudbyttet lige højt ved en slæt og to slæt, der begge giver signifikant lavere udbytter end behandlinger med kaliumtilførsel og eftersåning med græsarter. Høst af kvælstof over årene afspejler tørstofudbytterne, mens der er høstet signifikant mere fosfor ved "høj vinasse" og "eftersåning" end ved de tre andre behandlinger.

Metanpotentialet pr. ton organisk stof er på samme niveau for de udvalgte behandlinger, og der er ikke signifikante forskelle på metanudbytte og energiproduktion pr. ha. Forskel i udrådningsperioden er væsentlig, da der er cirka 40 procent lavere udbytte i metan pr. ton organisk stof ved 15 fremfor 90 dages udrådning. Naturkvalitetsscoren vægtes på tørstofbasis viser ingen signifikant udvikling over år på dette areal, hvor der i udgangspunkt var en relativt høj score.

For at opnå højere naturkvalitetsscore må kaliumtilførsel ophøre efter en årrække, således at produktionen falder,

TABEL 10. Effekt af forskellig pleje og vinassestilførsel af engarealer, domineret af lyse-siv ved forsøgets start, hvor arealet havde været ude af drift i en femårig periode

Forsøgsbehandling	Antal slæt	Udbytte, hkg tørstof pr. ha			Udbytte, kg næringsstof pr. ha			Metan/energi			Metan/energi			Naturkvalitetsscore ²⁾
		1. slæt	2. slæt	Sum af slæt	Sum af slæt			15 dages udrådning			90 dages udrådning			
					N	P	K	m ³ metan pr. ton org. stof ¹⁾	m ³ metan pr. ha	GJ pr. ha	m ³ metan pr. ton org. stof ¹⁾	m ³ metan pr. ha	GJ pr. ha	
<i>2016. 1 forsøg</i>		<i>7/7 2016</i>	<i>8/9 2016</i>											
0 kg K pr. ha	2	26,6	14,7	41,3	79	8	19 a	-	-	-	-	-	-	-
15 kg K pr. ha	2	43,1	16,3	59,4	96	10	61 bc	-	-	-	-	-	-	-
30 kg K pr. ha	2	48,3	18,2	66,6	99	13	93 bc	-	-	-	-	-	-	-
0 kg K pr. ha	1	56,0	-	56,0	82	9	33 ac	-	-	-	-	-	-	-
Eftersåning ³⁾	2	41,6	18,4	60,0	103	12	37 ac	-	-	-	-	-	-	-
LSD		ns	ns	ns	ns	ns	34	-	-	-	-	-	-	-
<i>2010-2016 for udbytte og næringsstoffer, 2014-2015 for metanpotentialer. 1 forsøg</i>														
0 kg K pr. ha	2	23,8 a ⁴⁾	15,6 a	39,3 a	73 a	6 a	19 a	-	-	-	-	-	-	2,9
15-58 kg K pr. ha	2	36,0 bc	19,0 b	55,0 b	92 b	7 a	59 c	-	-	-	-	-	-	2,8
30-115 kg K pr. ha	2	40,1 cd	17,7 ab	57,8 b	90 b	9 b	85 d	196	1155	16,6	344	2045	29,5	2,7
0 kg K pr. ha	1	44,9 d	-	44,9 a	71 a	6 a	27 ab	202	1011	14,6	348	1734	25	2,7
Eftersåning	2	34,5 b	17,7 ab	52,2 b	87 b	9 b	33 b	-	-	-	-	-	-	2,6
LSD, behandling		5,1	2,4	6,3	11	1	9	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

¹⁾ Gennemsnit af slæt idet niveauerne var stort set ens.

²⁾ Naturkvalitetsscore af plantearter, vægtes på tørstofbasis.

³⁾ Eftersåning med græsfrø af alm. rapgræs, engrævehale og eng-rottehale (timoté) i maj 2009, og her tilføres ikke K.

⁴⁾ Samme bogstav inden for kolonne viser, at der ikke er signifikant forskel.

og flere arter med høj naturkvalitetsscore kan etablere sig.

Eftersåning med en engplanteart og udspreddning af enghø på engarealer, der i udgangspunkt var domineret af lyse-siv

Som gennemsnit af årene 2010 til 2016 påvirker hverken eftersåning med trævlekrone eller udspreddning af enghø udbyttet signifikant i forhold til parceller uden disse særlige plejetiltag. Det gennemsnitlige udbytte er på 40 hkg tørstof pr. ha i disse behandlinger. Det gennemsnitlige kvælstofudbytte er på 71 kg pr. ha, og det gennemsnitlige fosforudbytte er på 6 kg pr. ha. Tørstofudbytte samt den høstede mængde af næringsstofferne kvælstof og fosfor er uændret over tid. Der er et signifikant fald i kalium, høsten i behandlingen med tilførsel af enghø ved forsøgets etablering. Der er ingen forskel i metanpotentiale målt i 2014 og 2015 mellem behandlinger med henholdsvis en slæt og to slæt pr. år med tilførsel af enghø i 2009.

På et engareal, der i udgangspunktet i 2009 var domineret af lyse-siv, er undersøgt betydningen af at iså lokalt indsamlet frø af trævlekrone som modelplanteart eller udspreddning af lokalt artsrigt enghø for at øge artsdiversitet og naturkvalitet på arealet. Der blev lagt vægt på at benytte lokale frø samt at benytte et donorareal, der passede med modtagerarealet med hensyn til næringsstofniveau og fugtighed. Isåning blev foretaget efter første slæt 11. juli 2009. Der blev udsået 3,3 kg rent frø af

trævlekrone pr. ha, og frisk biomasse (her kaldet enghø) fra 1 m² blev fordelt på 3 m². Forud for isåning blev der lavet riller i græssværen med 10 til 15 cm afstand. Se detaljer i Oversigt over Landsforsøgene 2011, side 201 til 202. Der var fire behandlinger: Isåning af trævlekrone og to slæt, udspreddning af enghø og to slæt, to slæt uden isåning og en slæt uden isåning. Se tabel 11. Arealet havde inden forsøgets start ikke været benyttet i fem år, og der var meget biomasse ophobet. Arealerne blev afpudset tidligt forår med undtagelse af felter med en slæt efterfølgende. For at sammenligne resultater over år, hvor behandlingen med en slæt kan medregnes, er kun vist resultater fra og med 2010. Der er over årene høstet første slæt 7. til 11. juli og anden slæt 8. til 22. september. Arealet er relativt fugtigt med en vandstand på 20 til 30 cm under terræn i vækstperioden, dog har der været år med lidt lavere og med lidt højere niveau.

Udbytteerne er ikke signifikant forskellige mellem behandlinger, hverken i 2016 eller som gennemsnit over årene. Med henblik på biomasseudbytte og høst af næringsstoffer er der stort set opnået samme biomasseproduktion uanset behandling. Se tabel 11. Metanpotentialet er sammenlignet for behandlingen med en slæt og behandlingen med enghø og to slæt, og der er ikke signifikante forskelle. Se tabel 11. Monitorering og vurdering af naturkvalitet bliver afsluttet 2017.

Projektet er støttet af 15. Juni Fonden og afsluttes 2017.

TABEL 11. Effekt af forskellig eftersåning på engarealer domineret af lysesiv ved forsøgets start, hvor arealet havde været ude af drift i en femårig periode

Eftersåning	Antal slæt	Udbytte, hkg tørstof pr. ha			Udbytte, kg næringsstof pr. ha			Metan/energi			Metan/energi		
		1. slæt	2. slæt	Sum af slæt	Sum af slæt			15 dages udrådning			90 dages udrådning		
					N	P	K	m ³ metan pr. ton org. stof ¹⁾	m ³ metan pr. ha	GJ pr. ha	m ³ metan pr. ton org. stof ¹⁾	m ³ metan pr. ha	GJ pr. ha
<i>2016. 1 forsøg</i>		<i>7/7 2016</i>	<i>8/9 2016</i>										
Ingen	1	39,4	-	39,4	66	7	14	-	-	-	-	-	-
Ingen	2	26,9	12,5	39,4	79	8	16	-	-	-	-	-	-
Trævlekrone ²⁾	2	25,5	12,2	37,7	74	9	16	-	-	-	-	-	-
Enghø ²⁾	2	25,7	13,2	38,9	71	8	18	-	-	-	-	-	-
LSD		ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
<i>2010-2016 for udbytte og næringsstoffer, 2014-2015 for metanpotentialer. 1 forsøg</i>													
Ingen	1	36,6 b ³⁾	-	36,6	63	5 a	13	191	715	10,3	340	1275	18,4
Ingen	2	23,7 a	15,9	39,6	71	7 ab	17	-	-	-	-	-	-
Trævlekrone	2	23,0 a	16,5	39,5	72	7 ab	16	-	-	-	-	-	-
Enghø	2	25,0 a	18,2	43,3	76	7 b	19	199	761	11,0	340	1309	18,8
LSD, behandling		5,0	ns	ns	ns	ns	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns

¹⁾ Gennemsnit af slæt, idet niveauerne var stort set ens.

²⁾ Eftersåning med frø af trævlekrone indsamlet lokalt og enghø fra artsrigt eng, også indsamlet lokalt, i juli 2009.

³⁾ Samme bogstav inden for kolonne viser at der ikke er signifikant forskel.