

Status for aktiviteter 2015 i projektet NaNuDrive:

## Høst af engbiomasse – naturforbedring, næringsstofopsamling og bioenergi

Lisbeth Nielsen og Anna Bodil Hald, Natur & Landbrug ApS (produktion, næringsstof og botanik)  
Alastair James Ward, Aarhus Universitet (biogas)

### Arbejdsplan 1: Påvirkning af botanik, produktion, næringsstofniveau og biogas på type-enge

Som i 2014 er der høstet biomasse på syv forskellige eng-naturtyper (Danveg-typer) fordelt på 10 udvalgte englokaliteter. I en eng med mose-bunke måtte høstfelterne flyttes grundet oversvømmelse, og på de nye høstfelter var der så stor produktion, at det var muligt at tage to slæt. Derfor er der i 2015 taget ét slæt på 7 af lokaliteterne og 2 slæt på 3 af lokaliteterne, begrundet i produktionen. Det har i øvrigt været et vanskeligere år, idet der har været højere vandstand midt sommer end normalt.

Udbytter og næringsstofbalancer ses af tabel 1, hvor der vises gennemsnit af tre høstfelter (gentagelser). I vegetationstype 67 (lav ranunkel/alm. rapgræs) med to lokaliteter med samme slæt strategi er det dog gennemsnitsværdi af disse, der er vist i tabellen.

Tabel 1. Udbytter i 2015 og næringsstoffer høstet med biomassen på forskellige arealtyper, nogle med ét årligt slæt og nogle med 2 årlige slæt. Desuden er metan produktion per ha beregnet.

	Dan-veg type	Areal nr.		Tons tørstof per ha		Kg N per ha		Kg P per ha		Kg K per ha		Metan * m3 per ha	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
<b>Antal slæt</b>													
<b>Vegetation</b>													
Lav ran./alm. rapgræs	67	A1, A3		5,43		87		14		34		1677	
Mose-bunke	68	A2	A5	4,43	8,89	106	171	12	18	12	40	1379	2748
Høj sødgræs	51	A6		3,48		64		12		22		1024	
Lyse-siv	60	A8		9,50		136		22		84		3035	
Nikkende star	57	A9		4,48		72		6		25		1248	
Rørgræs	56	A7	A4	8,69	7,18	145	94	20	17	100	80	2689	2256
Alm. kvik/agert.	65		A10		7,82		168		17		42		2414
<b>Gns. af alle</b>				<b>6,00</b>	<b>7,96</b>	<b>102</b>	<b>144</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>46</b>	<b>54</b>	<b>1842</b>	<b>2472</b>

\*Beregnet for 90 dages udrådning.

Der var relativ stor variation i udbytte mellem vegetationstyper, men ikke så udpræget som i 2014. I 2015 blev det højeste udbytte målt i lyse-sivs vegetation. Her var udbyttet på 9,5 tons (t) tørstof (ts), 136 kg N og

22 kg P per ha ved et årlige slæt. Samlet set var der udbyttene på 6 og ca. 8 t ts per ha i vegetation med henholdsvis ét og to slæt.

Biogaspotential er bestemt ved at udtage repræsentative prøver af biomassen til biogasanalyse. Analyse af prøverne er foretaget med NIR, og beregninger er ud fra modeldata for henholdsvis 15 og 90 dages udrådning. I tabel 1 er vist metan produktion per ha ved 90 dages udrådning, og beregningerne viser 1000-3000 m<sup>3</sup> metan per ha. Selv om der er store forskelle på områderne botanisk set, er de estimerede data for metan i m<sup>3</sup> per tons organisk stof temmelig ensartede ved den lange udrådningsperiode på 90 dage. Der var relativt større forskelle efter kun 15 dage.

Påvirkning af botanik har været monitoreret fra 2013 til 2015 i tre dokumentationscirkler per lokalitet. Det er en kort periode, men der er tilsyneladende en mere positiv påvirkning på arealer, der i udgangspunkt havde en lav botanisk naturkvalitetsscore sammenlignet med arealer, der havde et lidt bedre udgangspunkt, fig. 1.

Der er benyttet naturkvalitetsscore for arterne (DMU faglig rapport nr. 599, 2007), og scoren er vægtet efter arternes forekomst i cirklen på en skala fra 1 (enkelte planter) til 10 (meget dominerende) for de enkelte arter. Et enkelt af de 10 måleområde er blevet flyttet på grund af oversvømmelse, og derfor er data i figur 1 kun baseret på 9 arealer.

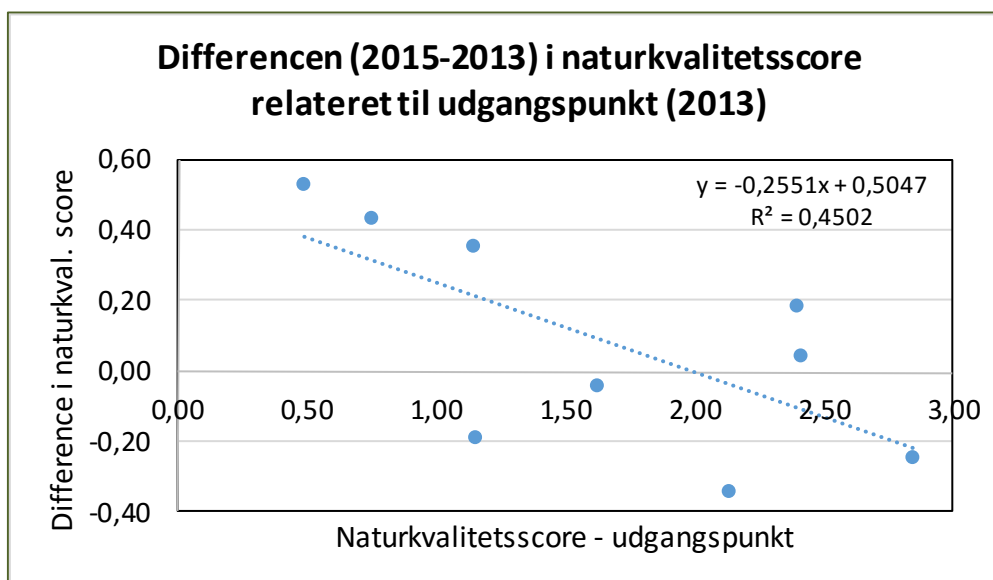


Fig. 1. Udvikling i naturkvalitetsscore fra 2013-2015 baseret på monitoringer i tre dokumentationscirkler per areal og en vægtning af score ud fra arternes forekomst.

Vandstand over sæsonen er målt på arealerne, fig. 2, og der er store forskelle mellem lokaliteterne. Der har generelt været højere vandstand i vækstsæsonen 2015 sammenlignet med 2014. Men forholdet mellem typerne er ret ens.

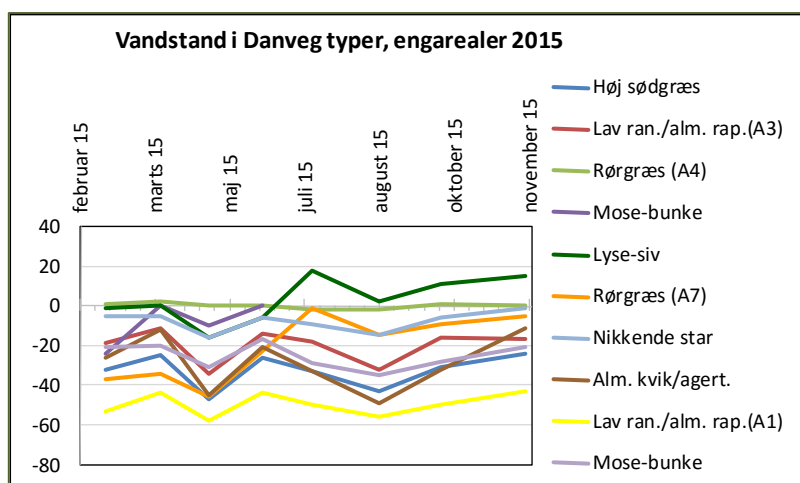
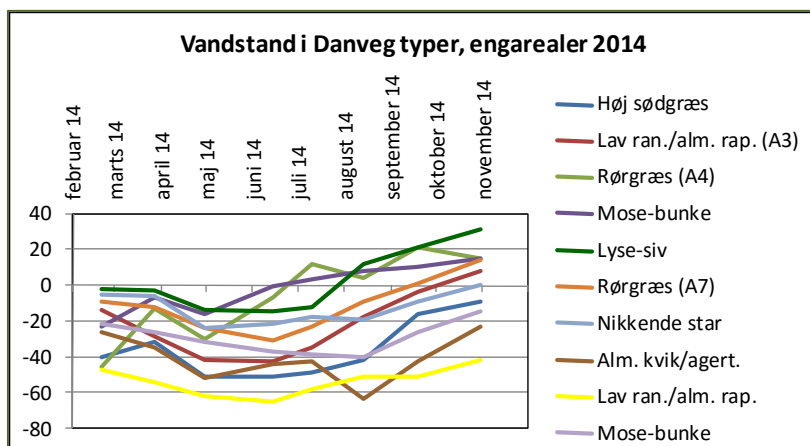


Fig. 2. Vandstand på enge med forskellige Danveg typer i 2014 og 2015.

## Arbejdsopgave 2: Lokalt tilpasset påvirkning af NP-opsamling samt fremme af særlig flora

Areal med alm. kvik/rapgræs testes for NP-opsamling ved tilførsel af K-vinasse. Arealet, der i udgangspunkt er Danveg type 65 (alm. kvik/agertidsel), har fra 2010 haft behandlingsfelter med tre niveauer af vinasse tilførsel: 0, ½ og 1 V, hvor 1V i starten var 115 kg K per ha, men niveauet er reduceret over årene – vurderet ud fra K i høstet biomasse. Det var således reduceret til 50 kg K per ha i 2015.

At kunne udnytte felterne fra et tidligere projekt, BioM, betyder at vi får en længere tidsserie, hvor der sammenlignes med og uden tilførsel af K-vinasse for at analysere, om der sker en øget opsamling af N og P med høstet materiale.

I 2015 blev K-vinasse tilførsel reduceret, da der var meget lidt forskel i tørstof udbytte på ½ og 1 niveau af vinasse det foregående år. Dvs. niveauet blev reduceret fra 90/45 til 50/25 kg K per ha i vinasse tilførsel. Det resulterede i, at der nu var tydeligt forskel i tørstof udbytte ved de forskellige niveauer, se fig. 3. Udbyttene i 2015 var nogenlunde som i 2014.

Med hensyn til næringsstoffer blev der fjernet 147-187 kg N og 17-24 kg P per ha, se fig. 4. Dvs. at niveauet for N-fjernelse var væsentligt lavere i 2015 end i 2014, men stadig er den høstede biomasse lige så eller mere effektiv end en våd eng strategi til denitrificering på dette areal. (Ved en våd eng strategi regnes der med en denitrifikation af 125 kg N per ha ifølge virkemiddelkataloget fra Naturstyrelsen). Med høst er fjernelsen dokumenteret i modsætning til våde enge, der udlægges på beregnet grundlag. Dertil kommer fjernelse af P fra vandløbets nærmiljø versus risiko for P frigørelse til vandmiljøet fra vådgjort eng, og udnyttelse af biomasse til energi eller foder, samt flytning af næringsstoffer fra lavbund til højbund.

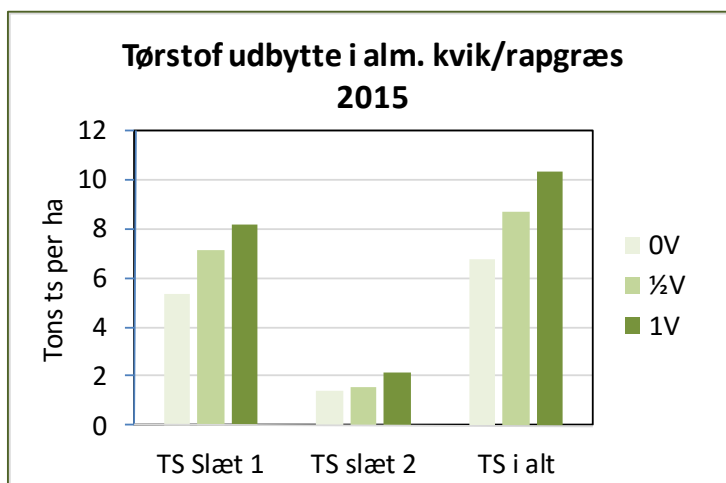


Fig. 3. Udbytte uden og med tilførsel af kalium vinasse i 2015

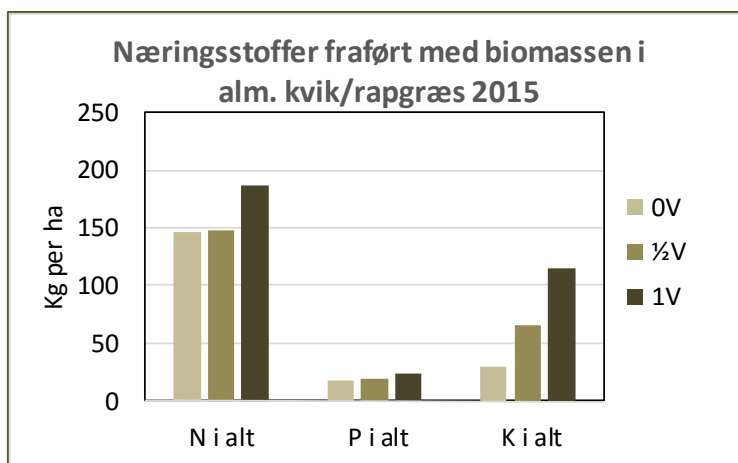


Fig. 4. Næringsstoffer fraført med biomassen i alm. kvik/rapgræs. Der blev fjernet mere kalium end tilført, idet det var henholdsvis 25 og 50 kg K per ha ved 1/2 V og 1 V niveau.

Biogaspotentialer er bestemt som for type enge, se s. 2. Data for behandlinger med henholdsvis 0 og 50 kg K per ha er vist i fig. 5. Metanproduktion per tons organisk stof var afhængig af udrådningstidspunkt, men ens for de to vinasse niveauer, og derfor er forskel i metan per ha primært begrundet i forskel i tørstof

udbytte, fig. 6. Ved 90 dages udrådning blev der produceret ca. 1,7 gange så meget metan som ved 15 dage.

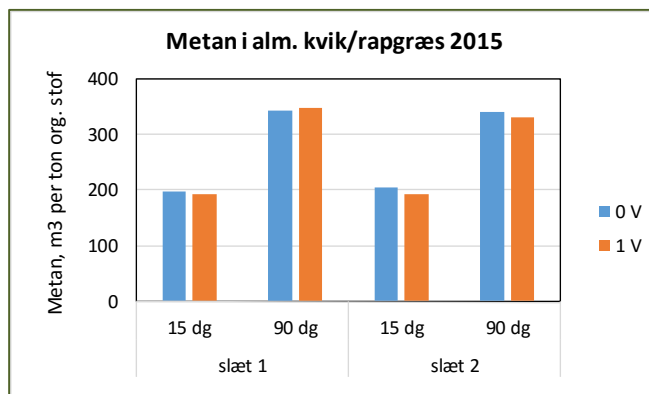


Fig. 5. Metan produceret i biomasse ved første og andet slæt, data fra 2015, målt i behandlinger med henholdsvis 0 og 50 kg K per ha og baseret på henholdsvis 15 og 90 dages udrådningsperiode.

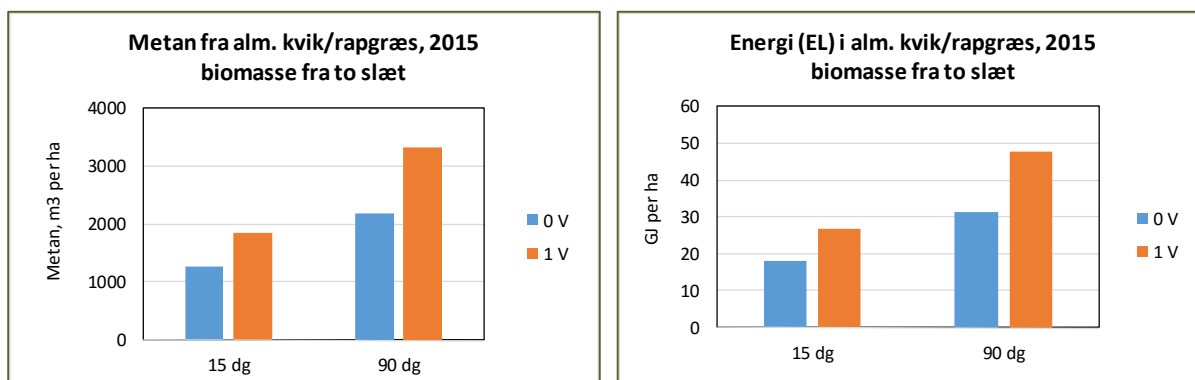


Fig. 6. Metan produceret fra biomassen per ha fra 2 årlige slæt i vegetation af alm. kvik/rapgræs som udgangspunkt, ved henholdsvis 15 og 90 dages udrådning. Der er regnet med 4 kWt per m3 metan i beregning af GJ elektricitet fra biogas. Målt i behandlinger med henholdsvis 0 og 50 kg K (i vinasse) per ha.

Påvirkning af botanik er vurderet dels i felten og dels på tørstofbasis, se. fig. 7. Der er en tydelig stigning i artsscore over den relativt korte tidsperiode, og mere markant vægtet på tørstofbasis end visuelt registreret i felten. På tørstofbasis vurderes kun materiale over slånings højde (6-7 cm). Stigningen har været omvendt proportional med vinasse tilførsel, som forventet, ud fra den omvendte sammenhæng mellem biomasse og naturkvalitet. Det vil være interessant på længere sigt at undersøge, om vinasse tilførsel kan reducere N og P niveau i en sådan grad, at felter tilført vinasse vil være mere modtagelige for retablering af højere botanisk naturkvalitet.

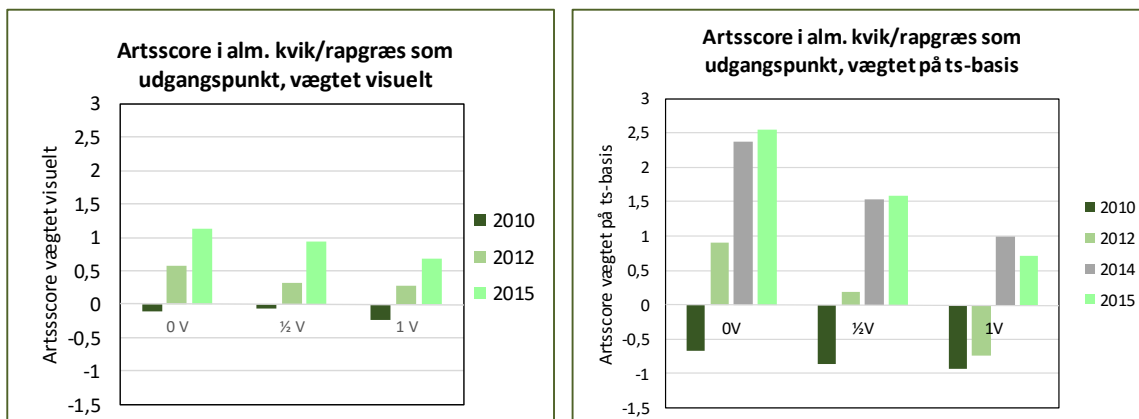


Fig. 7. Naturkvalitetsscore ved forskellige behandlinger i alm. kvik/alm. rapgræs, som udgangspunkt i 2010. Alle tre vinasse niveauer (0, ½, 1) med to årlige slæt havde en stigning i artsscore ved visuel vurdering i felten, og mere markant på basis af den høstede biomasse, dog aftagende med tilført vinasse. Målt ved 1. slæt.

Tabel 2. Koncentrationen af NPK i biomasse fjernet fra arealerne over tid. Der er sammenligning\* af behandling med 2 slæt uden tilførsel af K-vinasse i første år (0V), 2010.

	Areal med alm. kvik/rapgræs				
	Pct. N	Pct. P	Pct. K	NK-forhold	NP-forhold
<b>Start refer.</b>					
2010 2S_0V	1,66	0,31	0,68	2,45	5,41
<b>2014:</b>					
2S_0V	2,80	0,25	0,36	7,88	11,0
2S_½V	2,43	0,21	0,68	3,56	11,8
2S_1V	2,37	0,22	1,05	2,25	10,9
<b>2015:</b>					
2S_0V	1,96	0,23	0,43	4,59	8,4
2S_½V	1,53	0,20	0,77	1,98	7,8
2S_1V	1,51	0,20	1,17	1,29	7,6

\* Sammenligningerne er for første slæt og skal sammenholdes med at alm. kvik/rapgræs havde et udbytte ved første slæt på 3,7; 4,2 og 5,4 tons tørstof per ha i henholdsvis 2010, 2014 og 2015.

Påvirkning af botanik kan sammenholdes med udvikling i næringsstof niveau ved de forskellige behandlinger. Ved alle tre behandlinger er der således sket et fald i vegetationens P-indhold, se. tabel 2. Uden K-tilførsel er NK- og NP-forholdet blevet højere, dvs. der høstes relativt mindre P og K i forhold til N i biomassen. Ved K-tilførsel er NK-forholdet mere som i en standard græsmark. Denne udvikling ses også i

2015, men året har bl.a. været specielt ved at der var en høj sommervandstand i juni måned. Det har muligvis bevirket, at der er tilført ekstra næringsstoffer til parcellerne med åvand.

Areal med lyse-siv testes for N- og P-opsamling ved tilførsel af K-vinasse og påvirkning af botanik. Areal med lyse-siv (Danveg type 60) har haft disse behandlinger fra 2009 og er en opfølgning på aktiviteter i BioM projektet. Produktions niveauerne var lavere end i alm. kvik/rapgræs, 4,5-6,6 tons tørstof per ha ved to slæt, se fig. 8. Også en behandling med kun ét slæt var inden for dette produktionsniveau. Tørstofudbytter var på nogenlunde samme niveau som i 2014, selv om K-niveauet også her var skåret ned, fra 60/30 til 40/20 kg K per ha i vinasse. Der blev fjernet 96-122 kg N og 7-10 kg P per ha, se fig. 9. Selv om det høstede niveau er lavere end på areal med alm. kvik/rapgræs, er det alligevel betydelige mængder. Dvs. at også i denne vegetation er relativt høje kvælstofmængder fjernet med biomassen – også sammenlignet med kravet til våd-eng strategi.

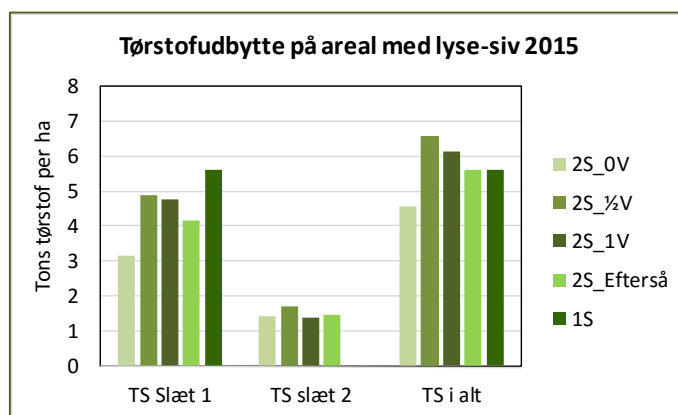


Fig. 8. Udbytte på areal med lyse-siv. Behandlinger som for alm. kvik/rapgræs, samt behandling med eftersåning af tre enggræsser i 2010 (alm. rapgræs, eng-rævehale og eng-rottehale), og kun ét slæt.

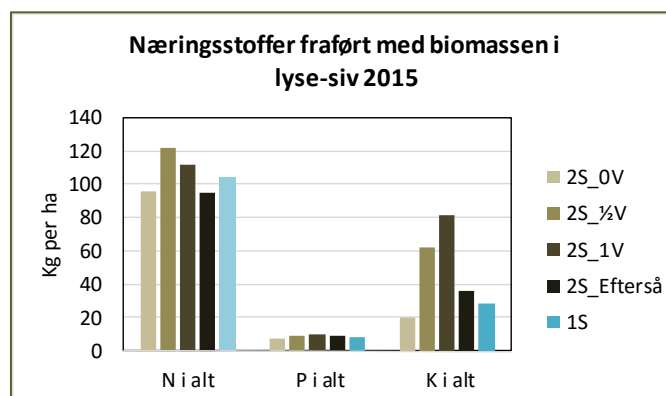


Fig. 9. Næringsstoffer fraført ved biomassehøst på areal med lyse-siv. Der blev også her fjernet mere kalium end tilført, idet der blev tilført henholdsvis 20 og 40 kg K per ha ved ½ V og 1 V niveau.

Botanisk artsscore er forbedret i forhold til startåret, se fig. 10, men ikke så markant som for alm. kvik/rapgræs, der i udgangspunkt havde laveste artsscore. Vurderet i felten ses at "uden drift" ligger lavere

end de øvrige felter. En evt. negativ påvirkning af vinasse modsvares af at der tages slæt, og der kommer lys til bund vegetationen. For de fleste behandlinger er der en tilbagegang fra 2014 til 2015, hvilket muligvis kan forklares af den forhøjede vandstand midt sommer 2015. Et forhold der understøttes af planternes næringsstofindhold, se tabel 3. Som eksempel på en art, der har fremgang ved slæt sammenlignet med "uden drift" er vist data for trævlekrone, fig. 11.

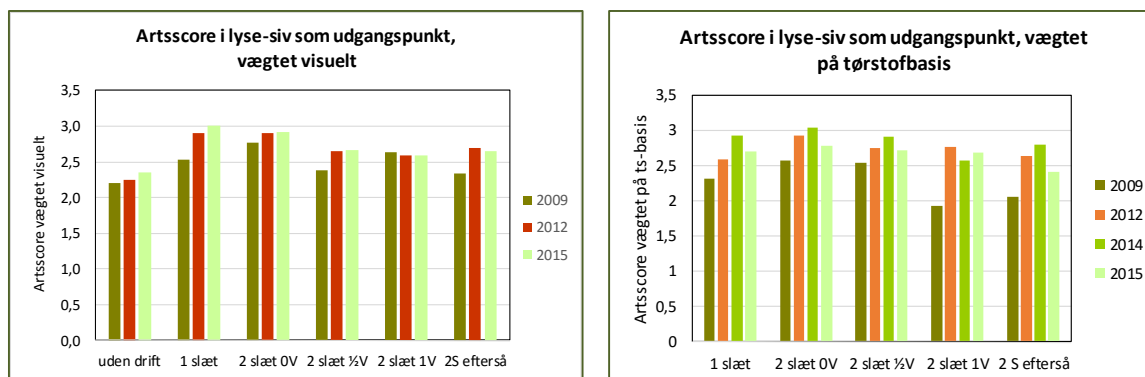


Fig. 10. Artsscore ved forskellige behandlinger i lyse-siv som udgangspunkt i 2009, dels vurderet visuelt i marken, herunder behandlingen "uden drift", samt ved botanisk analyse på tørstofbasis. Målt ved 1. slæt.

Tabel 3. Koncentrationen af NPK i biomasse fjernet fra arealerne over tid. Der kan sammenlignes til \* behandling med 2 slæt uden tilførsel af K-vinasse i første år (0V), 2009.

	Areal med lyse-siv				
	Pct. N	Pct. P	Pct. K	NK-forhold	NP-forhold
<b>Start refer.</b>					
2009 2S_0V	1,71	0,13	0,59	2,89	13,1
<b>2014:</b>					
2S_0V	2,31	0,12	0,36	6,41	19,2
2S_1/2V	2,00	0,10	1,10	1,82	20,7
2S_1V	1,93	0,10	1,36	1,42	19,3
2S_efterså	2,09	0,10	0,51	4,12	20,2
1S_0V	2,16	0,12	0,45	4,81	18,5
<b>2015:</b>					
2S_0V	1,73	0,14	0,42	4,09	12,1
2S_1/2V	1,62	0,12	0,96	1,69	13,2
2S_1V	1,47	0,15	1,36	1,08	10,0
2S_efterså	1,52	0,15	0,64	2,39	9,9
1S_0V	1,86	0,15	0,49	3,82	12,4

\* Sammenligningerne er for første slæt og skal sammenholdes med at lyse-siv havde et udbytte på 3,1; 2,3 og 3,1 tons tørstof per ha i henholdsvis 2009, 2014 og 2015.



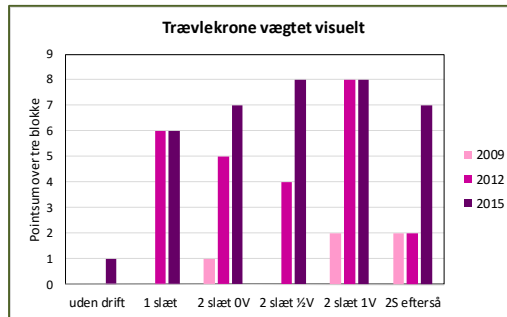


Fig. 11. Trævekroner er en art, der har fremgang ved "slæt" sammenlignet med "uden drift".

Areal med lyse-siv/star testes for påvirkning af botanik. Arealet der er lidt mere fugtigt i 2015 end i foregående år var i udgangspunkt lyse-siv (Danveg type 60), men har efterhånden fået en større andel af star-arter. Arealet har haft de viste behandlinger fra 2009 og er en opfølgning på aktiviteter i BioM projektet – her er reduceret analyseindsats. Her var produktionsniveauerne på 3-4 tons tørstof per ha ved både ét og to slæt, se fig. 12.

Med det lavere produktionsniveau er der tilsvarende fjernet et lavere niveau af næringsstoffer, ca. 80 kg N, 5 kg P og 15 kg K per ha, se fig. 13.

Med hensyn til artsscore var disse felter allerede i udgangspunktet på et relativt højt naturkvalitetsniveau, og der er kun små ændringer, fig. 14, sammenlignet med de førnævnte felter med alm. kvik/rapgræs. Arten trævekroner har til gengæld haft fremgang ved alle slæt strategier, og specielt hvor der har været tilført henholdsvis lokalt indsamlet frø af trævekroner eller naturplejehø med trævekroner på parcellerne.

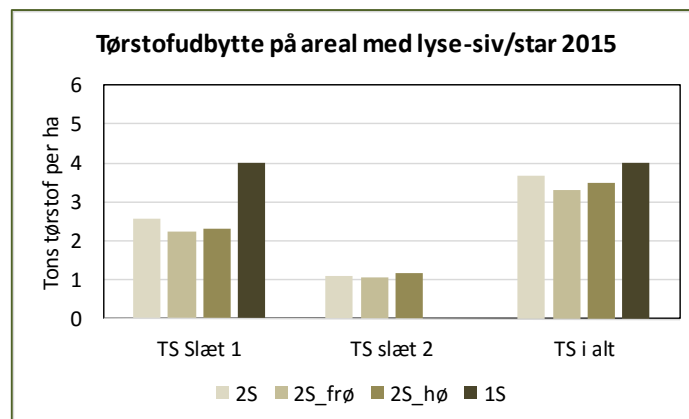


Fig. 12. Udbytte på areal med lyse-siv/star ved 1. og 2. slæt og i alt. Ud over sammenligning af 1 og 2 slæt er der felter som i 2009 fik tilført lokalt indsamlet frø af trævekroner og felter med lokalt indsamlet naturplejehø inkl. trævekroner.

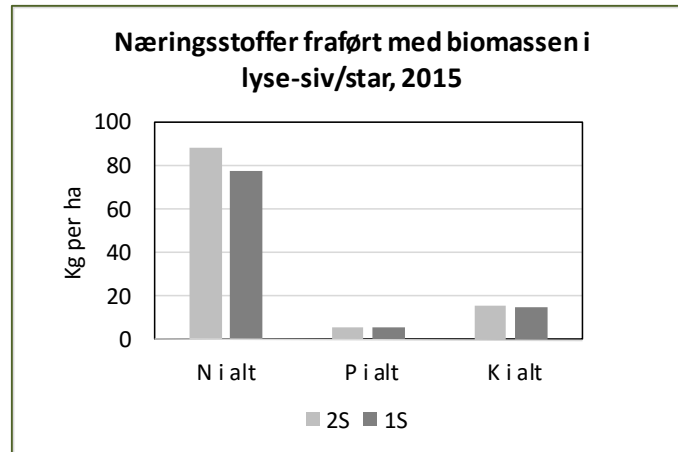


Fig. 13. Næringsstoffer fraført med biomassen i lyse-siv/star.

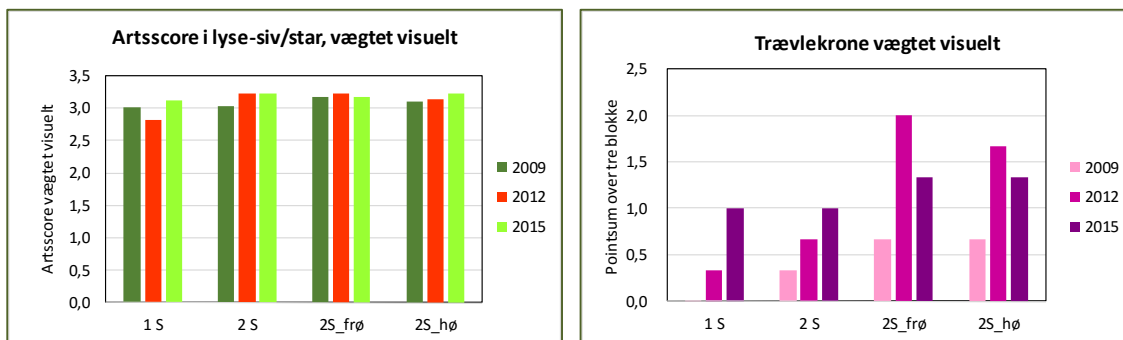


Fig. 14. Artsscore i forskellige behandlinger på areal med lyse-siv/star, hvor der i 2009 blev tilført lokalt frø af trævekroner eller naturplejehø med trævekroner. Desuden ses trævekroner ved de forskellige behandlinger.

Biogaspotentialer for arealer med lyse-siv, med og uden star-arter, vises i fig. 15. Potentialer blev bestemt som for type enge, se s. 2. Der er primært forskel på de to udrådningsperioder, henholdsvis 15 og 90 dage. Forskelle i energiproduktion per ha, fig. 16, viser højeste niveau ved areal med 2 slæt og vinasse tilførsel, hvor også tørstofproduktionen var højest. Generelt var der en aftagende hastighed for metan produktion efter 30 dages udrådningsperiode, fig. 17.

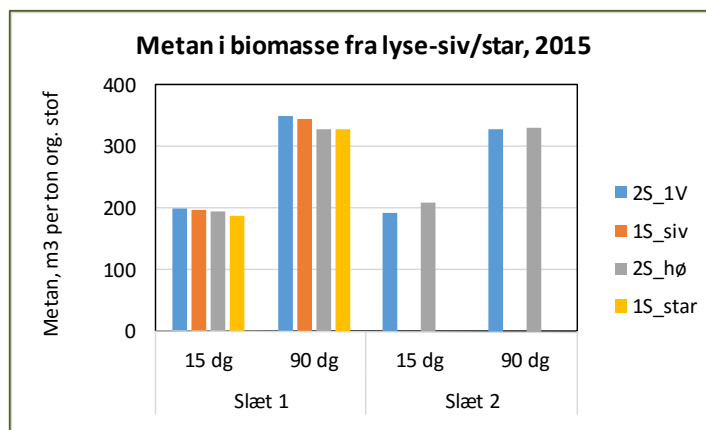


Fig. 15. Metan produceret i biomasse ved første og andet slæt, 2015. Målt i behandling 2 slæt og vinasse samt 1 slæt på lyse-sivs domineret areal og i behandling med 1 slæt og 2 slæt med frø tilført med naturplejehø fra nabo eng i 2009 på areal domineret af lyse-siv/star. Data vist for henholdsvis 15 og 90 dages udrådningstid.

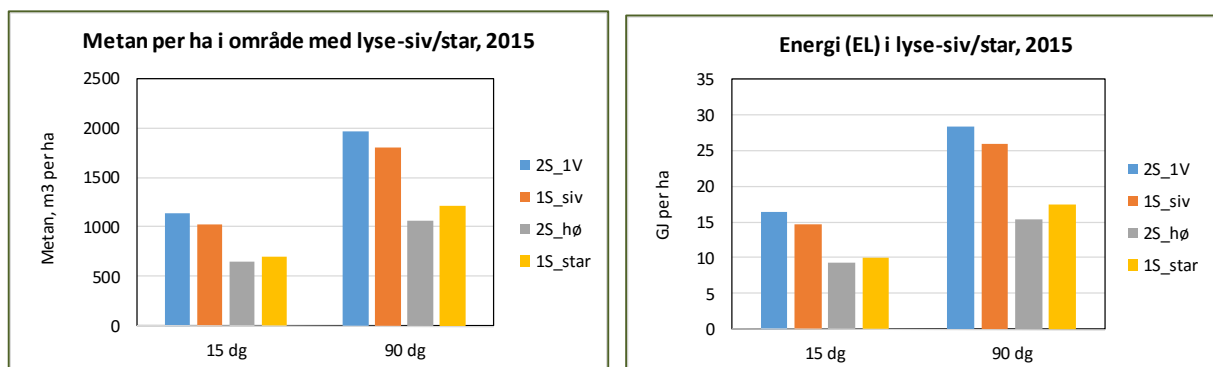


Fig. 16. Metan produceret fra biomasse per ha fra arealer beskrevet fig. 15 afhængig af udrådningstid på henholdsvis 15 og 90 dage. Desuden er energi beregnet som elektricitet fra biogas. Der er regnet med 4 kWt per m3 metan.

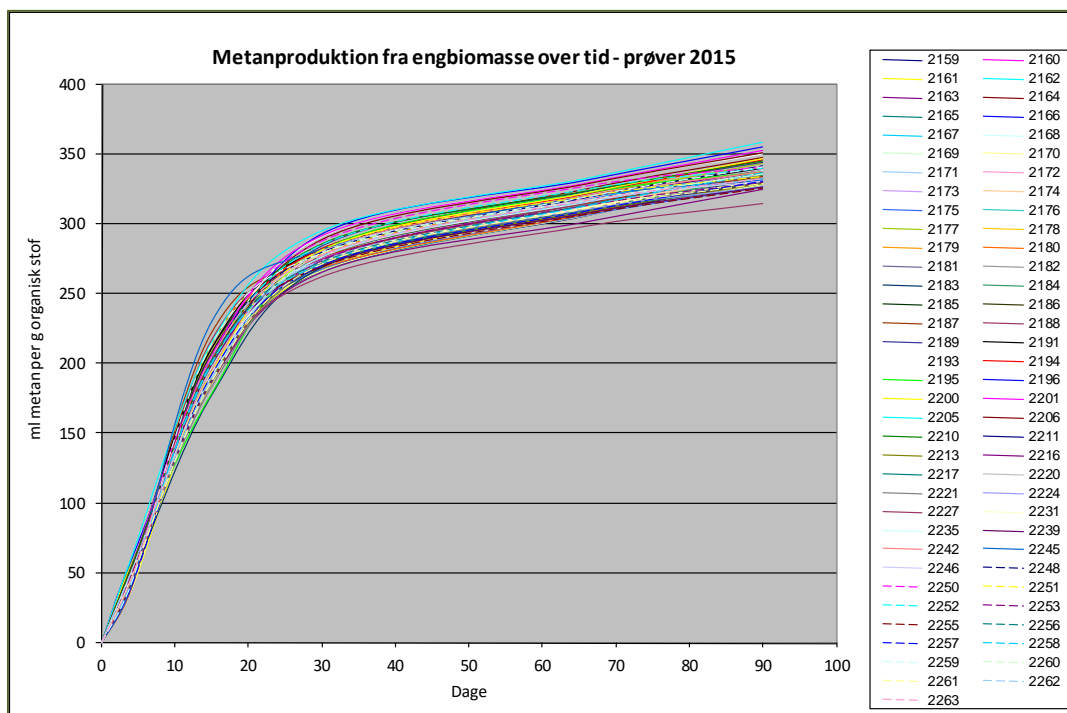


Fig. 17. Metan produceret over tid i de forskellige prøver af engbiomasse fra 2015. Generelt aftager hastigheden efter en udrådningsperiode på 30 dage.

Vandstand for de forskellige parcelområder er vist i fig. 18-19. På alle lokaliteter er der i 2015 uventet forhøjet vandstand midt sommer, der viser at vandstandsforholdene har været væsentlig anderledes end 2014.

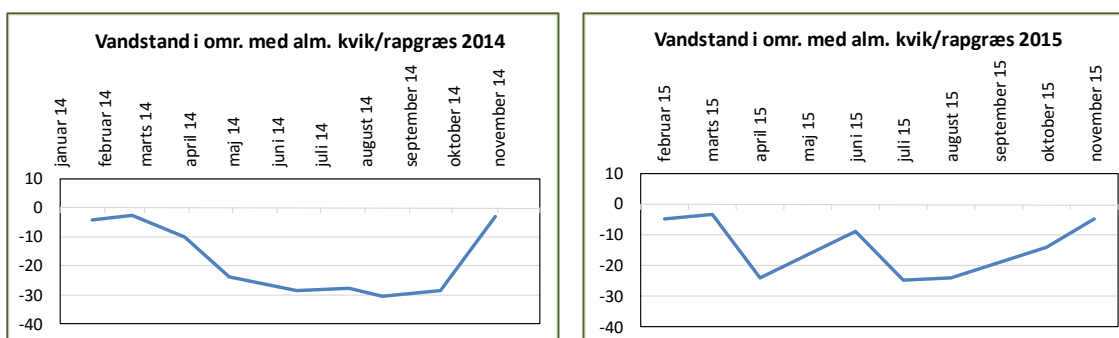


Fig. 18. Vandstand på areal med alm. kvik/rapgræs i 2014 og 2015 viser at der var en uventet våd periode i juni måned 2015. Gns. af fire målinger.

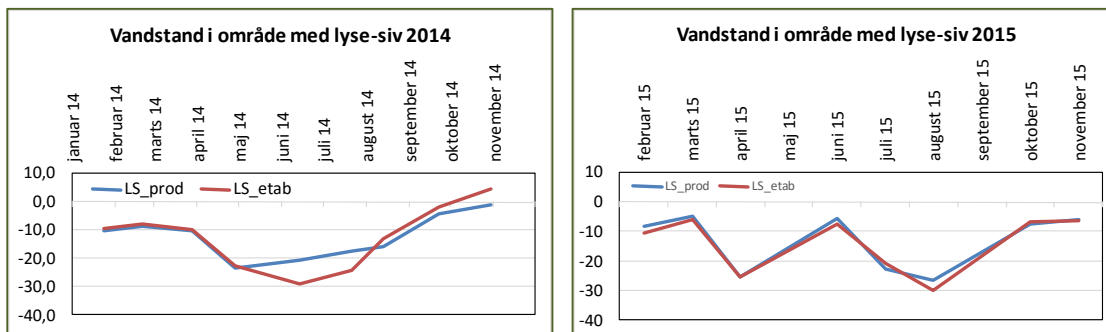


Fig. 19. Vandstand på areal med lyse-siv i 2014 og 2015 viser igen at der var en uventet våd periode i juni måned 2015. LS\_prod er fra områder med vinasse sammenligninger, gns. af 3 målinger. LS\_etab er fra områder med etablering ved hjælp af naturplejehøj fra nabo eng, gns. af 4 målinger.

### Arbejdsplan 3: Beskrivelse og formidling af forvaltningsstrategier med høst af biomasse.

Der blev informeret om projektet ved to åbent hus arrangementer ved Nørreå i starten af maj 2015 og desuden et aftenmøde i starten af juli måned til information af de lodsejere, der stiller arealer til rådighed.

NatLan har på Sjælland deltaget i møde om høst af biomasse og udvikling af høstudstyr. Her var der forskellige maskindemonstrationer, hvor både nyudviklet og nyt importeret udstyr blev demonstreret. Der er efterhånden et stort udbud af forskelligt udstyr egnet til forskellige vegetationstyper og opgavetyper. Der er tilsyneladende primært arbejdet med forskellige typer af slåningsudstyr, og i mindre omfang udstyr til opsamling af biomasse.

Ved Nørreå fungerer leverandørforeningen etableret under BioM-projektet (af biomasser til biogas) fortsat og opretholder en økonomi ved at optimere på kombination af forskellige biomasser. Ud over biomasse fra enge kombineres med biomasse fra økologisk kløvergræs, dybstrøelse, gylle og halm.

På mere overordnet niveau er der fra Aalborg Universitet Esbjerg udgivet en artikel med modelberegning for biogas produktion baseret på biomasse fra ferske enge og strandenge i Danmark. I modelarbejdet er der taget udgangspunkt i en kortlægning fra 2011 (Nygaard m.fl.) af naturplejehøj med anbefaling om henholdsvis slæt, afgræsning eller slæt kombineret med afgræsning på disse naturtyper. I modelberegningen vurderes det, at energi produceret i forhold til energi investeret varierer fra 1,7 til 3,3 ved anvendelse af enggræs i lokal biogas produktion. Det blev desuden estimeret, at der i alt nationalt kan opnås en netto energiproduktion på mere end 600.000 GJ, hvilket svarer til 15 % af den totale biogas produktion i Danmark i 2012.

I artiklen er der bl.a. benyttet data fra NatLan, tidligere feltundersøgelser, men NatLan har ikke været involveret i modelopsætning. I givet fald ville vi ikke have anbefalet generelt tilførsel af N og P gødning til arealer med biomassehøst, selv om det er på et lavt niveau. Vi arbejder med tilførsel af K på næringsrige lokaliteter, netop for at høste ekstra N og P fra områderne. Artiklen giver en god overordnet sammenfatning, og det har naturligvis været nødvendigt at arbejde med enkle strategier i modellen. I praksis vil det være ideelt, at der arbejdes med naturplejestrategier tilpasset de konkrete arealer ud fra en kort naturhandleplan.

## Referencer

Fredshavn, J.R. & Ejrnæs, R., 2007. Beregning af naturtilstand ved brug af simple indikatorer. Faglig rapport fra DMU nr. 599, 2007, 2. udgave [http://www.dmu.dk/Pub/FR599\\_2udgave.pdf](http://www.dmu.dk/Pub/FR599_2udgave.pdf)

Jørgensen, P.J. 2009. Biogas grøn energi. 36 p.

[http://dca.au.dk/fileadmin/DJF/Kontakt/Besog\\_DJF/Oevelsesvejledning\\_og\\_baggrundsmateriale/Biogas -  
\\_Groen\\_Energi\\_2009\\_AU.pdf](http://dca.au.dk/fileadmin/DJF/Kontakt/Besog_DJF/Oevelsesvejledning_og_baggrundsmateriale/Biogas_-_Groen_Energi_2009_AU.pdf)

Meyer, A.K.P., Raju, C.S., Kucheryavskiy, S. & Holm-Nielsen, J.B., 2015. The energy balance of utilizing meadow grass in Danish biogas production. *Resources, Conservation and Recycling*, 104, 265-275.