

Høst af engbiomasse – naturforbedring, næringsstofopsamling og bioenergi



Lisbeth Nielsen og Anna Bodil Hald,
Natur & Landbrug ApS.
www.natlan.dk



Indhold

Sammendrag.....	3
Hvilke udfordringer er der fokus på?.....	5
Hvad omhandler rapporten?.....	5
Oversigt over forsøgspareller, deres anvendelse og type beskrivelser.....	6
Effekt af kaliumtilførsel, isåning af græsarter og forskellig slætpleje på naturkvalitet, produktion og næringsstofopsamling på to eng-vegetationer.....	10
• Formål.....	10
• Lokalitet og metode.....	10
• Resultater for naturkvalitet.....	12
• Resultater for biomasse, opsamling af næringsstoffer og potentiale for bioenergi.....	14
• Reduktion af problemarten lyse-siv hvis dominerende og som en del af biomassehøst.....	16
• Fordele og ulemper ved K-vinasse, græsisåning, forskellige slætpleje.....	16
Effekt på naturkvalitet af isåning med lokal engplanteart og lokalt enghø samt forskellig pleje med slæt på to forskellige eng-vegetationer.....	18
• Formål.....	19
• Lokalitet og metode.....	19
• Resultater for naturkvalitet.....	22
• Øvrige resultater fra arealerne.....	28
• Fordele og ulemper ved isåning med lokal engplanteart og udspredning af lokalt enghø.....	29
Effekt af årlig biomassehøst på udvikling i naturkvalitet, produktion og høst af næringsstoffer på udvalgte DANVEG vegetationstyper.....	30
• Formål.....	30
• Lokalteter og metode.....	30
• Resultater for naturkvalitet.....	31
• Resultater for biomasse, bioenergi og opsamling af næringsstoffer.....	33
• Valg af tidspunkt for slæt	34
• Fordele og ulemper ved biomassehøst på forskellige vegetationstyper.....	35
Konklusion.....	36
Bilag.....	38
Erkendtlighed.....	39
Referencer.....	39

Sammendrag

Aktiviteter i projektet "Høst af engbiomasse – naturforbedring, næringsstofopsamling og bioenergi" er udført i perioden 2013-2017 i Nørreådal, Midtjylland. Flere af projektets aktiviteter bygger videre på parcelundersøgelser udført i tidligere projekter, hovedsagelig projektet BioM (2010-2012). I projektet er afprøvet effekten af forskellige driftsstrategier på forskellige typer af engarealer.

Engarealerne udlagt til parcelundersøgelser havde forskellig naturkvalitet i udgangspunktet. Vi har afprøvet forskellige driftsstrategiers effekt på både naturkvalitet, næringsstofopsamling og biomasseproduktion og i denne sammenhæng dermed potentiel biogas. Desuden har vi undersøgt effekt på naturkvalitet af biomassehøst på udvalgte DANVEG vegetationstyper gennem en treårig periode.

I projektet er afdækket en række forhold:

- Natureffekt ved biomassehøst på slæt egnede enge på humusjord har i alle tilfælde været positiv, målt på den relative forekomst af arter med høj score (>3) eller vegetationens naturkvalitetsscore vægtet med arternes forekomst
- Natureffekt var afhængig af arealernes tilstand i udgangspunkt. Ved lavt udgangspunkt var det den relative forekomst af eksisterende gode arter, der øgede arealets naturkvalitet. Det rykker en del på scoren, som dog stadig er lav
- Natureffekt på arealer med højere naturkvalitet i udgangspunkt kunne fremme den eksisterende artspulje med gode arter og give plads til flere arter med høj naturkvalitetsscore (>3). Det rykker lidt, men ikke helt så meget på scoren, som for arealerne med lavt udgangspunkt.
- Natureffekt af at tilføre grønt nylig høstet plejehø fra lokalt donorareal havde forskellige effekt afhængig af modtagerareal og forberedelse af dette
- På areal med en naturkvalitetsscore på 3, og hvor arealet kun blev opridset inden hø udspredning, var der ikke nogen signifikant effekt af denne behandling sammenlignet med 'uden hø' og samme pleje i øvrigt
- På areal med en naturkvalitetsscore på 1, og hvor arealet blev forberedt med små afskrabningsfelter (4 m x 4 m) gav høet en god effekt. I 7. år efter udspredning var der mange nye arter og spredning til den omgivende (slæt plejede) vegetation var i gang
- I parcelundersøgelser uden K-vinasse blev der høstet fra 35 til 55 hkg tørstof per ha per år afhængig af vegetationstype, og biomassen havde et biogaspotentiale på 15-17 GJ per ha ved 15 dages udrådning. Ved 90 dages udrådning produceres ca. 1,7 gange så meget. Samtidig blev der opsamlet 70-120 kg N og 5-15 kg P med biomassen

- Ved tilførsel af K-vinasse på næringsrig eng kunne høst af biomasse øges med 40-50 % og dermed også biogasproduktion. Fraførsel af næringsstoffer kunne øges med 20-30 %.
- På de syv DANVEG vegetationstyper udvalgt til biomassehøst uden gødningstilførsel blev der (vurderet fra resultater i dette og andre danske forsøg fra samme vegetationstyper, både parcelundersøgelser og markforsøg) høstet 40-75 hkg tørstof per ha. Ved storskalahøst må påregnes tab af biomasse, da ikke alt kan opsamles i samme omfang som i parcellforsøg.
- På DANVEG vegetationstyperne kunne der ved biomassehøst tilsvarende høstes 69-145 kg N og 8-17 kg P per ha per år. Biomassehøst har således et godt potentiale som et virkemiddel i vandplanerne – et potentielt virkemiddel, hvor man står med kvælstof i hånden i stedet for at gasse det af.
- I nogle ådalsområder bliver arealerne meget våde allerede omkring 1. juli og tilladelse til høst tidligere på sæsonen, hvor det forhindres med tilskudsregler, vil være fordelagtigt på disse arealtyper.

Projektet er udført af Natur & Landbrug ApS, www.natlan.dk med støtte fra Aarhus Universitet med hensyn til måling af biogaspotentiale, fra Teknologisk Institut med hensyn til statistik, LMO med hensyn til landbrugsfaglig ekspertise og Viborg Kommune med forvaltningsmæssig ekspertise.

Hvilke udfordringer er der fokus på?

For at opnå en hensigtsmæssig drift af vore engarealer er det relevant for både landmænd og naturplejere at kende effekten af forskellige driftsbehandlinger.

Ønsker til driften kan være en højere naturkvalitet eller mest mulig opsamling af næringsstoffer ved høst af biomasse uden at ødelægge eksisterende naturkvalitet. Arealerne i ådale er meget forskelligartede, og derfor er en strategi egnet på én lokalitet ikke nødvendigvis velegnet på en anden lokalitet.

Hvis fokus for et givet areal er en højere naturkvalitet, kan første fase koncentrerer om at opsamle næringsstoffer fra arealet, og således gøre det mere egnet som voksested for flere forskellige engplantearter. Anden fase efter en årrække og når arealet vurderes egnet, kan være hjælp til en mangelfuld frøpulje, f.eks. ved at tilføre lokalt indsamlet grønt hø fra et artsrigt donorareal. Det kræver naturligvis at de artsrige donorarealer er bevaret og findes lokalt.

Plejen skal desuden ses i sammenhæng med omgivelserne. I mange ådale kan det således være særdeles fordelagtigt at kombinere afgræsning og afhøstning, således at de ofte mere artsrige ådals skrænter, der er uegnet til maskinhøst, også kan inddrages. Afgræsning inddrages ikke i denne rapport, men afgræsning og biomassehøst kan med fordel kombineres.

Hvad omhandler rapporten?

I Danmark har vi enge med forskellig forhistorie. Nogle enge har været intensivt drevet (gødsket og omlagt) gennem mange år og har en høj grad af næringsbelastning. Andre enge har været i ekstensiv drift, men er opgivet driftsmæssigt for en del år siden.

På de næringsbelastede enge er en nedgang i produktion en forudsætning for at der igen kan etablere sig en mere artsrig engvegetation. Hvor driften har været opgivet, og der er forventning om, at der stadig er et godt artspotentiale, er der brug for nye driftsmæssige løsninger.

I projektet har det været muligt at følge flere typer lavbundsarealer over flere år med biomassehøst og monitorering af deres tilstand mht. naturkvalitet, produktion i tørstof og bioenergi samt opsamling af næringsstofferne kvælstof, fosfor og kalium.

Vi viser både resultater fra forsøgspareller med særlige tiltag og fra udvalgte vegetationstyper, hvor biomassehøst er vurderet at være en relevant form for pleje, i det mindste over en årrække som en indledning til at opnå en vis naturkvalitet.

Rapporten har fokus på resultater fra 2013-2017, men der indgår desuden resultater fra parcelundersøgelser fra tidligere projekter, som projektet byggede videre på. Der er derfor medtaget resultater helt tilbage fra 2009. Med de dynamiske forhold i engvegetationerne

har de relativt lange tidsserier givet bedre mulighed for tydelige resultater, end man opnår i korttids forsøg.

Først vises en oversigt over arealer med forsøgsparcellerne og deres anvendelse. Der gives en overordnet beskrivelse af engtyperne, så som dominerende arter og artsscore ved start af forsøget, vandstand, m.m. Dernæst præsenteres hovedresultater fra de forskellige forsøg og monitoringer her i hovedrapporten. Detaljer i forsøgsresultater er vist i Bilag 1-3.

Oversigt over forsøgsparceller, deres anvendelse og type beskrivelser

Vi har arbejdet med fire hold parcelundersøgelser, og i alle fire var der fokus på udvikling i botanisk naturkvalitet. I to af forsøgene blev det vurderet hvordan opsamling af næringsstoffer kunne optimeres med forventning om ikke at påvirke botanisk naturkvalitet negativt. I de to andre forsøg var der fokus på at forbedre den botaniske naturtilstand ved at tilføre lokalt indsamlet frø eller hø. Se kort over lokaliteterne i fig. 1 og oversigt over forsøgsbehandling, arealer og udvalgte resultater i tabel 1.

For vegetationstyper (DANVEG typer) undersøgt med biomassehøst på 10 forskellige lokaliteter er vist en tilsvarende oversigt over placering i fig. 2 og over arealerne i tabel 2.

I tabellerne 1 og 2 såvel som senere i rapporten tales der om planternes artsscore, der kan bruges som et mål for den botaniske naturkvalitet. Alle plantearter i den danske natur har fået tildelt en karakter fra -1 til +7, som viser deres følsomhed over for forringelse af naturtilstanden (DMU, 2007). Jo højere karakter jo mere følsomme for forringelser i form af f.eks. gødskning og dræning, og det er de naturmæssigt positive arter.

Hovedresultater gennemgås i følgende tre afsnit:

- Effekt af kaliumtilførsel, isåning af græsarter og forskellig slætpleje på naturkvalitet, produktion og næringsstofopsamling på to eng-vegetationer. Lokalitet A og B, Fig 1.
- Effekt på naturkvalitet af isåning med lokal engplanteart og lokalt enghø samt forskellig pleje med slæt på to forskellige eng-vegetationer. Lokalitet B og C, Fig. 1
- Effekt af årlig biomassehøst på udvikling i naturkvalitet, produktion og høst af næringsstoffer på udvalgte DANVEG vegetationstyper. Lokaliteter 1-10, Fig. 2

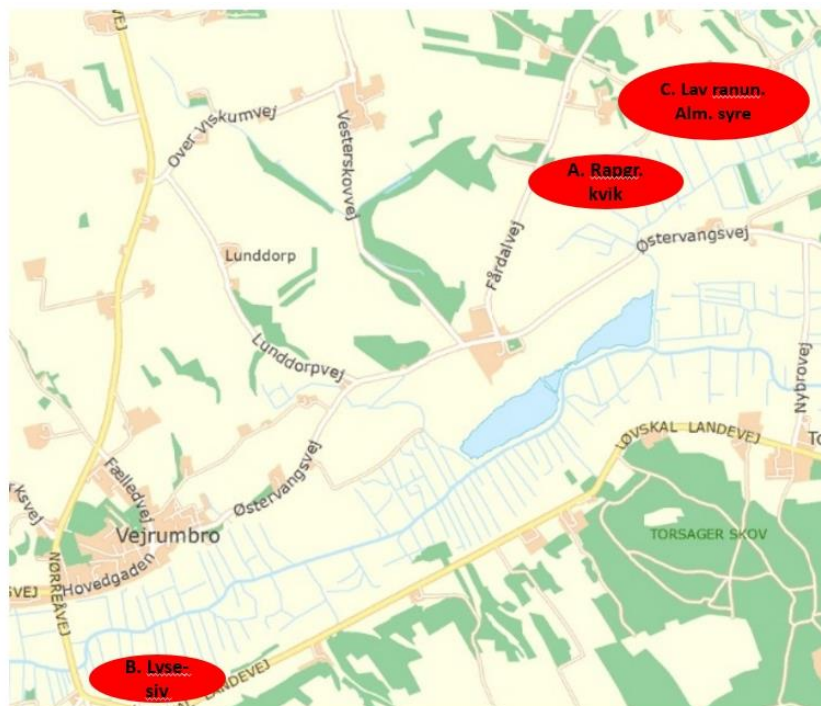


Fig. 1. Placering af felter til undersøgelse af forskellige driftstiltag – alle ved Nørreå, Midtjylland. Lokalitet A var domineret af almindelig rapgræs og almindelig kvik i udgangspunkt. På lokalitet B, domineret af lyse-siv i udgangspunkt, var der to forsøgsserier, henholdsvis med og uden forsøg på etablering af lokale eng-plantearter. Lokalitet C var i udgangspunkt domineret af lav ranunkel og almindelig syre.

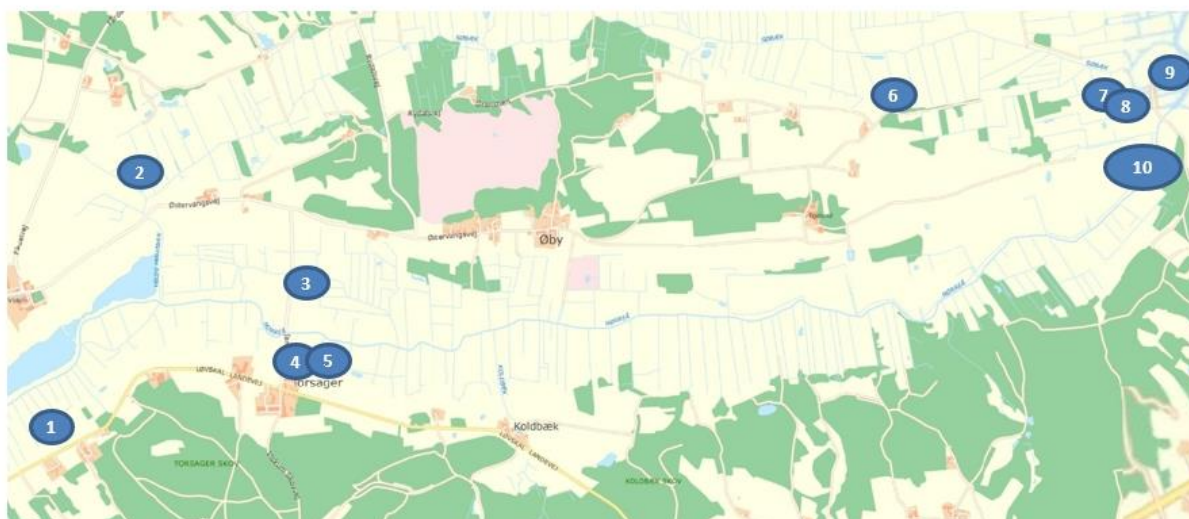


Fig. 2. Lokalisering af DANVEG vegetationstyper udvalgt til biomassehøst og monitorering af udvikling i botanisk sammensætning. Alle er beliggende i Nørreå-dalen, Midtjylland, i området mellem Vejrumbro i vest og Løvsdal i øst.

Tabel 1. Biomassehøst på humusjord - oversigt over forsøgspareller, aktiviteter i parcellerne (grønt), areal-beskrivelse (blåt) og hovedeffekter (gult). Forsøgsperiode fra 2009/10 til 2017. Værdier for artsscore og Ellenberg N er vægtet med point (1-10) i forhold til arternes kvantitative forekomst.

Fokus for undersøgelsen:	Botanisk udv., opsamling af næringsstoffer, prod./bioenergi	Botanisk udv., opsamling af næringsstoffer, prod./bioenergi	Botanisk udv. ved isåning med lokalt frø/hø	Botanisk udv. ved afskrab i småfelter og udspre. lok. hø
Dominerende arter i udgangspunkt:	Alm. rap./alm. kvik	Lyse-siv	Lyse-siv	Lav ran./alm. syre
Forsøg, isåning af græsfrø-> øget næringsopsaml.		x		
Forsøg, isåning af lokalt indsamlet frø			x	
Forsøg, isåning via lokalt indsamlet hø			x	x
"Uden drift" indgår		x	x	x
Artsmonitoring	x	x	x	x
Mål af biomasse	x	x	x	
Mål af biogaspoten.	x	x	x	
Forsøg med K-vinasse	x	x		
Mål af opsamlet N, P og K	x	x	x	
Arealets tilstand før forsøg	Afpudset	Uden drift ca. 5 år	Uden drift ca. 5 år	Afpudset i var. grad
Produktionsniveau*, hkg tørstof/ha/år	55	40	35	Ej målt
Biogaspot. GJ/ha**	17	15	11	
Artsscore – ca. i udgangssituation	0	2,5	3	1
Vandstand sommer (cm i fht. jordover.)	-30 til -15	-30 til -15	-30 til -15	-40 til -15
C/N i jorden	10,6	14,3	14,6	11,2
Udvikling i artsscore	Stigende i + og -K, -K bedst	Stigende, drift > uden drift	Stigende, drift > uden drift	Stigende, drift > uden drift
Udvikling (->) i antal arter med høj score (>3)	Ingen udvikling (kun få arter)	Stign. for alle drifts beh. (6 -> 16)	Stign. for alle drifts beh. (7 -> 15)	Stigning, effekt af hø (3 -> 14)
Udvikling i produktion	Ingen sign. fald i perioden	Ingen sign. fald i perioden	Ingen sign. fald i perioden	
Opsamling næringsstof/ha/år ved 2S*	120 N, 15 P +K=> + 30 %	75 N, 5 P +K =>+ 20-30%	70 N, 5 P	
Udvikl. i Ellenberg N	Faldende, alle drifts beh.	Faldende, alle drifts beh.	Faldende, og lavest med drift	Faldende***
Detailbeskrivelse	Bilag 1		Bilag 2	

*Vurderet ved to slæt uden K-vinasse (ca. angivelse), **Biogaspotentiale uden K-vinasse, vurderet ved udrådnings periode på 15 dage***Forskellig grad afhængig af forsøgets to delperioder.

Tabel 2. Biomassehøst i udvalgte DANVEG vegetationstyper på humusjord i Nørreå-dalen, alle uden gødningstilførsel. Botanisk monitoring 2013, 2015 og 2017, biomasse mål med beregning af opsamlet kvælstof, fosfor og kalium 2014-2016, biogaspotentiale 2014-2015. Værdier for artsscore og Ellenberg N er vægtet med point (1-10) i forhold til arternes kvantitative forekomst. Detailbeskrivelser i bilag 3.

Vegetationstype	Lav r /rapgr	Høj sødgr	Mose -bunke	Nik star	Lyse /kært	Rørgr	Kvik /agert
DANVEG type	67	51	68	57	60	56	65
Antal forsøgsarealer	2	1	2	1	1	2	1
Arealets tilstand før forsøg	I drift, slæt	Uden drift ca. 5 år	Ét i drift, ét uden drift	I drift, slæt	Plejet med afpuds.	Ét i drift, ét uden drift	Afpuds. i var. grad
Slået/ biomasse fjernet i juli 2013	-/-	+	-/+	-	+	-/+	+
Produktionsniveau*, hkg tørstof/ha/år	40	45	45	65	60	75	85
Biogaspotentiale GJ/ha**	12	9	13	12	18	22	27
Artsscore – ca. i udgangssituation	1	1	2	2,5	3	2	0,5
Vandstand sommer niveau (cm i forhold til jordoverflade)	-55/-25	-40	-30/-5	-15	0	-15/0	-40
C/N i jorden	12,3	10,8	11,2	12,4	11,9	11,4	10,6
Udvikling i artsscore	Stign.	Stign.	Uændr.	Stign.	Uændr.	Uændr.	Stign.
Udvikling (->) i antal arter med høj score (>3) (**ikke sign.)	0,5 -> 0,3	1,7 -> 1,7	0 -> 0,7	4,7 -> 7	4,3 -> 5,3	1,7 -> 3,2	1,3 -> 2,7
Udvikling i produktion 2014-16	Udsving	Udsving	Ensartet	Udsving	Udsving	Fald	Fald
Opsamling næringsstof*, Kg/ha/år	70 N, 10 P	90 N, 15 P	90 N, 10 P	105 N, 10 P	95 N, 15 P	100 N, 15 P	195 N, 15 P
Udvikl. i Ellenberg N	Uændr.	Fald	Uændr.	Fald	Uændr.	Fald	Fald
Produktion ved inddrag. af data i øvr., hkg ts/ha/år #			57		49		67
Opsamling næringsstof ved inddrag. af data i øvr. kg/ha/år #			109 N, 14 P		85 N, 12 P		145 N, 16 P

*Cirka værdi for måleperiode

**Biogaspotentiale vurderet ud fra en udrådningsperiode på 15 dage. Ca. 1.7 gange så meget ved 90 dage.

*** Statistisk problem med en del 0-værdier

#For tre vegetationstyper er der skaffet data fra andre danske lokalitet, og de er benyttet til at kombinere egne data med 1-3 udefra kommende målinger. Disse gns. vurderes mere repræsentative (bredere datagrundlag).

Effekt af kaliumtilførsel, isåning af græsarter og forskellig slætleje på naturkvalitet, produktion og næringsstofopsamling på to eng-vegetationer

På kulturprægede, næringsbelastede enge på humusjord har vi tidligere dokumenteret, at en K-tilførsel i samspil med slæt netto kan fjerne mere N og P og give lavere mobilt kvælstof (N-min værdier) end arealer med slæt alene eller kontinuert sommergræsning. Vi anvendte tidligere dybstrøelse, der desværre samtidig tilfører både N og P. Derfor har vi nu afprøvet tørvinasse, der er godkendt som K-kilde i økologisk landbrug. Vinasse indeholder ikke P og kun ubetydelige mængder N (0,5 % kvælstof, 0 % fosfor og 21 % kalium).

Formål

At teste om tilførsel af kalium som K-vinasse på humusrige lavbundsarealer, der tidligere havde været i omdrift og gødsket, kunne øge produktionen af høstbar biomasse og dermed opnå en hurtigere opsamling af næringsstofferne N og P. Her blev der med samme formål suppleret med en behandling med isåning af tre græsarter med forventning om øget biomasse. Formålet var også at undersøge om sådanne driftstiltag påvirkede den botaniske naturkvalitet.

Lokalitet og metode

Arealerne til undersøgelsen er dels et areal der i udgangspunkt var domineret af alm. rapgræs/alm. kvik, dels et areal der i udgangspunkt var domineret af lyse-siv, beliggende henholdsvis i lokalitet A og B i fig. 1.

På lokalitet A blev sammenlignet tre behandlinger, og på lokalitet B blev sammenlignet seks behandlinger, som vist i tabel 3. Foto med parcelområder ses fig. 3 og 4.

Tildeling af K-vinasse blev reduceret over årene, idet der allerede efter første år ikke var væsentlig forskel på biomasseudbytte ved de to niveauer af kalium (*Larsen et al., 2011*). Desuden blev det hele tiden sikret, at der ikke blev tilført mere kalium end der var fjernet året før. I 2010 var K-niveauerne for begge arealers vedkommende 0, 58 kg K og 115 kg K per ha, men det blev gradvist reduceret til 0, 25 kg K og 50 kg K per ha i 2016 i alm. rapgræs/alm. kvik og til 0, 15 kg K og 30 kg K per ha i 2016 i lyse-siv. Altså en meget kraftig reduktion, og stadig med meget ensartede produktionsniveauer ved de to niveauer af vinasse tildeling. Disse resultater kan vi ikke forklare ud fra vore målinger. Muligvis har det at tilføre kalium første år igangsat nogle jordbundsaktiviteter, som kan have effekt på længere sigt.

Græsisåning foregik ved at den nyhøstede parcel i juli 2009 blev ridset op i riller med 10-15 cm mellemrum for at skaffe spiringsmulighed for frø isået af tre græsarter: Alm. rapgræs, eng-rottehaie (timote) og eng-rævehale. Mængden var af størrelsesorden 10 kg frø per ha for hver art.

Tabel 3. Oversigt over behandlinger i forsøg med sammenligning af kaliumtilførsel, isåning af græsarter og forskellig slætpleje. Vinasse tildelingen er reduceret over år, se tekst.

	Alm. rapgræs/alm. kvik *	Lyse-siv **
To slæt uden vinasse	2 slæt 0V	2 slæt 0V
To slæt med halvt niveau vinasse	2 slæt ½V	2 slæt ½V
To slæt med fuldt niveau vinasse	2 slæt 1V	2 slæt 1V
To slæt komb. med græsiså. 2009		2 slæt efterså
Ét slæt (uden vinasse og uden iså.)		1 slæt
Uden drift		Uden drift

**Høst ca. 3. juli og 10. september.*

***Høst ca. 9. juli og 16. september, ved 1 slæt høst ca. 9. juli.*

Parcellerne var forskellig i størrelse, se bilag 1, men klip til udbyttmåling blev i alle tilfælde udført på 10 m² centralt i parcellerne med en ca. 1 m bred fingerklipper. Repræsentative prøver af biomassen til analyse blev udtaget. Ved botanisk analyse i felten blev arterne bestemt i en centralt placeret dokumentationscirkel på 78 m² i alm. rapgræs/alm. kvik og i hele parcellen på 36 m² i lyse-siv. Arternes forekomst blev kvantificeret med pointtildeling (1-10), som er nærmere beskrevet i bilag 1, og som gør det muligt at følge udvikling i den kvantitative artssammensætning gennem perioden.

Biogaspotentialet er bestemt på repræsentative tørrede biomasseprøver og foretaget med nær-infrarød spektroskopi (NIR). Beregning af gaspotentialet er foretaget ud fra modeldata for 15 og 90 dages udrådning.



Fig. 3. Foto fra parcelområde med alm. rapgræs/alm. kvik i udgangspunkt, her ses en parcel med behandling 2 slæt 1V sensommer 2010, dvs. første forsøgsår.



Fig. 4. Foto fra parcelområde med lyse-siv viser forrest en parcel med ét årligt slæt, i midten en parcel uden drift og til siderne ses parceller med to årlige slæt. Foto: 3. maj 2017.

Resultater for naturkvalitet

Den vægtede artsscore var for alle plejede parceller stigende i modsætning til parceller uden drift, fig. 5. Ved sammenligning af K-vinasse niveauer var artsscoren stigende i alle tilfælde, men der blev generelt opnået et højere niveau uden vinasse end med vinasse. Græsisåning rangerede på niveau med vinasse tildeling med hensyn til effekt på artsscore. Ét slæt var med hensyn til artsscore på et mellemniveau mellem to slæt med og uden vinasse.

Antal arter med høj score (>3) var på et meget lavt niveau (1-2 arter) på arealet domineret af alm. rapgræs/ alm. kvik, og antallet udviklede sig ikke under forsøgsperioden. Det viser, at der enten ikke var kårforhold, som kunne understøtte disse arter, eller at der manglede frøkilder på arealet. På arealet domineret af lyse-siv var der derimod en nærmest overvældende udvikling af arter med høj score, hvilket viser, at der stadig har været en relativ god frøpulje på arealet, og at de forskellige driftstiltag alle har givet en positiv effekt på disse arter, fig. 6.

Ændring i artsscore skyldes for alm. rapgræs/alm. kvik, at vegetationen blev ændret ved biomassehøst. Andre arter blev dominerende, nemlig mose-bunke, fløjlsgræs og lav ranunkel. Ændring i artsscore for lyse-siv kan forklares af en ændring fra lyse-siv dominans til en meget mere alsidig vegetation, hvor andre arter, der har overlevet eller er fremspiret, har fået mere plads til at indgå i vegetationen eller spredt sig til større omfang, se bilag 1 fig. B1.19 med artsudvikling.

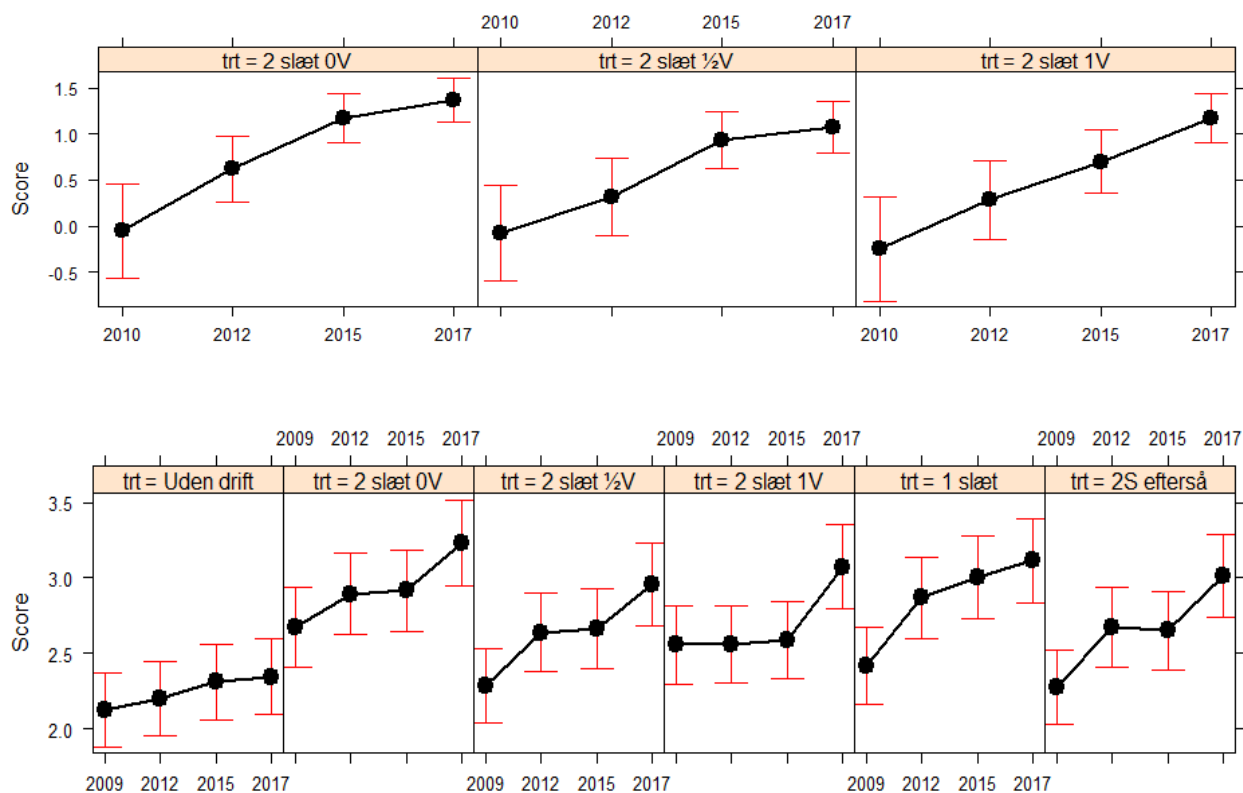


Fig. 5. Vægtet artsscore for naturkvalitet. Øverst resultater for vegetation, der i udgangspunkt var domineret af alm. rapgræs og alm. kvik. Nederst resultater for vegetation, der i udgangspunkt var domineret af lyse-siv. Behandlinger: se tabel 3.

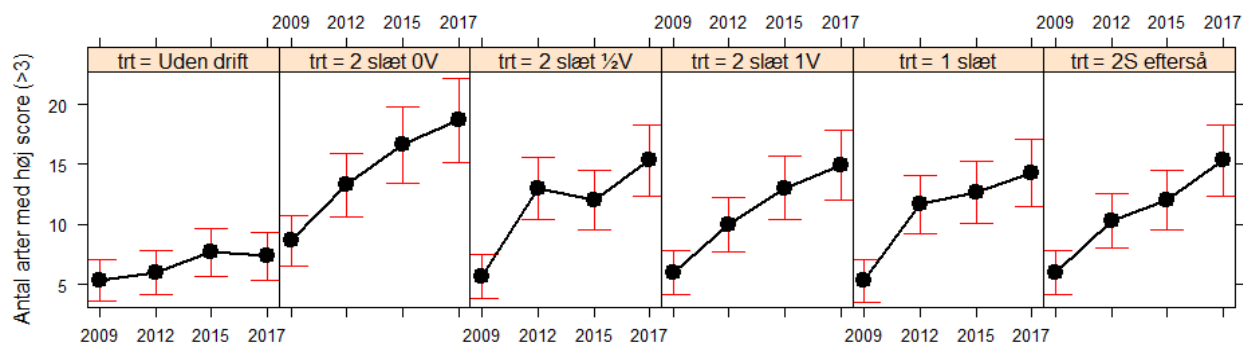


Fig. 6. Udvikling i antal arter med høj score (>3) ved forskellige benyttelser på areal der i udgangspunkt var domineret af lyse-siv vist per år med monitoring. Behandlinger: se tabel 3.

Resultater for biomasse, opsamling af næringsstoffer og potentiale for bioenergi

Biomasseudbytte i hkg tørstof per ha ses i tabel 4 og 5 for de to forsøgsserier. I begge tilfælde var der markant højere udbytte med tildeling af K-vinasse, men der var ikke signifikant forskel på de to vinasse niveauer, hvilket har undret og som nævnt har betydet at K-vinasse tildelingen blev reduceret over år (se metoder ovenfor).

Potentialet for produktion af bioenergi er vist for en udrådning på 15 dage, og det var primært afhængig af produktionsniveau. Der kan opnås ca. 1,7 gange så meget energi ved en udrådning på 90 dage.

Der var en forskel i produktionsniveau for de to arealtyper, men for begge arealer var det muligt at fraføre signifikant mere kvælstof og fosfor ved tildeling af K-vinasse. Desuden ses (tabel 4 og 5), at der i alle tilfælde blev opsamlet mere kalium fra arealerne, end der blev tilført.

Over år var der ved ingen af behandlingerne en signifikant nedgang i produktion, som ellers var forventet. Til gengæld blev der observeret et fald i plantebestandens vægtede værdi for Ellenberg N, der er et tal for hvor næringsrige forhold, de forskellige plantearter foretrækker, og som det fremgår af fig. 7, blev Ellenberg N reduceret over årene.

Tabel 4. Produktionsniveau og netto fraførsel af næringsstoffer i vegetationstype, der i udgangspunkt var domineret af alm. rapgræs/alm. kvik. Gns. over målinger 2010-12 og 2013-16, dog energipotentiale kun 2014-15. Behandlinger: se tabel 3.

Behandling	Udb. Hkg ts/ha	GJ pr. Ha** 15 dg	Kg N per ha fraført	Kg P per ha fraført	Kg K per ha Fraført netto***
2 slæt 0V	54,3 a*	17,3 a	119 a	15 a	27
2 slæt ½V	80,7 b		154 b	20 b	66
2 slæt 1V	84,2 b	27,3 b	154 b	21 b	11

*Værdier med forskelligt bogstav er signifikant forskellige

**Metan/energi i GJ per ha ved 15 dages udrådning – ved 90 dage er mængderne ca. 1,7 gange så høje

***K fraført brutto var 27, 66 og 93 kg K per ha nævnt i rækkefølge som i tabellen. Tabelværdier er gns. difference mellem fraført og tilført.

Tabel 5. Produktionsniveau og årlig netto fraførsel af næringsstoffer ved forskellige benyttelser i vegetationstype, der i udgangspunkt var domineret af lyse-siv. Gns. over målinger 2010-12 og 2013-16, dog energipotentiale kun 2014-15. Behandlinger: se tabel 3.

Behandling	Udb. Hkg ts/ha	GJ pr. Ha** 15 dg	Kg N per ha fraført	Kg P per ha fracført	Kg K per ha Fraført netto***
2 slæt 0V	39,3 a*		73 a	6 a	19
2 slæt ½V	55,0 b		91 b	7 a	22
2 slæt 1V	57,8 b	16,6	88 b	9 b	12
1 slæt	44,9 a	14,6	71 a	6 a	27
2S efterså	52,2 b		87 b	9 b	33

Fodnote * og ** som for tabel 4.

*** K fraført brutto med biomasse var 19, 59, 85, 27, 33 kg K per ha nævnt i rækkefølge som i tabellen.

Tabelværdier er gns. difference mellem fraført og tilført.

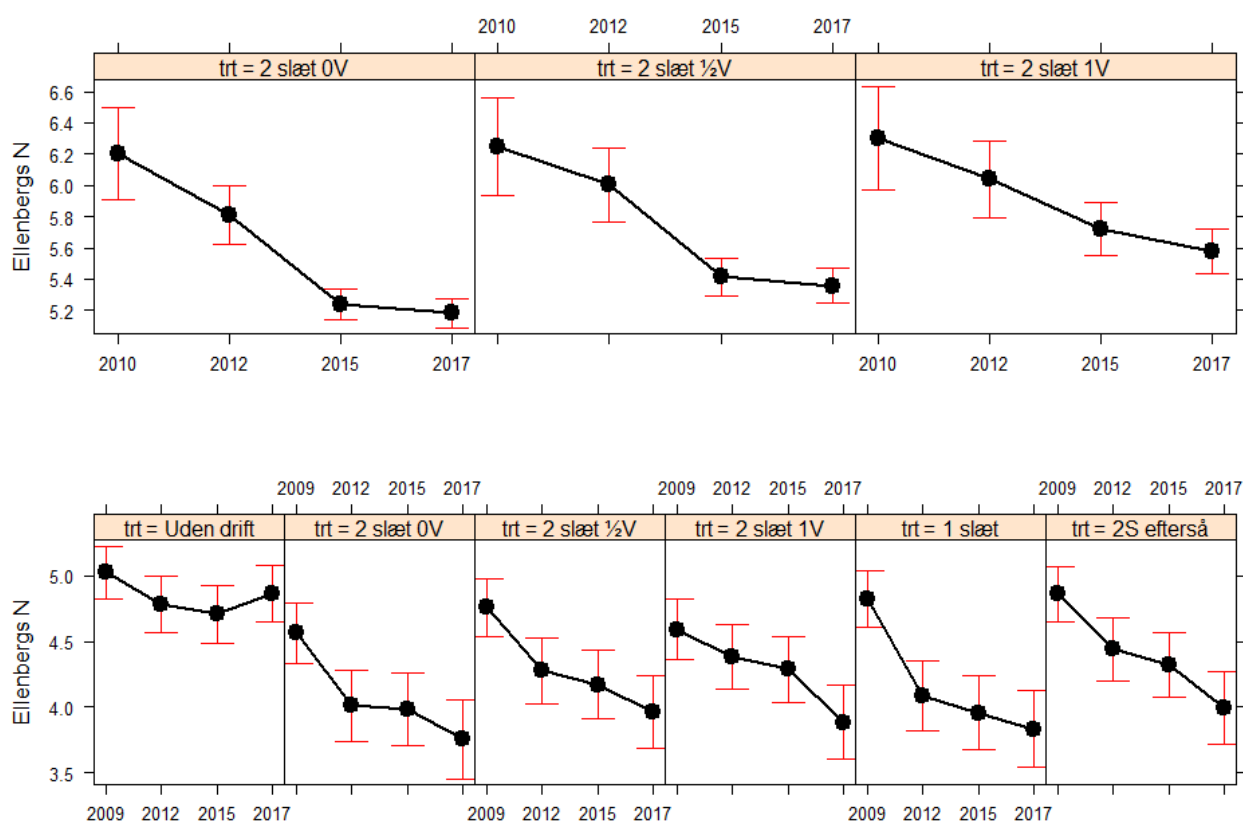


Fig. 7. Vægtet Ellenberg N der viser hvor næringsrige forhold, de forskellige plantearter foretrækker. Øverst resultater for vegetation, der i udgangspunkt var domineret af alm. rapgræs og alm. kvik. Nederst tilsvarende resultater for lyse-siv. Behandlinger: se tabel 3.

Reduktion af problemarten lyse-siv hvis dominerende og som en del af biomassehøst

Når lyse-siv bliver dominerende betragtes den både landbrugsmæssigt og naturmæssigt som en problemart. Den har lav foderværdi, og ved dominans overskygger den de øvrige engplantearter, der kan være positive for både naturkvalitet og foderværdi. Derfor er der interesse for at undgå dominerede lyse-siv bestande.

I behandlingerne ét slæt og uden drift klarede lyse-siv sig godt, se fig. 8. To slæt havde en reducerende effekt. Der var signifikant mindre lyse-siv i to slæt + 1V og to slæt + isåning af græsarter allerede ved måling i 2012 sammenlignet med 2009.

Til reduktion af dominansen af lyse-siv kan det derfor anbefales at benytte en strategi med to slæt fremfor som nu at omlægge nogle af de lyse-siv dominerede arealer. Ved omlægning trigges den store pulje af lyse-siv frø, der er i jorden, til spiring, og det kan ende med et større problem end før omlægningen.

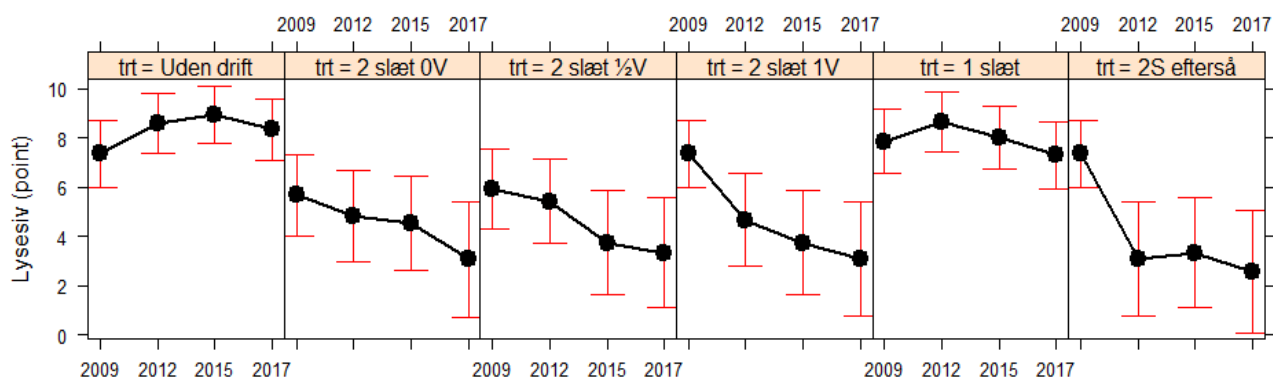


Fig. 8. Udvikling for lyse-siv ved forskellige benyttelser vist per år med monitoring.

Fordele og ulemper ved K-vinasse, græsisåning, forskellige slætpleje

Tildeling af kalium øgede produktion af biomasse og dermed opsamling af næringsstoffer signifikant på humusjorde, både i en vegetation domineret af alm. rapgræs/alm. kvik og en vegetation domineret af lyse-siv selv om produktionsniveauer var meget forskellige, henholdsvis ca. 55 hkg og 40 hkg tørstof per ha per år.

Der kunne opsamles henholdsvis 119 kg N og 73 kg P per ha per år uden tilførsel af K-vinasse. Og der kunne tilsvarende opsamles henholdsvis 15 kg og 6 kg P per ha per år. Med tilførsel af K-vinasse var det ca. 30 pct. mere N og P i vegetationstypen alm. rapgræs/alm. kvik og ca. 20 % mere N, og 30 % mere P i vegetationstypen lyse-siv.

Isåning af tre græsarter havde samme øgende effekt på udbytte og fraførsel af næringsstoffer som tilførsel af K-vinasse. Ved ét slæt kunne der hentes samme niveau af biomasse og næringsstoffer som med to slæt uden tildeling af K-vinasse eller græsisåning.

Alt i alt er det således muligt at hente store mængder næringsstoffer fra vandløbsnære arealerne ved biomassehøst – næringsstoffer som ikke havner i vandmiljøet og som f.eks. kan være til god nytte på agerjorden i bl.a. økologiske jordbrug. Samtidig var potentialet for bioenergi af størrelsesorden 15 – 27 GJ per ha ved 15 dages udrådning.

Gennem en 7-årig forsøgsperiode har vi således årligt fjernet i størrelsesorden 70-145 kg N, (->195 kg N, se tabel 2) og 5-15 kg P per ha. Naturstyrelsen har over en treårig periode årligt fjernet 80 kg N per ha og 11 kg P ved biomassehøst fra ca. 100 ha per år i en treårig periode.

Det er næsten på niveau med virkemiddelkatalogets forventning til fjernelse af N i konstruerede 'vådområdeanlæg', hvor forventningen er 120 kg N per ha til 190 kg N per ha anlæg (DCA, 2014). I vådområdeanlæg omdannes næringsstoffet N til luftformig og utilgængeligt N₂ under forbrug af energi ved nedbrydning af biomasse i jorden. Herved tabes næringsstoffer, og der forbruges energi. Ved høst af biomasse på lavbundsarealet opsamles næringsstoffet N i væsentlige mængder ud over næringsstofferne P og K – næringsstoffer, der kan bruges på agerjord. Samtidig høstes energi i biomassen (foder til dyr eller til biogasanlæg). Vi mener derfor at høst af biomasse på enge er velegnet til at indgå i virkemiddelkataloget til sikring af vandmiljøet. Effekten på pesticidforbruget, natur og klima er mindst lige så positive ved biomassehøst som det menes at være ved 'vådområdeanlæg'.

Med hensyn til mængden af K-vinasse, der skal tilføres, har projektets resultater desværre ikke vist klare resultater, idet vi stort set ikke har set forskel på de to niveauer af kalium, selv om mængden er sat ned over årene. Det kunne være relevant at se nærmere på hvordan tildelingen påvirker arealerne, så som de jordbundsbiologiske forhold.

Udvikling i naturkvalitetsscore var positiv på arealer med artsscore på henholdsvis 0 og 2,5 i udgangspunktet ved to slæt, med eller uden vinasse tildeling. Der var dog en højere score ved behandlinger uden vinasse, sammenlignet med hvor vinasse var tildelt. Desuden en højere score uden isåning af græsarter, sammenlignet med hvor græsarter var isået.

På arealet med alm. rapgræs/alm. kvik var den botanisk naturkvalitet i udgangspunkt på et lavt niveau. Her var der meget få arter med høj score (>3) fra starten, og der var ikke iboende basis for en udvikling på dette areal. De mange år i intensiv landbrugskultur havde ødelagt puljen af naturmæssigt gode arter.

På lyse-siv arealet var der en markant stigning i antal arter med høj score af størrelsesorden fra 6 til 16 arter. Her kunne en drift med slæt revitalisere en mere artsrig engvegetation fra artspuljen.

Forsøget viser, at hvor der er et potentiale af gode arter, der kan opformere sig på stedet eller etablere sig, kan naturkvaliteten øges når arealerne plejes. Kun få af engarterne har længere levende frø i frøbanken. Det er derfor essentielt at holde liv i arealer med et godt potentiale af tilbageværende arter. Disse kan tillige fungere som lokale donorarealer.

Med hensyn til de gode naturkvalitets arter er der fundet højere antal i P-begrænsede lokaliteter end i N- begrænsede lokaliteter i andre undersøgelser (se f.eks. Olde Venterink et

al., 2003). Derfor kan det være en fordel at reducere puljen af fosfor, hvor der ønskes en højere naturkvalitet på sigt.

Ud over resultater for biomasse og artsudvikling har forsøget vist, at en dominerende bestand af lyse-siv kan reduceres med to årlige slæt, især i kombination græsisåning eller vinasse tildeling.



Fig. 9. Trævlekrone ses i etableringsfelterne på 4m x 4 m forskellige steder i engen.

Effekt på naturkvalitet af isåning med lokal eng planteart og lokalt enghø samt forskellig pleje med slæt på to forskellige eng-vegetationer.

Naturområder og naturgenopretningsområder forekommer ofte spredte og forvaltes separat. Derfor kan det være problematisk for engplanter at sprede sig fra lokalitet til lokalitet. Desuden er det et væsentligt spørgsmål, om arterne kan etablere sig på de nye steder og sprede sig på den slæt-plejede lokalitet.

Her vises hovedresultater fra to forsøg med etablering fra lokalt indsamlede frø (trævlekrone) og lokalt indsamlet enghø i parceller med biomassehøst på to forskellige vegetationstyper. Det ene forsøg er med monitorering af både botanik og biomasse, det andet kun med botanisk monitorering.

Til at undersøge betydningen af at iså lokalt indsamlet frø blev trævlekrone valgt som model planteart. Trævlekrone er en rosetplante, der kan have vanskeligt ved at klare sig i enge under tilgroning, og hvor der ikke kommer tilstrækkeligt lys til jordoverfladen.

Til at undersøge betydningen af at udsprede artsrigt hø blev lokalt indsamlet hø fra en artsrig eng valgt. Det er væsentligt at bruge grønt engpleje hø, dvs. frisk slået biomasse, der flyttes fra donorareal til modtagerareal. Det betyder, at der kommer flere frø fra den alsidige engvegetation med i materialet. Således forbliver der flere frø fra blomsterhoveder i friskt materiale sammenlignet med traditionelt tørret hø, hvor det primært er græsfrø, der overføres (Natural England, 2010). I beskrivelserne kalder vi det for enghø, og det skal understreges at det er grønt enghø, vi taler om.

Uanset om der vælges frø eller hø, er det naturligvis vigtigt at man ud fra lokaliteternes kårforhold (jordbund, hydrologi etc.) vurderer, at de tilførte frø fra donorarealet kan klare sig på modtagerarealet.

Detaljer om forsøgene ses i bilag 2.

Formål

Formålet var at teste om arter flyttet som frø eller som frisk, nyslået hø kan etablere sig på steder, hvor forholdene og plejen vurderes at være i orden, det vil sige teste om arterne kan etablere sig, hvis de spredes. Det afprøves om en opridsning af et nyslået engareal før isåning af frø eller udspredning af hø er egnet til at øge artsindholdet ved genoptaget drift. Ligeledes afprøves om afskrabning af næringsrig overfladetørv i mindre felter før udspredning af hø er en velegnet metode til at øge naturkvalitet på en næringsbelastet eng.

Lokalitet og metode

Der blev benyttet dels et areal, der i udgangspunkt var domineret af lyse-siv, dels et areal, der i udgangspunkt var domineret af lav ranunkel og alm. syre, henholdsvis på lokalitet B og C i fig. 1.

Arealet med lyse-siv havde en naturkvalitetsscore på ca. 3 mens arealet med lav ranunkel /alm. syre havde en naturkvalitetsscore på ca. 1, så udgangspunktet var naturmæssigt væsentligt forskelligt. Desuden havde lyse-siv arealet været uden drift de 5 foregående år, medens lav ranunkel /alm. syre havde været afpudset i årene inden forsøget.

På arealet med lyse-siv blev sammenlignet fem behandlinger, se tabel 6. Området blev slået som indledning efter en årrække uden drift. Græstørven blev herefter opridset med skarpe jernplader/knive med 10-15 cm afstand for at frø kunne komme i kontakt med jorden, se fig. 10. Dernæst blev der udsprede frø af trævlekrone eller enghø fra en nabo eng. Frisk 'hø' fra 1 m² er udsprede på 3 m² og trævlekrone med 3,3 kg frø/ha. Ud over behandlingerne med frø

og hø plejet med to slæt var der to slæt og ét slæt uden frø tilført samt sammenligning til uden drift.

På arealet med lav ranunkel /alm. syre var forsøget opdelt i to delperioder, hvor den gennemgående sammenligning var med og uden overfladeafskrabning og tilførsel af engpleje hø, se fig. 9 og 11. I anden delperiode var der desuden en overliggende behandling med ét eller tre årlige slæt, se tabel 6. Her blev der bygget videre på et tidligere forsøg, og kun en del af de oprindelige parceller kunne bevares. Det har alligevel været essentielt at inddrage resultaterne fra første delperiode for at få hele udviklingen med.

Tabel 6. Oversigt over behandlinger i forsøg med tilførsel af lokalt frø og lokalt hø. Ved tilførsel af hø er det i lyse-siv efter opridsning af nyslået engparcel, og i lav ranunkel /alm. syre sammenlignes med og uden overfladeafskrabning af næringsrig græstørv og efterfølgende udspredning af hø.

Behandling	Lyse-siv**	Lav ran. /alm. syre	
	2009-2017	Første delperiode 2010-11***	Anden delperiode 2012-2017****
Uden drift	Uden drift	Uden drift (0S)	Uden drift (0S)
Et slæt (uden frø/hø)	1S		
To slæt med frø (frø kun 2009)	2S Frø		
To slæt med hø (hø kun 2009)	2S Hø		
To slæt (uden frø/hø)*	2S	2S	1S og 3S
Afskrab uden hø, ét slæt*		1S -h	1S og 3S
Afskrab med hø, ét slæt* (hø kun 2010)		1S +h	1S og 3S

*Her er der i anden delperiode en overliggende behandling med henholdsvis 1 og 3 årlige slæt på hver sin halvdel af storparcellerne i lav ranunkel/alm. syre.

**Lyse-siv slæt tidspunkter: 1. slæt ca. 9. juli og 2. slæt ca. 16. sept. og ved kun 1 slæt 9. juli.

***Første delperiode: 1. slæt ca. 20. juni og 2. slæt ca. 4. okt. og ved kun 1 slæt ca. 20. juli.

****Anden delperiode: 1. slæt ca. 11. juni, 2. slæt ca. 4. aug., 3. slæt ca. 21. sept. og ved 1 slæt ca. 4. aug.



Fig. 10. Forsøg i område med lyse-siv. Opridsning før isåning af lokalt indsamlet frø eller udspredning af hø ved etablering i juli 2009. Til højre manuel udspredning af hø.



Fig. 11. Forsøg i område med lav ranunkel/alm. syre. Til venstre eng ved starten af forsøget med afskrabning, juli 2010. Til højre udspreddning af lokalt engplejehø på mindre (4m x 4m) afskrabningsfelt, 9. juli 2010.

Botanisk monitorering blev udført i 2009, 2010, 2012, 2015 og 2017. Arterne tildeltes point for forekomst, således at udviklingen kunne følges over år og artsscore m.v. kunne vægtes i forhold til forekomst.

I lav ranunkel/alm. syre var parcellerne på 14 m x 14 m, og i både 2010 og 2012 blev der udført monitorering i en hel dokumentationscirkel (dvs. 78 m²), inklusive det centrale afskrabningsområde på 4 m x 4 m. Dokumentationscirklerne var placeret centralt i parcellen. I 2015 og 2017 efter indførsel af ét og tre slået strategien i hver sin halvdel af parcellen blev der udført botanisk monitorering i hver halvdel, både hver halvdel af det centrale felt (8 m²) og i hver halvcirkel minus det centrale felt (31 m²), uanset tidligere afskrabning eller ej, fig. 12. Hensigten var at følge med i om arter etableret centralt klarede sig, og om de spredte sig til plejet arealer i umiddelbar nærhed.

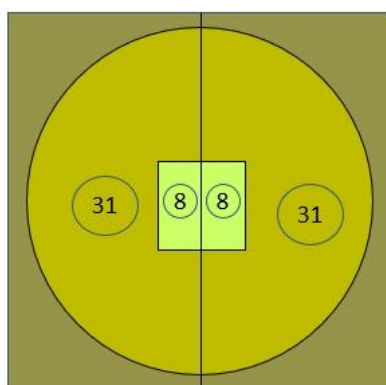


Fig. 12. Parceller i lav ranunkel /alm. syre blev fra 2012 opdelt i to halvdele, således at halvdelen mod vest blev slået én gang årligt og halvdelen mod øst blev slået 3 gange årligt. Herefter botanisk monitorering i hver sin halvdel af både centerfelt og ydre halvcirkel, dvs. i henholdsvis 8 og 31 m².

Resultater for effekt på naturkvalitet

Som et væsentligt resultat af disse undersøgelser er effekten af etablering, altså hvor godt arterne klarer sig på de to i arealer, der som nævnt havde forskellig botanisk kvalitet som udgangspunkt, se fig. 13 og 14.

I lyse-siv med en artsscore på ca. 3 i udgangspunkt var der tilsyneladende så mange overlevende planter og evt. frø i jorden, at drift alene kunne revitalisere og opformere mange arter. I lav ranunkel /alm. syre med en artsscore på ca. 1 i udgangspunkt var der større muligheder for en forbedring ved tilførsel af artsrigt engplejehø, der resulterede i dobbelt så mange arter med højt scoreniveau (26) end ved samme drift uden hø (12).

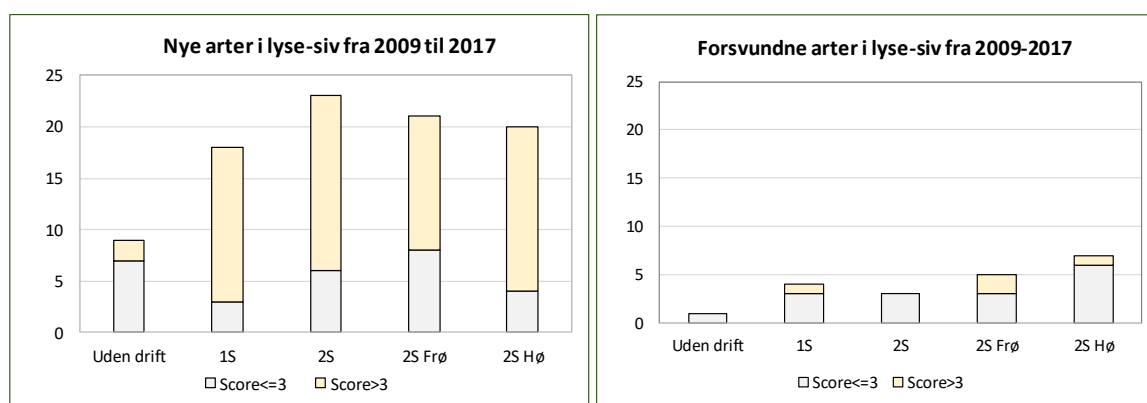


Fig. 13. Antal nye og forsvundne (ikke genfundne) arter i lyse-siv over forsøgsperioden og fordelt på scoreniveau. Flere arter med høj end med lav score etablerede sig i alle drifts behandlinger og flere arter med lav end med høj score forsvandt tilsvarende. Tilførsel af hø gav ikke bedre effekt end to slæt (2S) alene på denne lokalitet med en relativ god frøpulje, og som ikke blev startet med overfladeskrab.

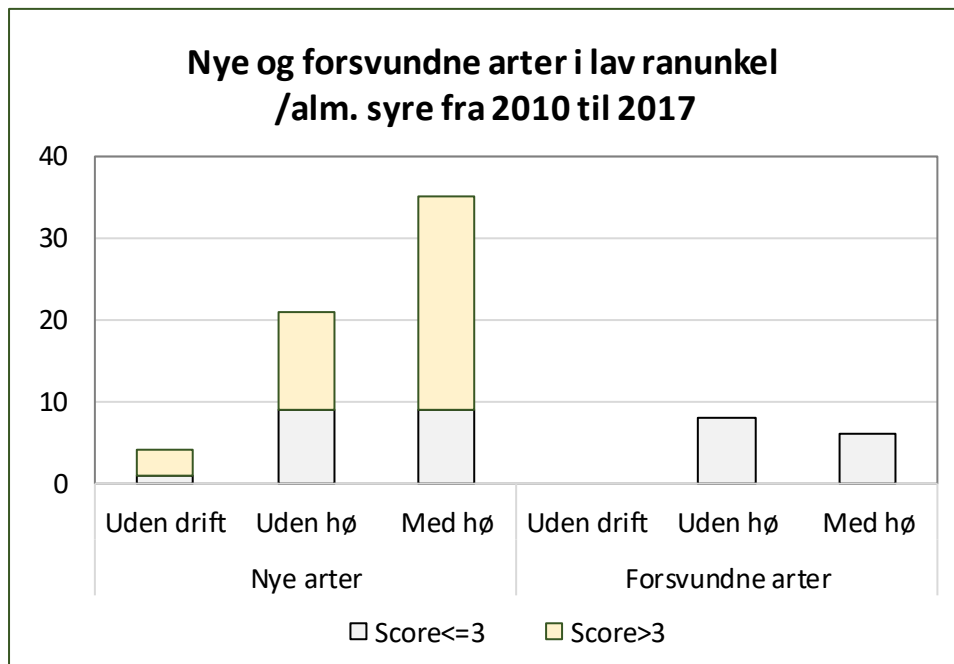


Fig. 14. Nye og forsvundne (ikke genfundne) arter i lav ranunkel /alm. syre, fordelt på scoreniveau. Her var der dobbelt så mange arter med høj score (>3) i parceller med afskrab og hø udspredd end i parceller uden udspredd hø. Alle forsvundne arter er i den lave score kategori.

De nye arter på lyse-siv arealet er vist i tabel 7. Der var mange naturmæssigt gode arter som hjertegræs, tormentil og eng-viol, og af de nye arter, der kom til at udgøre en større andel af vegetationen kan nævnes grå star og vandnavle. Der var i samme periode også arter, der forsvandt. Det var 12 arter, hvoraf 8 i den naturmæssigt lave gruppe, herunder stor nælde, alm. hanekro og grå-pil, se bilag 2.

Tilsvarende er nye arter på lav ranunkel /alm. syre arealet vist i tabel 8. De arter med høj score, der blev fundet med hø tilført, og ikke i parceller uden hø tilført, var arterne: Hjertegræs, tormentil, grå star, kær-trehage, smalbladet ærenpris, dunet dueurt, engkarse, kragefod, mangeblomstret frytle, næb-star, sump-forglemmigej, top-star og vellugtende gulaks.

Uden drift var der i 2017 kun en parcel, og udviklingen her viser 4 nye arter, hvoraf 3 med høj score, tabel 8. Det var arterne skov-angelik, krybende baldrian og kær-snerre.

Der er kommet mange nye arter, men der er også tabt arter i perioden, se bilag 2. Her er det henholdsvis 6 og 8 arter for parceller med og uden hø, og ingen ved "uden drift". Alle arter tabt har en artsscore ≤ 3 . For parcellerne i drift var det igen arterne stor nælde og alm. hanekro der forsvandt, desuden arter som ager-tidsel, burre-snerre og alm. kvik.

Tabel 7. Nye arter i 2017 på areal der i udgangspunkt var domineret af lyse-siv sammenlignet med udgangsanalysen i 2009. Der blev alt i alt observeret 38 nye arter i forsøgsområdet i 2017. Tabellen viser sum point (data fra 3 parceller) for nye arter per behandling i 2017: Uden drift eller drift i form af ét slæt (1S), to slæt (2S) to slæt + frø (2S frø) eller to slæt + hø (2S hø).

Nye arter i 2017 sammenlignet med 2009 per behandling	score	Sum point uden drift	Sum point 1S	Sum point 2S	Sum point 2S frø	Sum point 2S hø
Hjertegræs	6			1		
Stivtoppet rørhvene	6		1	1		
Tormentil	6		3		2	
Eng-viol	5		1	3	1	2
Grå star	5		15	4	11	15
Smalbladet ærenpris	5		1	2	3	3
Alm. brunelle	4			5	2	1
Dynd-padderok	4			1	1	1
Engkarse	4	1	6	3	2	5
Glanskapslet siv	4			1	1	2
Græsbladet fladstjerne	4			1		
Hare-star	4		1	6	4	2
Hirse-star	4		2		4	3
Kragefod	4			4		
Kær-ranunkel	4		6			9
Mangeblomstret frytle	4		2	3		2
Næb-star	4	1	11		19	
Stjerne-star	4		1	2		7
Sump-fladstjerne	4		1			1
Sump-forglemmigej	4			1		3
Trævlekrone	4		2			
Vandnavle	4		15	16	19	14
Vellugtende gulaks	4		4	5	2	8
Alm. eg	3				1	
Alm. hvene	3	1				
Bidende ranunkel	3		2	4		4
Kryb-hvene	3				4	2
Lancet-vejbred	3					1
Manna-sødgræs	3			1	7	8
Alm. hønsetarm	2	2		1		
Eng-rapgræs	2	2	2	2	5	
Fløjlgræs	2			12	12	
Eng-rævehale	1	3				
Hvid-kløver	1			1		
Kirtel-dueurt	0				1	
Alm. rapgræs	-1	8			6	
Hindbær	-1	1				
Lav ranunkel	-1	2	3	8	5	5
Nye arter i alt		9	19	24	21	21
Nye arter med score>3		2	16	17	13	16

Tabel 8. Nye arter på areal, der i udgangspunkt var domineret af lav ranunkel og alm. syre, observeret i 78 m² cirkel ved analysen i 2017 (2 halvcirkler + centralfelt) sammenlignet med udgangsanalysen i 2010 (78 m²). Der blev alt i alt observeret 39 nye arter i forsøgsområdet i 2017 sammenlignet med 2010. Tabellen viser hvilke arter, der var nye i parceller med slætpleje - med hø tilført eller uden hø tilført. Uden drift er medtaget (kun én parcel).

Nye arter fra 2010 til 2017	score	Uden drift	Med hø	Uden hø
Hjertegræs	6		x	
Tormentil	6		x	
Grå star	5		x	
Kær-trehage	5		x	
maj-gøgeurt	5		x	x
Smalbladet ærenpris	5		x	
Alm. star	4		x	x
Skov-angelik	4	x	x	x
Dunet dueurt	4		x	
Engkarse	4		x	
Glanskapslet siv	4		x	x
Grøn star	4		x	x
Hare-star	4		x	x
Hirse-star	4		x	x
Kragefod	4		x	
Krybende baldrian	4	x	x	
Kær-ranunkel	4		x	x
Kær-snerre	4	x		
Mangeblomstret frytle	4		x	
Muse-vikke	4		x	x
Næb-star	4		x	
Stjerne-star	4		x	x
Sump-fladstjerne	4		x	x
Sump-forglemmigej	4		x	
Top-star	4		x	
Trævlekrone	4		x	x
Vellugtende gulaks	4		x	
Alm. firling	3		x	x
Bidende ranunkel	3		x	
Knop-siv	3		x	
Kål-tidsel	3	x		
Manna-sødgræs	3		x	x
Rød svingel	3			x
Alm. hønsetarm	2		x	x
Eng-rapgræs	2		x	x
Knæbøjjet rævehale	2		x	x
Eng-rottehale	1			x
Hvid-kløver	1		x	x
Rød-kløver	1		x	x
Nye arter i alt		4	35	21
Nye arter med score>3		3	26	12

Effekt af at iså lokalt indsamlet frø af trævlekrone var ikke så markant på dette areal med lyse-siv, hvor denne art i forvejen forekom, om end på lavt niveau. Tilførsel af frø kombineret med en to slæt strategi resulterede dog i en forekomst, der var højere, end hvor der var pleje med ét slæt og meget højere end uden drift, se fig. 15 og bilag 2. En mere uddybende beskrivelse af pointtildeling findes i bilag 1.

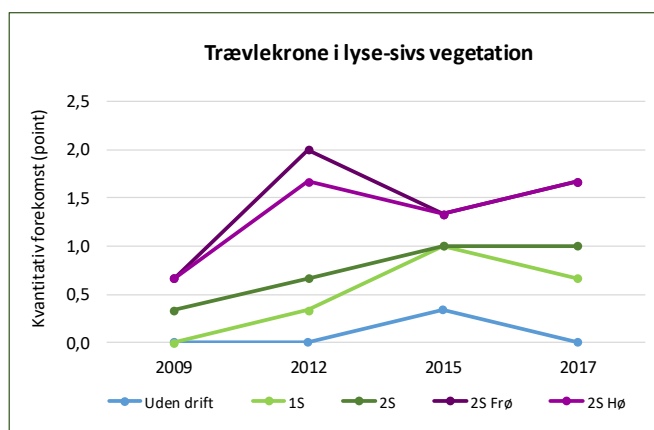


Fig. 15. Trævlekrone etablerer sig både med frø og hø, men fremmes også med slæt alene (ét eller to slæt), på denne lokalitet, hvor arten er set fra start. Lokalitet med lyse-siv. Behandlinger: Se tabel 6. Ved point tildeling blev givet 1 til en art, der kun forekom med få eksemplarer, og 10 point til en art, der forekom udbredt og dominerende i parcellen.

På arealet med lav ranunkel /alm. syre foregik monitoringen i 2010 og 2012 i hele dokumentationscirklen, og resultaterne viste en tydelig effekt af afskrabning og tilførsel af artsrigt engplejehø, se foto fig. 16 og data fig. 17.

I anden delperiode, hvor de store felter var delt op i to halvdele med henholdsvis ét og tre slæt, er der som nævnt monitoringer i både de halve centrale felter og de halve ydercirkler, dvs. hhv. 8 m² og 31 m².

Som det ses af fig. 18 gav slæt et højere antal arter med høj score end uden drift, men der var ikke forskel på resultatet med ét eller tre slæt. Resultaterne ved sammenligning af med og uden hø viser, at hø havde resulteret i flere arter med høj score i centerfeltet i løbet af anden delperiode og at arterne havde bredt sig til de plejede omgivelser.



Fig. 16. Til venstre afskrabningsfelt med tidligere tilført engplejehø, fotograferet 12. juni 2014, her er trævlekrone og hjertegræs. Til højre parcelområder med henholdsvis ét og tre årlige slæt, fotograferet 5. august 2015. Lokalitet med lav ranunkel/alm. syre.

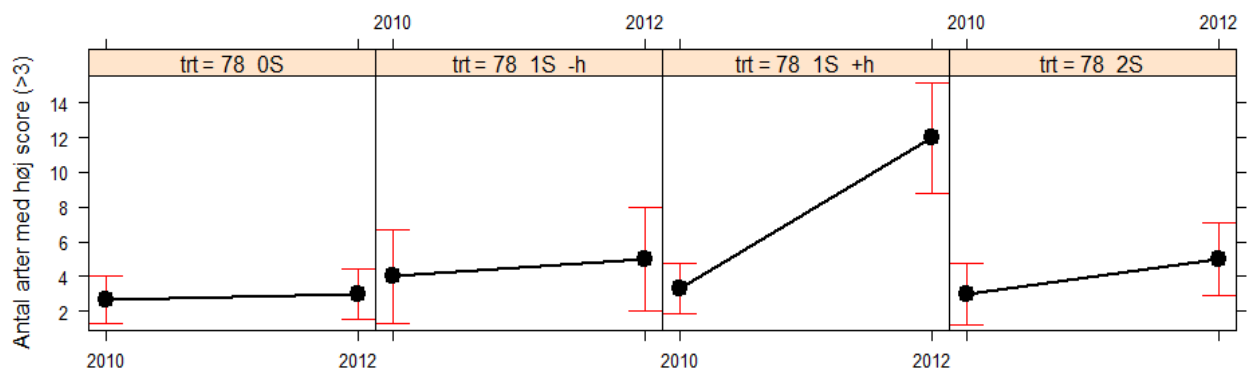


Fig. 17. Data fra hele dokumentationscirklen på 78 m². Udvikling i antal arter med høj score ved forskellige benyttelser i vegetation der i udgangspunkt var domineret af lav ranunkel og alm. syre. Første delperiode. Behandlinger, se tabel 6.

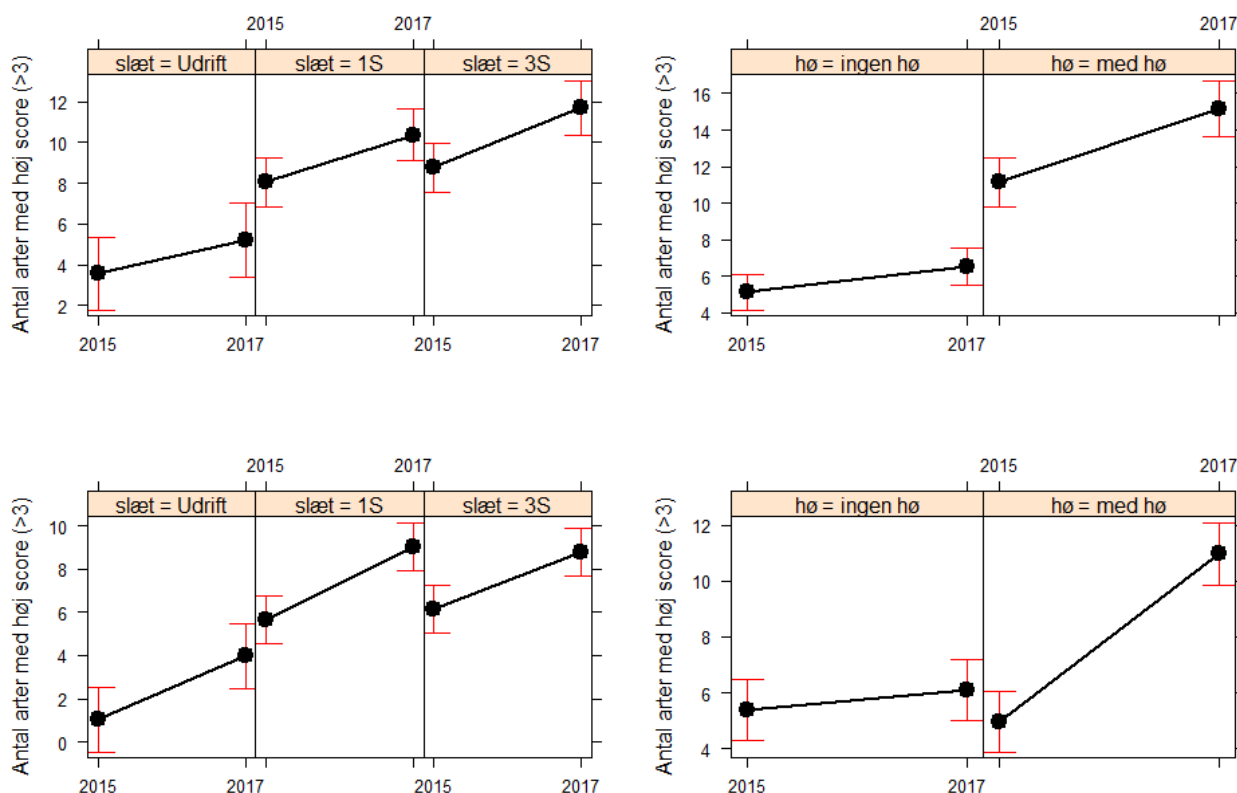


Fig. 18. Udvikling i antal arter med høj score ved forskellige benyttelser i vegetation, der i udgangspunkt var domineret af lav ranunkel og alm. syre. Anden delperiode. Øverst data fra det halve centrale felt (8 m²), nederst halvcirkel på 31 m² (halv dokumentation cirkel minus halvt centralt felt). Viser at arter tilført med hø i det centrale felt nu breder sig til omgivelserne. Behandlinger, se tabel 6.

Øvrige resultater fra arealerne

Der blev i lyse-siv parceller med isåning og spredning af enghø også målt biomasse, opsamling af næringsstoffer og biogaspotentiale. Resultaterne er opsummeret i tabel 1 og detaljer beskrevet i bilag 2. Arealet her havde et lidt lavere produktionsniveau end lyse-siv areal på samme lokalitet i forsøget med K-vinasse tilførsel (tabel 1), og tilsvarende et lidt lavere niveau for fjernelse af næringsstoffer, men kun ubetydeligt.

Desuden viser resultater fra lyse-siv lokaliteten for isåning og spredning af enghø tilsvarende at lyse-siv blev reduceret ved behandlinger med to slæt, men ikke ved ét slæt eller i parceller uden drift.

Fordele og ulemper ved isåning med lokal engplanteart og udspredning af lokalt enghø

Det var imponerende at se hvor mange arter med høj score, der etablerede sig med udspredning af engplejehø i afskrabningsfelterne, og at effekten holdt sig gennem perioden 2010-2017. Der var således 14 arter med høj score, som havde etableret sig her ud over den samme gruppe af arter, der også blev observeret som nye som følge af slæt-drift på parceller uden engplejehø, se tabel 8.

I alle tilfælde var der meget stor effekt på antal arter med høj score blot ved biomassehøst alene. Slåning og fjernelse af biomasse havde en meget positiv effekt på begge arealtyper, men mest hvor arterne var i frøpuljen i forvejen (lyse-siv lokaliteten).

Sammenligning af ét og to slæt i lyse-siv domineret vegetation gav især god effekt af to slæt på en reduktion i lyse-siv og dermed bedre mulighed for en alsidig vegetation.

Sammenligning af ét og tre slæt i lav ranunkel /alm. syre gav ikke forskellig naturmæssig effekt. Måske skal slæt tidspunkterne tilpasses bedre til den aktuelle vegetation, og måske var de tre slæt tidspunkter forstyrrende for en god frøsætning. Vi kan heller ikke fra forsøget se om det tidlige slæt, midt juni, alene er nok til en god pleje. Et tidligt slæt vides at tage vækstpotentiale fra de hurtigst voksende græsser, uden at influerer på frøsætning hos de lidt langsommere urter.

Forberedelse af areal med opridsning eller overfladeskrab har hver sine fordele. Opridsning kan være en fordel på arealer med relativ intakt hydrologi, og hvor der ikke er næringsbelastet med gødskning. Opridsning kan være for lidt til at give rigtig gode spirebetingelser. På en lokalitet domineret af lyse-siv kan det alligevel have fordele, idet det er en balance i forhold til mere forstyrrelse, som også vil give frø af lyse-siv gode spiremuligheder, frø der altid er rigeligt af på denne arealtype.

Afskrabning i små etableringsfelter kan være en god mulighed på andre arealtyper (hvor lyse-siv ikke er så massivt forekommende), idet der opnås en god flade til spiring og samtidig et lavere næringsniveau ved at fjerne den næringsrige overfladetørv. Metoden er naturligvis ikke egnet på lokaliteter med så høj sommervandstand at afskrabningsfeltet bliver oversvømmet med stagnerende vand.

På arealer, hvor der stadig er forekomst af gode engarter og dermed en god frøpulje af disse (i vores tilfælde arealet med lyse-siv) var der tilsyneladende ikke effekt af hø-tilførsel. Vi kan dog ikke adskille grad af overflade åbning (ridsning/afskrab) med effekt af tilført frø eller hø. Ud fra artslisterne over nye arter observeret fra de to arealer, tabel 7 og 8, fremgår, at nogle af de nye arter etableret med hø i lav ranunkel /alm. syre også kunne være overført med hø til lyse-siv arealet, hvor de dog ikke er observeret. Det drejer sig om arter som kær-trehage og maj-gøgeurt, og indikerer en fordel ved overfladeskrab på mindre etableringsfelter i etableringsprocessen.

Effekt af årlig biomassehøst på udvikling i naturkvalitet, produktion og høst af næringsstoffer på udvalgte DANVEG vegetationstyper

For at opnå et bedre vidensgrundlag for naturforvaltere, der i naturplejen vil benytte høst af biomasse til biogas (eller høg/brændsel) i en forventning om at forbedre det økologiske naturgrundlag (reduceret produktions og næringsniveau), har vi analyseret hvad der kan høstes af ton biomasse på forskellige vegetationstyper (DANVEG typer). Desuden er effekten på udviklingen i den botaniske naturkvalitet monitoreret med henblik på at vurdere, om og hvordan den i givet fald påvirkes af biomassehøst. Desuden er det beregnet hvor store mængder kvælstof, fosfor og kalium den høstede biomasse kan fjerne, samt potentialet af bioenergi i biomassen fra arealerne.

Der er over årene 2014-2016 høstet biomasse på syv forskellige DANVEG vegetationstyper på humusjord på lokaliteter i Nørreå-dalen. Arealerne blev udvalgt ud fra en forventning om, at de var egnede til pleje med biomassehøst, dvs. arealer egnet til biomasse høst og med et naturmæssigt potentiale, men for nuværende lav med en for stor biomasseproduktion knyttet til en stor næringspulje. På udvælgelsestidspunktet blev arealerne ikke tilført gødning og blev for de flestes vedkommende plejet med ét årligt slæt eller afpudsning. På arealer hvor produktions-niveauet blev vurderet at ligge særligt højt blev der i nærværende projekt taget to årlige slæt.

Detaljer kan ses i bilag 3.

Formål

Formålet var at undersøge, om forvaltning med høst af biomasse nogle år med fjernelse af næringsstoffer kunne skabe et bedre grundlag for udvikling af mere alsidig botanisk natur. Vi udvalgte nogle almindelige, slåbare vegetationstyper blandt et udsnit af DANVEG engtyperne og inkluderede både næringsbelastede kulturrenge og kærtyper, alle uden gødningstilførsel.

Lokaliteter og metode

Der blev fokuseret på syv forskellige vegetationstyper, og for nogle af typerne blev der udvalgt to lokaliteter, så alt i alt er der resultater fra 10 arealer i Nørreå-dalen, som vist fig. 2.

Nogle af arealerne var i driftsmæssig gænge, medens andre var i ustabil drift eller uden drift. For den sidste gruppe blev udvalgte parcelområder afslået og biomassen fjernet i juli 2013. Herefter blev der årligt målt biomasseproduktion og næringsstoffjernelse per areal i perioden 2014-2016. Felterne blev høstet manuelt udelukkende i projektøjemed, eller der blev udtaget prøver umiddelbart inden landmanden høstede arealet, se foto fig. 19.

Biogaspotentiale blev målt i 2014 og 2015. En oversigt over vegetationstyperne er vist i tabel 2.

I 2013, 2015 og 2017 blev der sidst i juni eller starten af juli inden høst udført botaniske monitoringer i tre faste parceller per lokalitet. Monitoringerne blev udført med en vurdering af planternes forekomst som beskrevet tidligere. Desuden blev der etableret et vandstandsrør på hvert areal i nærheden af parcellerne og den lokale vandstand fulgt.



Fig. 19. Høst til udtagning af prøve i felt med nikkende star.

Resultater for naturkvalitet

For fire af de syv vegetationstyper var der signifikant fremgang i artsscore over perioden med monitoringer. Det var arealer, der i udgangspunkt lå lavt i artsscore, som havde en kraftig fremgang, især vegetationstypen alm. kvik/ager-tidsel. Nikkende star, der lå væsentligt højere i udgangspunkt, havde dog også signifikant fremgang, se fig. 20.

Antal arter med høj score steg over år, når data fra alle arealer blev analyseret samlet (gns. fra 2 til 3). Niveauet var dog generelt lavt, kun lyse-siv /kær-tidsel og nikkende star kunne i udgangspunktet præstere 4-5 arter i denne gruppe, se fig. 21.

Ellenberg N faldt over år, mest markant for alm. kvik /ager-tidsel, der samtidig var den vegetation der ændrede sig mest over perioden, idet forekomsten af alm. kvik blev reduceret og mose-bunke blev mere dominerende.

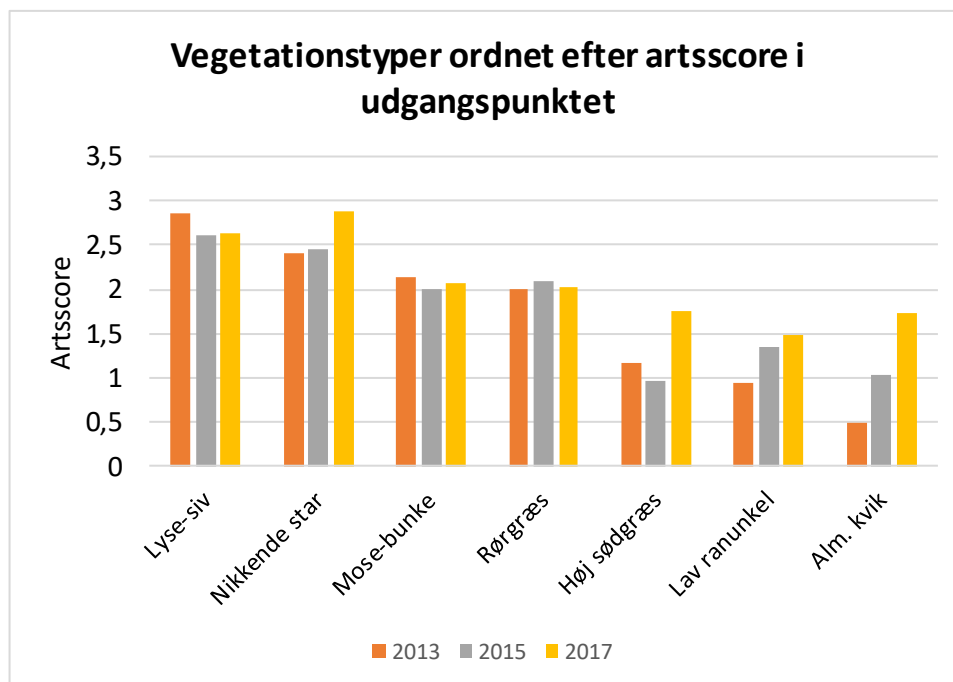


Fig. 20. Udvikling i artsscore over perioden med biomassehøst. Arealerne her er ordnet efter artsscore i udgangspunktet. De tre lavest scorende og vegetationstypen nikkende star havde signifikant fremgang i artsscore over perioden.

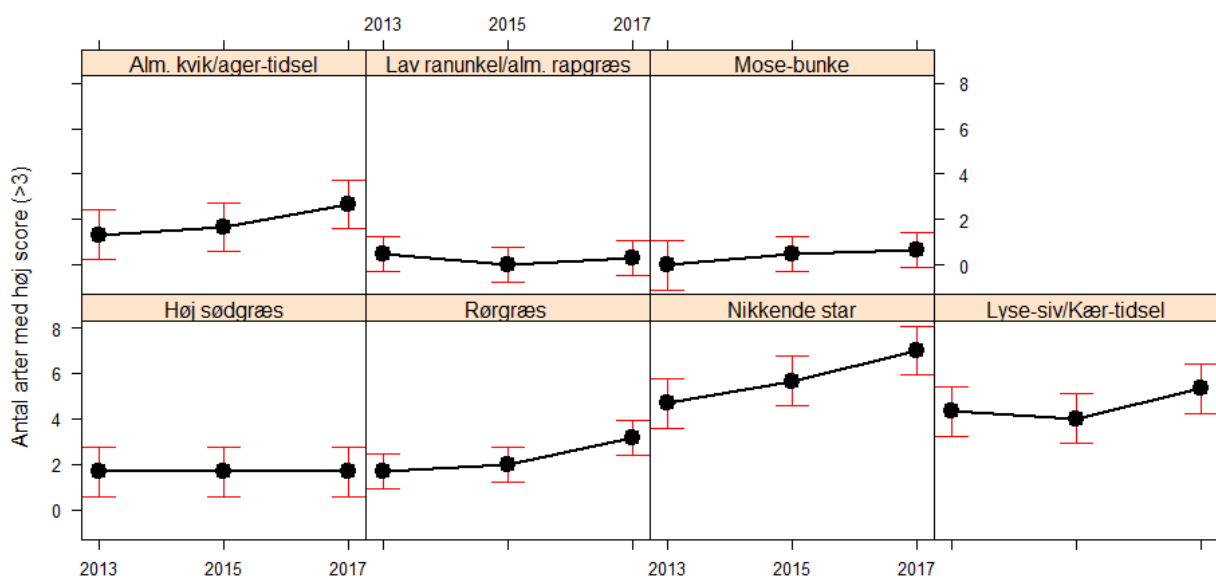


Fig. 21. Antal arter med høj score (>3) i DANVEG vegetationstyper plejet med biomassehøst i årene 2014-2016.

Resultater for biomasse, bioenergi og opsamling af næringsstoffer

Resultaterne fra høst på arealerne her kunne ikke rangordnes med statistiske lineære beregninger idet der var vekselvirkning med år, således at når produktionen af biomasse svingede op i den ene vegetationstype svingede den modsat i andre vegetationstyper. Der er målinger over tre år, men kun fra 1-2 arealer per vegetationstype, tabel 9. Derfor har vi sammenkoblet med resultater fra andre undersøgelser i det omfang det er muligt, for dermed at opnå et lidt bedre vurderingsgrundlag. Det betyder, at et gennemsnit, der inkluderer 1-3 andre undersøgelser er mulig for vegetationstyperne mose-bunke, lyse-siv og alm. kvik. Disse data ses i tabel. 10 og referencer i bilag 3.

Ud fra den samlede gruppe af data, tabel 10, varierede produktionsniveauerne fra 40 hkg i lav ranunkel /alm. rapgræs til 74 hkg tørstof per ha i rørgræs. Biogaspotentialet varierede tilsvarende fra 9 GJ til 27 GJ per ha ved 15 dages udrådning og 1,7 gange så højt hvis man går op til 90 dages udrådning.

Næringsstoffer fraført fra de vurderede vegetationstyper var høje. Ud fra alle de samlede data (tabel 10) ses at den årlige opsamling af kvælstof varierede fra ca. 70 kg N per ha i lav ranunkel /alm. rapgræs til 145 kg N per ha i alm. kvik /ager-tidse. For fosfor varierede niveauet tilsvarende fra 8 kg P til 17 kg P per ha og for kalium fra 23 kg K til 70 kg K per ha. Alt i alt værdier, der viser at biomassehøst har potentiale som et virkemiddel i vandplanerne.

Tabel 9. Biomasse, potentiale for bioenergi og opsamling af næringsstofferne kvælstof (N), fosfor (P) og kalium (K) med biomassen fra projektarealerne.

Vegetations-type	DANVEG nr.	Hkg ts/ha projekt arealer	GJ per ha, 15 dg udrådn.	Kg N per ha i biomasse	Kg P per ha i biomasse	Kg K per ha i biomasse
Lav ranunkel	67	40	12	69	11	23
Høj sødgræs	51	44	9	92	14	28
Mose-bunke	68	45	13	92	11	14
Nikkende star	57	65	17	104	8	39
Lyse-siv	60	62	18	94	14	42
Rørgræs	56	74	22	102	17	70
Alm. kvik	65	83	27	194	17	46

Tabel 10. Biomasse, potentiale for bioenergi og opsamling af næringsstofferne kvælstof (N), fosfor (P) og kalium (K) med biomassehøst. Data fra projekt arealer kombineret med andre data fra samme arealtyper (udbytter og næringsstoffer i mose-bunke, lyse-siv og alm. kvik).

Vegetations-type	DANVEG nr.	Hkg ts/ha projekt arealer	GJ per ha, 15 dg udrådn.	Kg N per ha i biomasse	Kg P per ha i biomasse	Kg K per ha i biomasse
Lav ranunkel	67	40	12	69	11	23
Høj sødgræs	51	44	9	92	14	28
Mose-bunke	68	57	13	109	14	37
Nikkende star	57	65	17	104	8	39
Lyse-siv	60	49	18	85	12	41
Rørgræs	56	74	22	102	17	70
Alm. kvik	65	67	27	145	16	43

I en større undersøgelse på tværs af vegetationstyper blev der i et projekt udført af Naturstyrelsen i 2014-16 opnået gennemsnitsudbytter på henholdsvis 59 hkg tørstof per ha i 2014, 45 hkg i 2015 og 43 hkg i 2016 i gennemsnit af høst fra godt 100 ha på forskellige meget våde arealtyper (Naturstyrelsen, 2017). Som gennemsnit af de tre års afhøstninger blev der hentet 80 kg N per ha, 11 kg P per ha og 41 kg K per ha. Biomassen blev hentet frisk hjem fra arealerne og kørt til biogasanlæg, så data er med udgangspunkt i frisk materiale ligesom i nærværende forsøg. Men resultaterne fra undersøgelser i mindre parceller skal ses i lyset af, at det i forsøgsparceller er muligt at få al biomassen med uden tab, hvilket er mere vanskeligt i storskala drift.

Arealerne i Naturstyrelsens projekt blev karakteriseret botanisk og listen over de arter, der var hyppigst på tværs af monitoringerne var arter som lyse-siv, fløjlsgræs, alm. rapgræs, lav ranunkel og mose-bunke. Så hvis vi skal sammenholde resultaterne her med data fra Brønderslev projektet, skal der primært sammenlignes til vegetationstyperne lyse-siv, lav ranunkel/alm. rapgræs, mose-bunke, hvilket viser en rimelig god overensstemmelse mellem resultaterne i de to projekter.

Valg af tidspunkt for slæt

For at kunne høste biomasse på de forskellige arealtyper i ådale er det vigtigt at udnytte de tider på året, hvor der er fysisk bedst mulighed for at slå engen – og hvor der er biomasse. Det vil på nogle arealer sige sidste del af maj - første halvdel af juni, alt afhængig af vinteren og forårets komme. Det er i den henseende meget uheldigt at tilskudskrav for 'Pleje af græs- og naturarealer' kræver, at der først må slås efter 21. juni. Reglerne er givetvis udformet ud fra de bedste intentioner, blandt andet af hensyn til vildt og frøsætning, men mange ådale er efterhånden så våde midt på sommeren med øget grødevækst i vandløb og ekstrem sommernedbør, at det ikke altid er muligt at tage slæt efter Sankt Hans. Det gælder f.eks. ved Nørreåen, hvor nogle af engarealerne bliver for våde, så snart der kommer vækst i

vandløbets planter (grøde). Her kan vandstanden stige markant allerede sidst i juni måned, når vi får voldsom sommernedbør, se fig. 22.

Vi foreslår derfor, at den nuværende generelle slæt dato bliver fri, således at landmanden kan tilpasse arbejdet efter de lokale forhold. Desuden er det at hensyn til blomstring og frøsætning hos de gode engplantearter mange steder en god ide at flytte slæt tidspunktet til slutningen af maj - første halvdel af juni. I så fald vil slæt fjerne biomassen af græsarter og overlade pladsen til bredbladede urter. Vi tror på, at landmanden ved hvor der skal tages hensyn til vildtet, og vil forebygge problemet med gode afværgeforanstaltninger (se Olesen et al. 2015). Er der særlige områder, hvor der er behov for hensyn til ynglende fugle, så foreslår vi at målrette kontrolkrav vedr. dato til disse områder frem for som nu et generelt krav.

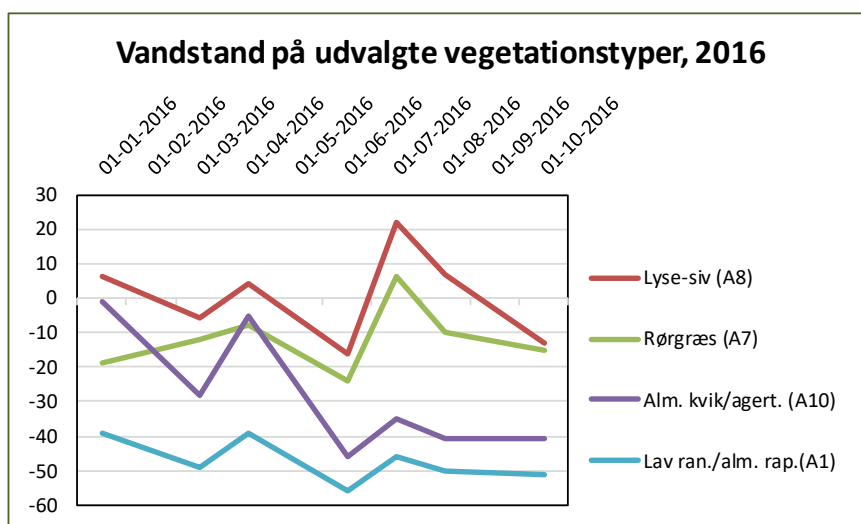


Fig. 22. Eksempler på hvor forskelligt vandstanden i forhold til jordoverfladen kan udvikle sig for forskellige engarealer ved Nørreåen.

Fordele og ulemper ved biomassehøst på forskellige vegetationstyper

Høst af biomasse på de udvalgte DANVEG naturtyper, hvoraf de fleste var næringsrige, havde generelt en positiv effekt på naturkvalitet. Der blev således på tværs af alle vegetationstyper fundet en signifikant stigning i den botaniske naturkvalitet målt som artsscore, og en stigning i antal arter med høj artsscore (>3). Desuden var der et signifikant fald i vegetationernes Ellenberg N (mål for produktivitet) over perioden.

Med hensyn til artsscore blev der især observeret signifikant stigning for DANVEG vegetationstyper, der i forvejen lå lavt i artsscore, men også for en enkelt af de højt scorende typer, nemlig nikkende star.

Produktion af biomasse blev målt over tre år med monitoring (2014-2016). Der var vekselvirkning mellem de forskellige år, dvs. når produktionen gik op for nogle vegetationstyper var den for nedadgående for andre vegetationstyper. Det var således ikke muligt at vurdere, hvor der statistisk var højeste og laveste produktion for hele perioden.

Data fra andre undersøgelser kunne inddrages for tre af vegetationstyperne og give bedre datagrundlag, og mængden af biomasse høstet varierede fra 40 hkg tørstof per ha i typen lav ranunkel til 74 hkg tørstof per ha i røgræs, der lå højest.

Næringsstoffer fjernet fra arealet blev også beregnet. Ses resultaterne i sammenhæng med andre danske undersøgelser blev der fra humusrige lavbundslande årligt fjernet 69-145 kg N per ha, 8-17 kg P per ha og 9-74 kg K per ha.

Biogas/energiproduktion per ha og år blev beregnet til at være i størrelsesorden 9-27 GJ per ha ved en udrådningsperiode på 15 dage og i størrelsesorden 15-36 GJ per ha ved en udrådningsperiode på 90 dage. Niveauet i biogasproduktionen var tæt koblet med arealets produktionsniveau i tørstof.

Der var en markant ændring over årene som følge af pleje med slæt i DANVEG vegetationstypen alm. kvik, der over forsøgsårene ændrede karakter idet især arten mosebunke tog over som en effekt af plejen. Det var også den vegetationstype hvor produktionen ændrede sig mest gennem perioden ved at starte ud med et meget højt niveau og herefter reduceres markant i de følgende år.

Nogle af arealerne var tilgængelige med almindeligt høstudstyr, medens andre vurderes at kræve let specialudstyr for at høste biomassen fremover. Enkelte var kun tilgængelige i en meget kort periode i juni, og af hensyn til sådanne arealer anbefales som nævnt ovenfor, at slæt tidspunktet i forhold til tilskudsregler gives fri, så det kan tilpasses de lokale forhold.

Konklusion

Humusrige lavbundslande kan indeholde store mængder næringsstoffer i jorden efter tidligere intensiv landbrugsdrift. Det er en hæmsko, hvor der ønskes en bedre naturkvalitet, og er desuden en uønsket kilde til næringsstofudledning til vandmiljøet. Med biomassehøst er det muligt at opsamle en betydende mængde af denne næringsstofpulje, og samtidig give grundlag for opsamling af næringsstoffer til økologiske sædskiftemarker.

På næringsrige humuslande, som indgår her, har vi set, at tilførsel af kalium i form af K-vinasse (tørvinasse) kan give en væsentlig højere biomasseproduktion og dermed opsamling af næringsstoffer, i størrelsesorden 20-30 procent mere kvælstof og fosfor end uden K-vinasse på samme areal.

Med hensyn til effekt af kalium er der brug for detailundersøgelser for at afklare virkningsform, idet der gennem forsøgsserier på 7-8 år er bibeholdt en markant effekt selv om niveauet af K-vinasse er nedsat gradvist over årene. Desuden var der kun lidt forskel på effekt på biomasse af fuldt og halvt niveau i K-vinasse.

Natureffekt ved biomassehøst (slætpleje) på de i varierende grad næringsberigede lavbundsarealer har i alle tilfælde været positiv målt på planternes vægtede naturkvalitetsscore og andelen af arter med høj score (>3). Også i parceller tildelt K-vinasse var der en forbedring i naturkvalitet, men forbedringen var størst, hvor K-vinasse ikke blev tildelt.

Natureffekten var afhængig af arealernes tilstand i udgangspunktet. Hvor naturkvaliteten var lav, og frøpuljen ikke havde meget at byde på, skyldtes den positive effekt at de få naturmæssigt gode arter fik større plads i vegetationen. Hvor naturkvaliteten var højere og frøpuljen stadig havde noget at byde på var der både bedre plads til "gode" arter, og flere af de højtscorende arter bredte sig på arealet.

Natureffekt af at tilføre lokalt indsamlet frø – her trævlekrone som eksempel på en rosetplante – var relativt lav under omstændigheder, hvor arten forekom spredt på arealet i forvejen, og hvor der inden isåning kun blev forberedt med en relativ svag opridsning af den nyslåede grønsvær.

Natureffekt af at tilføre grønt plejehø (ny-indsamlet fra artsrigt areal lokalt) havde forskellig effekt afhængig af modtagerareal og forberedelse af dette. På et lyse-siv areal, der i udgangspunkt havde en naturkvalitetsscore på ca. 3, og hvor arealet kun blev opridset inden udspredning, var der ikke nogen signifikant forskel på denne behandling sammenlignet med uden frø ved samme slætpleje i øvrigt.

Natureffekt af tilført grønt plejehø på et artsfattigt areal domineret af lav ranunkel /alm. syre, med en score på ca. 1, var god med udspredning af hø på små afskrabningsfelter. Her etablerede sig rigtig mange arter med høj score. Der var således mange nye arter i etableringsfelterne i 7. år efter udspredning, og de havde påbegyndt spredning til den omgivende vegetation med slætpleje.

Natureffekt på udvalgte DANVEG typer, egnede til pleje med biomassehøst, var en signifikant stigning i artsscoren for fire af de syv vegetationstyper efter tre år med biomassehøst.

Bilag

Bilag 1: Effekt af kaliumtilførsel, isåning af græsarter og forskellig slætpleje på naturkvalitet, produktion og næringsstofopsamling på to eng-vegetationstyper, 30 sider.

Bilag 2: Effekt på naturkvalitet af isåning med lokal eng planteart og lokalt enghø samt forskellig slætpleje på to forskellige eng-vegetationstyper, 22 sider

Bilag 3: Effekt af årlig biomassehøst på udvikling i naturkvalitet, produktion og høst af næringsstoffer på udvalgte vegetationstyper, 15 sider.

Erkendtlighed

Tak til 15. Juni Fonden, der har støttet alle projektets aktiviteter 2013-2017.

Tak til alle lodsejerne, der har stillet arealer til rådighed.

Tak til Alastair Ward, der har udført undersøgelser af biogas potentiale, og til Philipp Trénel, der har udført og leveret de statistiske beregninger.

Stinne Larsen for hjælp med grafik til forside.

Mange personer har bidraget til projektet, specielt Søren Ugilt Larsen i første del af projektet. Desuden en særlig tak til Tage Toft og Ove Yding Rasmussen for indsatsen ved høst af parceller.

Referencer

DCA, 2014 Virkemidler til realisering af 2. generations vandplaner og målrettet arealregulering. DCA-rapport nr. 052, 328 pp.

(https://pure.au.dk/ws/files/84646400/Virkemiddelkatalog_web.pdf)

DMU, 2007. Beregning af naturtilstand ved brug af simple indikatorer, Faglig rapport fra DMU nr. 599, 2. udg. 90p.

Larsen, S.U., Nielsen, L., Hald, A. B. & Lærke, P. E. 2011: Alternative afgrøder – græs på engarealer, Oversigt over Landsforsøgene 2011, 197-202.

Natural England, 2010. Sward enhancement: diversifying grassland by spreading species-rich green hay. Natural England Technical Information Note TIN063, 6pp.

Naturstyrelsen, 2017. Fra græs til gas 2014 – 16. 26pp.

Olde Venterink, H., Wassen, M.J., Verkroost, W.M. & De Ruiter, P.C. 2003. Species richness-productivity patterns differ between N-, P-, and K-limited wetlands. Ecology, 84(8), 2191-2199.

Olesen, C. R., Nielsen, L., Hald, A.B., Friis, H. J., Madsen, C.F., Jørgensen, R. N., Larsen, R., og Laursen, M.S., 2015. Vildtforvaltning i forbindelse med biomassehøst i ådale - bedre forhold for vildtet og færre påkørsler. 46 pp.