



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Effekter av mekanisert slått på artsmangfold i verdifull slåttemark

NIBIO RAPPORT | VOL. 4 | NR. 70 | 2018



Annette Bär¹, Pål Thorvaldsen¹ & Ilevina Sturite²

Divisjon for matproduksjon og samfunn/kulturlandskap og biomangfold¹; Fôr og husdyr²

TITTEL/TITLE

Effekter av mekanisert slått på artsmangfold i verdifull slåttemark

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Annette Bär, Pål Thorvaldsen & Ievina Sturite

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
07.09.2018	4/70/2018	Åpen	630013	17/01071
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-02110-0		2464-1162	46	1

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Landbruksdirektoratet
Miljødirektoratet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Jostein Tostrup
Dordi Mogstad

STIKKORD/KEYWORDS:

Skjøtsel, slåttemark, restaurering, utvalgt naturtype, artsmangfold, jordkjemi, beitpusser, ryddesag, slåttemetoder

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Kulturlandskap og biologisk mangfold

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Se sammendrag s.7

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Nordland

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Alstahaug, Hemnes

STED/LOKALITET:

Sørgården, Øverengmoen

GODKJENT /APPROVED

Knut Anders Hovstad

AVD. LEDER

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Annette Bär

FORSKER



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Dette prosjektet hadde som mål å utrede hva slags effekt økt mekanisering av slått har for artsmangfoldet i verdifull slåttemark ved å erstatte bruk av ljà/tohjulstraktor med ryddesag/håndholdt beitepusser. Resultatene bygget på feltforsøk og litteraturstudier.

Prosjektet gikk over 3 år (2015-2017) og ble finansiert av Klima- og miljøprogrammet til Landbruksdirektoratet, Miljødirektoratet og Fylkesmannen i Nordland gjennom tilskuddsordning for trua naturtyper, i tillegg til kunnskapsutviklingsmidler gjennom «Landbruk i Nord» og egenfinansiering til NIBIO. Takk til godt samarbeid.

Vi vil takke Roberts Sturite, Aurelia Jud, Thomas H. Carlsen og Arne Johan Lukkassen for viktige bidrag til prosjektet, særlig under feltarbeid. Vi vil også takke grunneierne og brukere, Sølvi Henriksen (Sørgården) og Kirstin Bygdås (Øverengmoen) for å legge best mulig til rette for feltforsøk på deres areal. En takk til Ellen Svalheim (nasjonal koordinator for handlingplan for slåttemark) for godt samarbeid og samkjøring med veilederen for restaurering og skjøtsel av slåttemark.

Tjøtta, juni 2018

Annette Bär

Prosjektleder

NIBIO, Tjøtta

Innhold

Sammendrag	5
1 Innledning	7
1.1 Naturtype slåttemark	7
1.2 Skjøtsel av slåttemark.....	8
1.3 Mekanisering av slåtten	8
1.4 Mål og problemstilling.....	10
2 Studieområde	11
2.1 Lokalitetene	11
2.2 Klima og værforhold	14
3 Metode	15
3.1 Forsøksfelt	15
3.2 Slåtteregime og slåtteredskap.....	16
3.3 Vegetasjonsanalyser.....	17
3.4 Jordanalyser.....	17
3.5 Statistiske metoder.....	19
4 Resultater	20
4.1 Restaurering	20
4.1.1 Vegetasjonsendringer	20
4.1.2 Endringer i jordkjemiske egenskaper	28
4.2 Skjøtsel	31
4.2.1 Vegetasjonsendringer	31
4.2.2 Endringer i jordkjemiske egenskaper	38
5 Diskusjon.....	40
5.1 Restaurering	40
5.2 Skjøtsel	42
6 Konklusjon	43
7 Anbefalinger for tilpasset skjøtsel av verdifulle slåttemarker	44
8 Litteratur.....	45
9 Vedlegg	47
10 Bilder.....	49

Sammendrag

Slåttemark har status som trua naturtype jfr. naturmangfoldloven. Restaurering og skjøtsel av resterende artsrike slåttemarker er tids- og ressurskrevende siden de er ofte små, bratte eller grunnlendte. Samtidig har det blitt anbefalt å etterligne mest mulig det tradisjonelle bruksregimet som inkluderer ljåslått (eller tohjulstraktor), bakketøking/hesjing og fjerning av graset for å sikre det biologiske mangfoldet. Tilskuddsordningen for trua naturtyper skal stimulere til å restaurere og holde verdifulle slåttemarkene i hevd ved å gi tilskudd til den arbeidskrevende slåtten. For å få flest mulige lokaliteter bevart for fremtiden er det viktig at arbeidsmengden og krav om utstyr og håndtering av graset under restaurering og skjøtsel er overkommelig uten at det går på bekostning av artsmangfoldet.

Hovedmålsettingen med prosjektet var å undersøke hva slags effekt økt mekanisering av slått har på artsmangfoldet i verdifull slåttemark ved å erstatte bruk av ljå og tohjulstraktor med ryddesag eller beitepusser.

Delmål som ble utredet var (1) hvordan ulike slåtteredskap som er aktuelle å bruke til skjøtsel eller restaurering av artsrik slåttemark påvirker forekomst av enkeltarter, funksjonelle artsgrupper og vegetasjonsstruktur, (2) effekten av ulik fjerningsgrad av graset på artsmangfold og jordkjemiske egenskaper, (3) effekten av økt slåttefrekvensen ved restaurering, og (4) effekten av å redusere slåttefrekvensen til en gang annethvert år ved skjøtsel av artsrik slåttemark.

Målsetningene ble utredet gjennom en serie feltforsøk der bruk av ryddesag og håndholdt beitepusser ble sammenlignet med bruk av ljå/tohjulstraktor med tanke på ulik høstingsmetode og fjerningsgrad av graset.

De forskjellige behandlingene ble valgt fordi de ble vurdert som realistiske alternative metoder ved skjøtsel og restaurering av artsrik slåttemark. Feltforsøkene ble gjennomført både på lokaliteter som er i en restaureringsfase og i en skjøtselsfase.

For mekanisering av slått i restaureringsfasen indikerte feltforsøket at bruk av ryddesag sammenlignet med ljå oppnår like god effekt på å redusere gjengroingsarter uten å gå på bekostning av det totale artsmangfoldet.

Resultatene tydet på at ryddesaga påvirket forekomsten av seminaturlige engarter positivt, men favoriserte i større grad artssammensetningen dominert av enggeneralister og til dels også lyskrevende, nitrofile arter. Gjenliggende plantematerialet fra slåtten førte verken til oppbygging av et strøsjikt eller umiddelbart økning av plantetilgjengelig nitrogen etter en forsøksperiode på tre år. Det så ut som at strøsjiktet bygget seg heller opp av visnete plantedeler når enga ikke ble slått eller ved mye ettervekst fram til høsten. På den måten framstod strøet som mulig kilde til økt plantetilgjengelig nitrogen året etter. Samtidig kunne strølaget påvirke artssammensetning negativt gjennom vanskeligere lys- og spireforhold om våren.

To slåtter gav nødvendigvis ikke en raskere reduisering av gjengroingsarter, men fremmer i større grad en økning av engspesialister, spesielt ved bruk av ljå. I produktive engar bør det slås to ganger for å sikre lystilgang og redusere etterveksten som kan bidra til strøsjiktet.

Kortvarig bruk av ryddesag i en restaureringsfase bør kunne tillates, spesielt der det ellers er vanskelig å få restaurert et areal med bruk av tradisjonelt redskap. Kravet om umiddelbart fjerning av plantematerialet etter slåtten kan lempes, i allefall der det er mindre biomasse. Allikevel bør det stilles krav om å fjerne graset fra området etter noen dager spesielt med tanke på vanskelige tørkeforhold i kombinasjon med mye biomasseproduksjon.

I forhold til bruk av ryddesag eller håndholdt beitepusser i skjøtselsfasen var endringer i artssammensetningen små og ikke signifikante sammenlignet med tradisjonell slåtteredskap og

fjerning av plantemateriale. Et skjøtselsregime der slått gjennomføres med ryddesag/håndholdt beitepusser kan være et alternativ for å sikre langvarig skjøtsel på lokaliteter hvor slått med ljà eller slåmaskin vurderes for tids- og kostnadskrevende eller teknisk ikke gjennomførbart. Det ble ikke funnet entydig indikasjon på økt tilgang til plantetilgjengelig nitrogen når avkuttet plantemateriale ikke ble fullstendig fjernet.

Slått hvert annet år kan ikke umiddelbart anbefales basert på foreliggende forsøk siden det risikerer større uønskete endringer i artssammensetningen grunnet strøsjiktdannelse. Dersom et slikt skjøtselsregime vurderes i praksis bør det kombineres med høstbeite for å sikre tilstrekkelig lystilgang gjennom en redusering av etterveksten. På den måten kan strøsjiktets mulige negative påvirkning på artssammensetning og næringstilførsel minimeres. Reaksjon til enkeltarter på ulike slåtteregimer kan variere mye, men har ikke blitt testet for spesifikke rødlistede arter eller arter med annet særskilt forvaltningsansvar. På grunn av kunnskapsmangel på artsnivå bør skjøtselen i slike lokaliteter følge føre-var prinsippet dvs. bruk av tradisjonell utstyr (ljå/tohjulstraktor) og fjerning av plantematerialet etter tørking.

Resultatene underbygger funn av bl.a. Tälle et al. (2014, 2015) som testet bruk av ryddesag kontra tohjulstraktor uten å finne signifikante forskjeller i artssammensetning over en 12-års periode.

Anbefalinger for forvaltning:

Basert på prosjektresultatene kan det åpnes for mer fleksibilitet i bruk av slåtteredskap og fjerningsgrad av plantemateriale under restaurering og skjøtsel av verdifull slåttemark fortrinnsvis i fattigere eller grasdominerte enger. Dette forutsetter også at det ikke forekommer rødlistede arter med ukjent tåleevne ovenfor et modifisert slåtteregime. Åpning for å kunne bruke ryddesag og håndholdt beitepusser til restaurering og skjøtsel bør skje under premisene at skjærende redskap som ljà og tohjulstraktor fortsatt foretrekkes. Fra et tids- og kostnadsperspektiv er slått med tohjulstraktor 2-3 ganger mer effektiv på lett drevne arealer enn bruk av ryddesag eller ljà. Dersom det ikke er mulig å få til skjøtsel grunnet bl.a. bratte, grunnlendte forhold, slåttemarkas beliggenhet eller praktisk bruk og tilgang til ljà og tohjulstraktor er det bedre å skjytte areal med ryddesag eller beitepusser i lokaliteter som ellers ikke hadde blitt slått.

Anbefaling av ryddesag og beitepusser forutsetter likevel varsomt bruk siden ikke alle faktorer har blitt utredet eller er tilstrekkelig dokumentert. Dette betyr at

- Under slått bør grasets minst mulig kuttes opp og plantemateriale mest mulig fjernes. Dette kan justeres i håndtering av ryddesag og innstillinger på beitepusseren (roteringshastighet til kniven m.m.).
- Slått bør gjennomføres under gode tørkeforhold slik at evt. gjenliggende plantemateriale tørker raskt inn.
- Danning av strøsjikt som følge av utsatt slått eller mye ettervekst bør unngås siden den kan være kilden til økt nitrogentilførsel.
- Lokaliteter med spesielt ansvar for forvaltningsrelevante arter bør unngå slått med ryddesag og beitepusser så lenge det ikke er avklart om akkurat denne arten tåler et modifisert slåtteregime.

1 Innledning

1.1 Naturtype slåttemark

Slåttemark er en seminaturlig naturtype som har blitt formet gjennom langvarig ekstensiv bruk. Det innebærer at disse arealene ikke har blitt fulldyrket, isådd og gjødslet med kunstgjødsel (Norderhaug et al. 1999). Dette har gitt opphav til et høyt biologisk mangfold. Tradisjonelt drevne slåttemarker ble vanligvis bare slått én gang sent i vekstsesongen og graset ble tørket på bakken eller hesjet. Etterpå ble høyet fjernet fra området. Det var også vanlig at slåttemark i lavlandet ble brukt i korte perioder til vår- og eller høstbeite før dyrene ble sendt til utmarka/fjells om sommeren. Artssammensetningen er tilpasset dette bruksregimet som over tid fører til redusert næringstilgang og dermed gode vekstvilkår for konkurransesvake arter og lystilgang også for småvokste arter. I motsetning til en artsrik naturbeitemark er artene i slåttemark jevnt fordelt, andel flerårige urter og gras er ofte høyere og det finnes færre arter som beitedyr lar står igjen på grunn av smak, giftstoffer, torner e.l.



Figur 1. Artsrik slåttemark i en bratt bakke som slås med ljå og graset hesjes etterpå.

Foto: A. Bär

Gamle slåttemarker beskrives som en av de mest artsrike naturtypene i Europa (Veen et al. 2009). I Norge er seminaturlig slåtteeeng (kort: slåttemark) kategorisert som sterkt truet (EN) på Norsk rødliste for naturtyper (Norderhaug & Johansen 2011). Seminaturlig slåttemarksareal har blitt dramatisk redusert etter annen verdenskrig, da de mest produktive og lettest tilgjengelige arealene ble intensivt gjennom pløying, isåing og bruk av kunstgjødsel. Bratte, skrinne, små eller vanskelig tilgjengelige arealer gikk ut av drift og har grodd igjen, eller brukes til andre bruksformål som bl.a. beiting eller skogplanting. Som følge har forekomsten av arter tilpasset det tradisjonelle bruksregimet også gått tilbake. Mange av disse artene står derfor på den nasjonale rødlista over sårbare og truede

plante- og dyrearter (Henriksen & Hilmo 2013). Slåttemark er definert som Utvalgt naturtype (UN) etter Naturmangfoldloven (KLD 2009). Dette resulterte i utarbeidelsen av handlingsplanen for slåttemark (Direktoratet for naturforvaltning 2009) med et tilhørende faggrunnlag og egen tilskuddsordning for restaurerings- og skjøtselstiltak.

1.2 Skjøtsel av slåttemark

Videreføring av det tradisjonelle driftssystemet for slåttemark ansees vanligvis som tids- og arbeidskrevende og derfor som lite økonomisk lønnsomt for gårdbrukere. Gjennom tilskuddsordningen ønsker forvaltningen å stimulere at den tradisjonelle driften videreføres ved å kompensere for ekstrainsatsen. Ved å legge noen faglige føringer for hvordan slåttemarkene skal skjøttes prøver man å ta vare på det biologiske mangfoldet og sikre kontinuitet og kvalitet i skjøtselsarbeidet. En skjøtselsplan utarbeides spesifikt for hver slåttemarkslokaltet for å veilede brukeren og legge til rette for en optimalisert skjøtsel.

Anbefalinger i skjøtselsplanen tar utgangspunktet i å simulere den tradisjonelle driften i størst mulig grad. Derfor blir det vanligvis anbefalt (1) én slått i løpet av vekstsesongen; (2) sent slåttetidspunkt etter at de fleste artene har blomstret og satt frø; (3) bakketørring eller hesjing slik at frøene har mulighet til å falle av og fornye frøbanken og; (4) fjerning av graset fra arealet for å unngå gjødslingseffekt (Direktoratet for naturforvaltning 2009, Svalheim 2014, 2018). I tillegg skal arealene ikke gjødsles. Slåttestyret skal være lett og skjærene framfor å rive eller mose sunt plantematerialet. Bruk av ljà var vanlig tidligere, men bruk av tohjulstraktor og lett fire-hjulstraktor ansees å fungere like bra.

Restaureringsslått tar utgangspunktet i at arealet har potensiale til å kunne tilbakeføres til en verdifull slåttemark (Norderhaug et al. 1999). Dette gjelder både reetablering av artsmangfoldet typisk for tradisjonelt drevet slåttemark og å holde arealet i hevd i forhold til tilpasset redskapsbruk og håndtering av plantemateriale. Intensivering er ofte en trussel som vanskeliggjør restaurering siden det medfører irreversible prosesser som f.eks. bruk av kunstgjødsel eller pløying (Direktoratet for naturforvaltning 2009). For lokaliteter med restaureringspotensiale anbefales ofte å slå to ganger i løpet av vekstsesongen i en avgrenset restaureringsfase for å redusere biomassen i større grad. Slåtten skal gjennomføres før plantene blomster og setter frø for å forhindre spredning av uønskete arter. I tillegg skal plantematerialet fjernes umiddelbart fra lokaliteten for å sikre lystilgang og forhindre mulig gjødslingseffekt.

Skjøtsel og restaurering av artsrik slåttemark ansees å være tids- og ressurskrevende både på grunn av anbefalt småskalautstyr, topografi og beliggenhet samt arbeidsmetode med raking, hesjing eller bakketørring. For å øke og sikre antall lokaliteter i hevd er det viktig at arbeidsmengden og krav til utstyr og metode er overkommelig. Spesielt restaureringsslått er krevende på grunn av forekomst av grove og høyvokste arter, tykt strøsjikt eller ujevnt overflatestruktur.

1.3 Mekanisering av slåtten

En måte å mekanisere skjøtselen på er bruk av bl.a. beitepusser og ryddesag. Slikt utstyr har vanligvis blitt frarådet brukt på artsrik slåttemark siden det antas å påvirke artsmangfoldet negativt (Direktoratet for naturforvaltning 2009; Svensson et al. 2009; Loydi et al 2013). Tradisjonelt sett ble det brukt skjærende slåtteredskap som ljà, men både beitepusser og ryddesag river av stengelen og bladene, fliser dem opp og kutter dem i flere mindre biter (figur 2). Dette har også konsekvenser for håndtering av plantematerialet etter slåtten. Raking og fjerning av det oppkuttete graset er vanskeligere og det er ikke til å unngå at en del av plantematerialet blir liggende igjen på bakken. Gjenliggende biomasse vil kunne føre til en økning av næringsstoffer i jorda som f. eks. nitrogen og fosfor (Hansen & Frøseth 2013). I restaureringsfasen kan dette gjøre reetablering av et høyt artsmangfold vanskelig og i skjøtselsfasen kan det føre til endringer og reduksjon i artsmangfoldet til

fordel for nitrofile arter. En annen effekt er at gjenliggende plantematerialet kan redusere lystilgang til småvokste og lyskrevende arter slik at disse kan bli utkonkurrert (Norderhaug et al. 1999).



Figur 2. Bruk av forskjellig slåtteredskap kutter grasnet på forskjellige måter og grasnet kan samles opp og fjernes i ulik grad. Grasnet på bildene t.v. er høstet med beitepusser og er mye mer oppfliset. Her er det en del små grasbiter som ligger igjen etter raking og fjerning. Grasnet på bildene t.h. ble kuttet med ljà og grasnet kan lett fjernes fra feltet.

Foto: A. Bär

Fordelen med å ta i bruk beitepusser og ryddesag er derimot at muligens flere verdifulle slåttemarker kan bli skjotta. En god del av slåtteeengene har ujevn struktur, er skrinne og/eller bratte som gjør det ikke alltid like lett å få slått med en tohjulsslåmaskin. Dessuten behersker ikke alle lenger slåtteknikken med ljà. Bruk av en ryddesag er for de fleste grunneiere overkommelig. Bruk av ryddesag kan også hjelpe til å jevne ut tuestrukturen i restaureringsfasen for å gjøre påfølgende skjøtselsslått med tohjulstraktor lettere.

1.4 Mål og problemstilling

Hovedmålsettingen med prosjektet var å undersøke hva slags effekt økt mekanisering av slått har på artsmangfoldet i verdifull slåttemark ved å erstatte bruk av ljà/tohjulstraktor med ryddesag eller beitepusser.

Delmål:

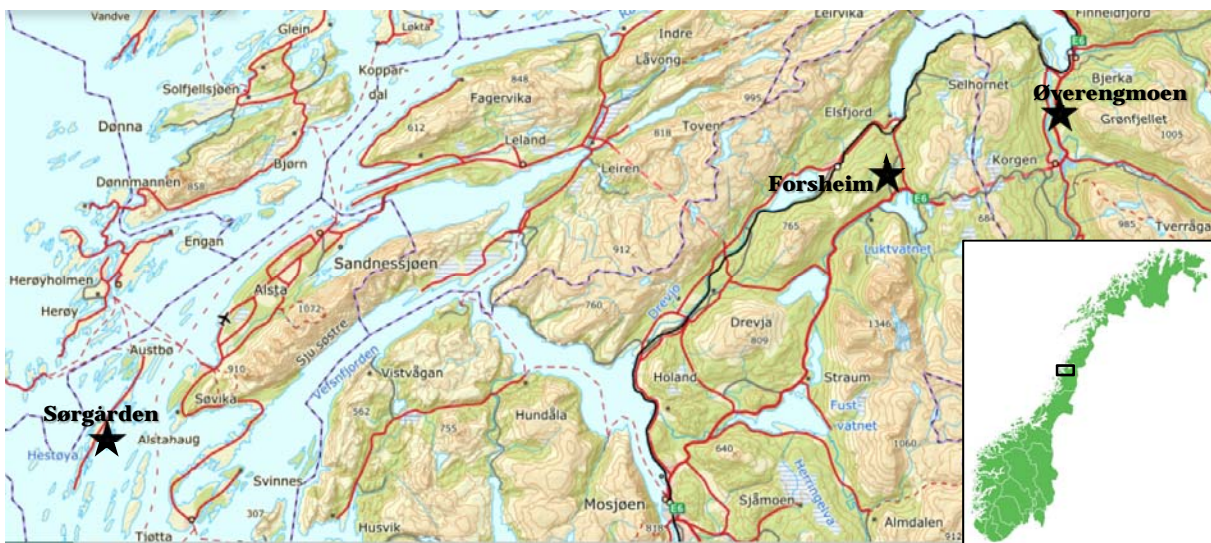
- Utrede hvordan ulike slåtteredskap som er aktuelle å bruke til skjøtsel eller restaurering av artsrik slåttemark påvirker forekomst av enkeltarter, funksjonelle artsgrupper og vegetasjonsstruktur.
- Utrede effekten av ulik fjerningsgrad av grasen på artsmangfold og jordkjemiske egenskaper.
- Utrede effekten av å øke slåttefrekvensen til to ganger årlig ved restaurering.
- Utrede effekten av å redusere slåttefrekvensen til en gang annethvert år ved skjøtsel av artsrik slåttemark.

Målsetningene ble utredet gjennom en serie feltforsøk der bruk av ryddesag og håndholdt beitepusser ble sammenlignet med bruk av ljà/tohjulstraktor med tanke på ulik høstingsmetode og fjerningsgrad av grasen. I tillegg ble det analysert om de ulike behandlingene gav utslag på jordkjemiske egenskaper som bl.a. plantetilgjengelig nitrogen.

Dersom prosjektet skulle vise at oppflising av planter under slått og/eller redusert fjerningsgrad av grasen ikke fører til signifikante endringer hverken i artssammensetning eller nitrogentilgang, kunne bruk av ryddesag eller beitepusser tillates i restaurerings- og/eller skjøtelsarbeid, i hvert fall i korte perioder. Dette vil være et lav-terskel tiltak for å sette i gang restaureringsarbeid og videreføre skjøtsel av slåttemarksarealer som ellers ikke ville blitt lenger skjøttet.

2 Studieområde

Prosjektet ble gjennomført i Nordland på tre slåttemarklokaliteter (figur 3) som fortrinnsvis skulle ha både areal i restaureringsfasen og i skjøtselsfasen. I 2015 ble det etablert forsøksfelt på Øverengmoen i Hemnes kommune, ett felt på areal med restaureringsbehov og det andre på areal i god hevd. På Sørgården i Alstahaug kommune ble det også etablert forsøksfelt i henholdsvis restaurerings- og skjøtselsareal i 2015. Vinteren 2015/2016 ble derimot restaureringsfeltet invadert av vând som snudde jorda opp ned. Vegetasjonsdekket ble helt ødelagt og forsøket måtte avvikles på restaureringsfeltet. Forsøksfeltet på skjøtselsareal kunne derimot videreføres. For å erstatte det tapte restaureringsfeltet på Sørgården ble det etablert et nytt forsøksfelt på Forsheim i Vefsn kommune i 2016. Feltforsøk på Øverengmoen og Sørgården ble avsluttet høsten 2017 etter 3 år med behandling. Forsøket på Forsheim skal gå over en like lang periode og avsluttes derfor først høsten 2018. Bare lokaliteter som inngår i dataanalysen i denne rapporten omtales i påfølgende kapitler.



Figur 3. Studieområde med tre slåttemarklokaliteter.

2.1 Lokalitetene

Øverengmoen

Øverengmoen er en gammel husmannsplass som ligger i Hemnes kommune (figur 4). Berggrunnen i området består av kalksilikatskifer og – gneis. Lokaliteten ligger i overgangen mellom mellom- og nordboreal vegetasjonssone, svakt oseanisk seksjon. Gårdsarealet består av bratte bakker i et ravinelandskap hvor innmarksarealet utgjør ca. 35 daa.

På det meste var det 3-4 kyr, hest og 10-12 sauer mens husmannsplassen var i bruk. Innmarksarealet ble brukt til slåtte- og åkerland. Slåttemarka ble slått på tradisjonelt vis en gang i siste halvdel i juli og graset ble hesjet. Høyet ble brukt som fôr til sau og noen få kyr om vinteren. Det var vanlig at innmarka også ble brukt i korte perioder om våren og høsten til beiting før buskapen ble sendt til fjells, og etter slåtten når dyrene vært sanket fra fjellet. Driften ble lagt ned ca. i midten av 1980-tallet og plassen ble fraflyttet i 1995.

Resterende verdifull slåttemark omfatter 24 daa og består av areal i forholdsvis bra hevd. Det finnes også areal som er under gjengroing. I naturbasen er lokaliteten registrert som regional viktig, verdi B. Vegetasjonstypen klassifiseres til frisk fattigeng, engkvein-rødsvingel-gulaks-eng (G4) jfr. klassifisering etter Fremstad (1997). De mest artsrike partiene er knyttet til noen østvendte

ravineskråninger med kulturmarksarter som prestekrage, hvit- og rødkløver, blåklokke, småengkall, ryllik, grasstjerneblom, engsyre, engkvein, rødsvingel og gulaks. Artsutvalget i de mer frodige slåttemarksarealene domineres av mjødukt, hvitbladtistel, sølvbunke og til dels enghumleblom og engkvein. I tillegg forekommer bl.a. engsyre, engsoleie, åkersnelle, skogstorkenebb og timotei. I partier finnes det et tjukt lag med strø i bunnen. Ingen rødlistede arter ble registrert.

Den første skjøtelsesplanen for Øverengmoen ble utarbeidet i 2007 (Hatten 2007). Etter eierskifte og i forbindelse med tilskuddsordning for trua naturtyper ble skjøtelsesplanen revidert i 2015 (Bär & Carlsen 2015).

De siste årene har arealet blitt slått sporadisk, noen partier årlig, noen partier sjelden. Restaureringsfeltet ble lagt til areal med sjelden slått. Utenom forsøksfeltene ble lettest tilgjengelige arealene slått i prosjektperioden. I en kort periode om våren ble arealet brukt til vårbeite med sau.



Figur 4. Slåttemarkslokalitet på Øverengmoen i Hemnes kommune.

Foto: A. Bär

Sørgården

Slåttemarka på Sørgården ligger på Blomsøya som er en del av et utvalgt kulturlandskap i jordbruket (UKL) i Alstahaug kommune. Berggrunnen domineres av kalkglimmerskifer. Sørgården ligger i mellomboreal vegetasjonssone og i klart oseanisk seksjon.

Slåttemarka er 4,5 daa stor og ligger mellom dyrkamark på vest-, nord- og sørsida og naturbeitemark i mosaikk med kystlynghei på østsida (figur 5). Våningshuset og et stabbur står i kanten av slåttemarka.

Arealet har blitt slått kontinuerlig i mange generasjoner. I følge grunneieren har det verken blitt dyrket, tilsådd eller brukt kunstgjødsel. Likevel finnes det en del förplanter og nitrofile arter, spesielt i sørenden av lokaliteten i tilknytning til nærliggende fulldyrka mark. De mest artsrike og verdifulle partier ligger sentralt i slåttemarka. Den nordlige delen er dominert av gjengroingsarter og defineres som restaureringsareal. Av urter finnes det rødkløver, småengkall, hvitkløver, prestekrage, blåklokke, engsyre, engsoleie, gulflatbelg, stortvedblad, fuglevikke, sumpmaure, hvitbladtistel, myrhatt,

sumphaukeskjegg, marikåpe ssp. og sveve ssp. Av gras og halvgras forekommer bl.a. slåttestarr, dunhavre, smårørkvein, gulaks og engkvein. Arter som indikerer gjengroing og god næringsforsyning er bl.a. hundekjeks, mjødukt, løvetann ssp., geitrams og skogsstorkenebb. Også arter relatert til dyrking ble registrert: timotei, hundegras og høymole.

Det ble laget en skjøtelsesplan for slåttemarka på Sørgården i 2104 (Bär 2014) hvor lokaliteten ble registrert i naturbasen med verdi C, «lokalt viktig».

Arealet slås årlig med tohjulstraktor og med ljà langs kantene. Graset hesjes og høyet lagres i stabburet og brukes til vinterfôr. Slåttemarksarealet brukes også til høstbeite i forbindelse med sauesanking i slutten av september.



Figur 5. Slåttemarkslokalitet på Sørgården i Alstahaug kommune.

Foto: A. Bär

2.2 Klima og værforhold

Nærmeste klimastasjon for lokaliteten Sørgården ligger på Tjøtta, ca. 8,6 km unna. Målingene viser at den første delen av vekstsesongen i 2015 var forholdsvis kjølig og det kom spesielt mye nedbør i juli. Sensommeren var over gjennomsnittet varm med lite nedbør. Derimot lå sommertemperaturene i 2017 i alle måneder over normalen og spesielt juni og juli var varmere enn vanlig. I begge forsøksår lå nedbørmengdene over normalen unntatt i september. Spesielt i august kom det nesten dobbelt så mye nedbør enn vanlig. Septembermåned var varm og tørr i både 2015 og 2017 (tabell 1).

Tabell 1. Temperatur og nedbør for sommermånedene juni-september 2015 og 2017 og normalen. Klimastasjon Tjøtta.

	Temperatur (°C)			Nedbør (mm)		
	2015	2017	Normal	2015	2017	Normal
Juni	9,0	12,6	11,2	93,5	87,3	55,0
Juli	12,2	14,1	13,0	113,5	80,1	75,0
August	15,9	13,5	13,0	72,7	152,1	85,0
September	12,4	12,9	9,7	68,3	60,6	120,0
GIENSN/SUM	12,4	13,3	11,7	348	380,1	335,0

For lokaliteten Øverengmoen ligger klimastasjon på Seljelia nærmest med en avstand på 10,8 km. Her foreligger det ikke noen tall for normalperioden (tabell 2).

Temperaturmålingene i 2015 viser et ganske likt mønster sammenlignet med klimastasjonen på Tjøtta: vekstsesongen startet kjølig, men augustmåned var veldig varm. Temperaturene i 2016 og 2017 var forholdsvis likt unntatt juli 2016 da det var 1°C varmere i gjennomsnitt enn i 2017. Nedbøren var lavest totalt sett sommeren 2015. I 2016 var september spesielt våt og juni ganske tørr, mens i 2017 kom det svært mye regn både i juli og august.

Tabell 2. Temperatur og nedbør for sommermånedene juni - september 2015 - 2017. Klimastasjon Seljelia.

	Temperatur (°C)			Nedbør (mm)		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Juni	8,5	10,9	10,8	72,6	55,0	71,3
Juli	12,0	14,1	13,1	69,3	59,3	126,7
August	14,3	11,6	11,9	112,5	118,9	181,9
September	10,5	10,2	10,8	62,7	190,2	21,6
TOTALT				317,1	423,4	401,5

3 Metode

3.1 Forsøksfelt

Det ble etablert i alt to forsøksfelt i to lokaliteter. I hvert forsøksfelt inngikk to blokker, en for skjøtselsforsøk og en for restaureringsforsøk. I hver blokk inngikk i alt fire forskjellige behandlinger. Blokkene ble lagt opp som et stratifisert og randomisert blokkforsøk med tre gjentak for hver behandling, dvs. at hver blokk besto av 12 forsøksruter. På Sørgården ble forsøksfeltet redusert om behandlingen med slått hvert annet år (behandling C) siden driftsopplegget til grunneieren ikke tillot dette. For å redusere eventuelle kanteffekter fra naboruter var forsøksrutene 5 x 5 m store. I midten av hver rute ble det plassert et vegetasjonsplot på 1 x 1 m for å registrere artssammensetning og vegetasjonsstruktur.

I forsøksfelt med restaureringsslått ble følgende behandlingene gjennomført som realistiske alternative metoder for restaurering (tabell 3):

Tabell 3. Behandlingene i restaureringsfelt i forhold til anbefalt skjøtsel og praktiske utfordringer.

Behandling			Fjerningsgrad av plantemateriale	Kommentar
Slåtteredskap	Antall slått			
A	Beitepusser/ Ryddesag	1x i juli	Delvis fjernet	Mulig alternative som krever redusert arbeidsinnsats og kan håndtere slått av trevlerike planter og mye biomasse med bare 1 x slått
B	Ljå	1x i juli	Alt fjernet	Vanlig skjøtselmetode jfr. handlingsplanen
C	Ljå	2x i juni og juli	Alt fjernet	Anbefalt restaureringsmetode jfr. Handlingsplanen
D	Beitepusser/ Ryddesag	2x i juni og juli	Ikke fjernet	Anbefalt regime med 2x slått for å forhindre frøformering av gjengroingsarter. Bruk av beitepusser medfører knusing av gras i småbiter som ikke fjernes (minimalt arbeidsinnsats)

Behandlingene i restaureringsfeltet på Øverengmoen ble gjennomført i tre vekstsesonger fra 2015-2017. Restaureringsfeltet på Sørgården måtte avvikles etter en sesong (2015) siden vånd hadde fullstendig gravd seg gjennom arealet og ødela vegetasjonsdekket. I 2016 ble det derfor anlagt et nytt restaureringsfelt på Forsheim/Davemobakken. Behandlingene har blitt testet i to år (2016 og 2017) og skal avsluttes etter vegetasjonssesongen i 2018.

I forsøksfelt med skjøtselsregime på Øverengmoen og Sørgården ble henholdsvis 4 og 3 behandlinger testet over tre vekstsesonger (2015-2017). Disse ble ansett som realistiske alternative metoder for vedlikehold av eng i normal skjøtsel (tabell 4).

Tabell 4. Behandlingene i skjøtselsfeltet i forhold til anbefalt skjøtsel og praktiske utfordringer.

	Behandling			Kommentar
	Slåtteredskap	Antall slått	Fjerningsgrad av plantemateriale	
A	Beitepusser/ Ryddesag	1 x i juli	Ikke fjernet	Mulig alternativ som krever redusert arbeidsinnsats når graset ikke brukes til fôr
B	Beitepusser/ Ryddesag	1 x i juli	Delvis fjernet	Mulig alternativ for skrinne, ujevne og små arealer
C*	Ljå	1 x i juli hvert 2. år	Alt fjernet	Muligens tilstrekkelig alternativ for slåttemark som er lavproduktivt og hvor graset ikke brukes til fôr
D	Ljå	1 x i juli	Alt fjernet	Anbefalt skjøtselsmetode jfr. tradisjonell bruk og handlingsplan

* bare testet på lokalitet Øverengmoen

3.2 Slåttere regime og slåtteredskap

Første slått (restaurerings slått) ble gjennomført rundt St. Hans, dvs. mellom 20.-24. juni hvert år. Hovedslåtten ble gjennomført 4 uker senere, i midten av juli. Slåttetidspunktene tilsvarte tida som vanligvis anbefales i skjøtselsplaner i denne regionen. Her tas det utgangspunkt i at restaurerings- slåtten skal skje før gjengroingsarter begynner å blomstre og sette frø, før de blir for høye eller for grove til å slås. I midten av juli til hovedslåtten har mange engarter begynt å blomstre og til dels satt frø som er ønsket med tanke på reproduksjon av artene i verdifull slåttemark.

I prosjektperioden falt slåttetidspunktet stort sett sammen med gode tørkeforhold slik at plantematerialet tørket raskt på bakken før den ble fjernet i de tilfellene forsøksbehandlingen krevde dette.



Figur 6. Ljå ble brukt som skjærende slåtteredskap (t.v.) mens henholdsvis beitepusser og ryddesag ble brukt som knusende slåtteredskap (t.h.).

Foto: A. Bär

Som skjærende redskap ble lja brukt framfor tohjulsstraktor siden den var lettere å håndtere på de forsøksrutene på 5 x 5 m. Som knusende redskap ble en håndholdt beitepusser brukt i skjøtselsfeltet på Sørgården og under restaurering på Forsheim mens ryddesag med tråd ble brukt på Øverengmoen (figur 6). Det må presiseres at beitepusseren brukt i forsøket er håndholdt, lett utstyr og tilsvarer ikke en modell som henges bak en traktor hvor graset knuses i veldig små biter. Den håndholdte beitepusseren er utstyrt med en roterende knivblad som river av og knuser plantene. Knusegraden er avhengig av knivens roteringshastighet og hvor raskt maskinen går over slåtteearealet. I forsøket ble denne type beitepusser brukt med middels roteringshastighet og framdrift. Med denne innstillingen ble graset tydelig knust i mange småbiter, men ikke så mye som det er vanlig ved bruk av en plenklipper i bioklipp-modus. Med dette som forutsetning er slåtemåten og knusegraden til beitepusseren og ryddesaga ganske så likt slik at bruken av disse bli ansett som likestilt.

3.3 Vegetasjonsanalyser

Artssammensetning av alle karplanter ble registrert i plots på 1 x 1 m med dekningsgrad (i prosent) før behandlingen startet i 2015 og til samme tid i 2017 etter to år med behandlinger. I tillegg til artenes dekningsgrad ble også dekningsgrad for feltsjikt (gjennomsnittsmåling av fem høydemålinger) og strøsjikt (i prosent) notert samt dekning av gras og urter som funksjonell gruppe. Registrering av artsmangfold ble supplert med frekvensdata, dvs. forekomst av alle arter innenfor 8-16 småruter i hvert vegetasjonsplott på 1 m². På den måten vil en mer presist fange opp økning eller tilbakegang av arter som i utgangspunktet ikke får høy dekningsgrad på grunn av vekstform (f.eks. bladstørrelse, størrelse på planten), eller tilstedeværelse (f.eks. spredt forekomst, tuer).

For å se fra et mer overordnet nivå på endringer i artssammensetning ble artene klassifisert i grupper med likhetstrekk, såkalte funksjonelle grupper, basert på to ulike klassifiseringssystemer: Natur i Norge (NiN) og Ellenbergs indikatorverdier. I NiN-systemet er artene rangert etter deres optimum i utbredelsen og avhengighet av ekstensiv hevdintensitet (Halvorsen et al. 2016). For vurdering av kulturmarkstilknyttingen samt inndeling i uønskete (gjengroings-)arter ble også artstabellen i skjøtselsboka benyttet (Norderhaug et al. 1999). Ellenbergs indikatorverdier vurderer artenes krav i forhold til økologiske faktorer som lys, temperatur, fuktighet og nitrogen (Ellenberg et al. 1991). For inndelingen av registrerte arter i funksjonelle grupper ble indikatorverdiene for lys og nitrogen brukt.

For begge klassifiseringssystemer ble artene definert som enten engspesialister, enggeneralister, uønskete (gjengroings-)arter eller nitrofile, lyskrevende arter. Eksempelvis viser artene definert som enggeneralister en bredere amplitude i habitatkrav innen seminaturlige naturtyper og avhengighet av ekstensiv hevd i forhold til engspesialister.

Artene grupperte seg noe forskjellig i de to indikatorsystemene (se vedlegg 1) men gav ingen nevneverdige forskjell i dataanalysen. I rapporten presenteres derfor bare resultatene basert på Ellenberg da dette systemet kobler artene direkte mot krav i næringsforsyning og lys. Dataanalysen ble kjørt med frekvensdata siden disse reduserer store utslag i dekningsgrad som skyldes ulikheter i fenologisk utvikling.

Utover artsmangfoldet kan også vegetasjonsstrukturen gi en pekepinn på tilstanden av enga. Derfor ble vegetasjonshøyde, dekning av strøsjikt og andel gras mot urter før behandlingen startet i 2015 og til samme tid i 2017 registrert.

3.4 Jordanalyser

I 2015, ble jordprøver tatt ut som samleprøve for hele forsøksfeltet for å kartlegge status på total nitrogeninnhold (mod. Kjeldahl N, EN 13654-1), pH (NS-EN 12176), glødetap (NS 4764) og total

tørrestoffinnhold (NS 4764) før behandlingen startet i juni samme år. Deretter ble jordprøvene tatt ut leddvis i september i 2017 for å teste hvordan de forskjellige behandlingene har påvirket jordegenskapene. Jordanalyser ble gjennomført for jordlaget på henholdsvis 0-5 cm og 5-20 cm.

For å fange opp mulige endringer i plantetilgjengelig nitrogen grunnet ulik fjerningsgrad av plantemateriale etter slåtten ble det brukt PRSTM-prober (Plant Root SimulatorTM) som måler plantetilgjengelige næringsstoffer i en jorddybde mellom ca. 5-15 cm. PRSTM-probene simulerer røtter og fanger opp henholdsvis kationen og anionen på en membran. Fire par (kation + anion) PRSTM-prober ble satt inn i jorda for å måle plantetilgjengelig nitrat og ammonium per vegetasjonsrute (figur 7). I 2015 startet målingene i midten av juni og ble avsluttet i midten av august. Probene ble byttet ut med 2-uker-intervaller. Måleresultatene fra samme forsøksrute ble aggregert til én gjennomsnittlig måleverdi for henholdsvis nitrat og ammonium. Måleresultatene basert på 2 uker-intervaller var veldig lave og dermed knapt mulig å påvise med hensyn til feilmarginene i analysemetoden. Derfor ble bytteintervallet av PRSTM-prober utvidet til fire uker om gangen i 2017. Samtidig ble den totale måleperioden utvidet til midten av september for å dekke det meste av vegetasjonsperioden der plantene kan ta opp næringsstoffer til veksten sin.

Etter uttak av PRSTM-probene ble disse rensset med destillert vann og lagret fuktig og kjølig før de ble sendt til analysering til Western Ag Innovations laboratory in Canada ved slutten av målesesongen.



Figur 7. PRSTM-prober måler plantetilgjengelig nitrat og ammonium.

Foto: A. Bär

3.5 Statistiske metoder

Resultatene er behandlet i to deler der den første delen omtaler restaurering av tidligere slåttemark og den andre delen beskriver regulær skjøtsel.

Artenes turnoverindeks (T) er et mål på endringer i artssammensetting mellom to tidspunkt. Indeksen ble beregnet for hvert plott med ligningen $T = (I+U) / n$ hvor I er antall innkommende arter i hvert plott gjennom perioden, U er antall utgående og n er summen av alle arter i plottet ved inngangen til studieperioden.

Indirekte gradientanalyse (DCA) ble brukt for å vurdere effekten av de ulike behandlingene for endringer i artssammensetting for henholdsvis restaurering og skjøtsel. DCA er valgt for å kunne vurdere de viktigste gradientene i datasettet og effekten på artssammensetting av de ulike behandlingene i etterkant, uten at effekten av miljøvariabelen har påvirket gradienten direkte. Ordinasjonsanalysene ble gjort i R pakken Vegan 2.5-1 (Oksanen et al 2018).

Effekten av de ulike behandlingene for de funksjonelle gruppene (engspesialister, enggeneralister, uønskete (gjengroings-)arter og nitrofile, lyskrevende arter) og for vegetasjonssjikt ble analysert i Generalisert Lineær Model (GLM). Frekvens i småruter (16 pr. plott) og på dekningsgrad pr. plott inngikk som respons, mens behandling, funksjonell gruppe og interaksjonen mellom disse inngikk som forklaringsvariabler. Modellen ble deretter testet for å påvise eventuell signifikant effekt av behandlingen mellom gruppene. Ettersom data fra år 2015 ble registrert før behandlingen startet inngikk dette året som inngangsverdi og alle endringer ble beregnet ved å dele verdiene registrert i 2017 på de som ble registrert i 2015, slik at respons for dekningsgrad og frekvens i alle plott er relatert til inngangsverdien. Verdier mindre enn 1 indikerer dermed en reduksjon og verdier >1 en økning. Tilsvarende ble også gjort for vegetasjonssjikt. Dataene ble analysert i R 3.4.4 (R Core Team 2018) og i Minitab 17.2.1.

Artsturnover og DCA er bare beregnet for lokaliteten på Øverengmoen, endringer i andel funksjonelle grupper og vegetasjonsstruktur tar utgangspunktet i et samlet datasett, mens endringer av utvalgte arter diskuteres for hver lokalitet separat.

4 Resultater

4.1 Restaurering

4.1.1 Vegetasjonsendringer

Restaureringsfeltet på Øverengmoen hadde et stort restaureringspotensiale siden vegetasjonen var i en tidlig gjengroingsfase. Spesielt mjødurt ble registrert med høy dekningsgrad, samtidig som mange enggeneralister og engspesialister som f.eks. bleikstarr, gulaks og småengkall var fremdeles til stede. Antall arter var dermed forholdsvis stabilt i prosjektperioden med totalt 33 arter, 30 arter i 2015 og 32 arter i 2017. Etter tre år med gjenopptatt slått var gjengroingsarter som mjødurt fremdeles til stede, men dekningsgraden var betydelig redusert i forhold til 2015 (figur 8).



Figur 8. Vegetasjonsruter i restaureringsfelt før behandling i 2015 (t.v.) og i 3. året med behandling i 2017 (t.h.). Ruten i den øvre raden har blitt slått 1x i juli med ljå og plantematerialet ble fjernet. Ruten i den nedre raden ble slått to ganger (juni og juli) med ryddesag uten at plantematerialet ble fjernet.

Foto: A. Bär

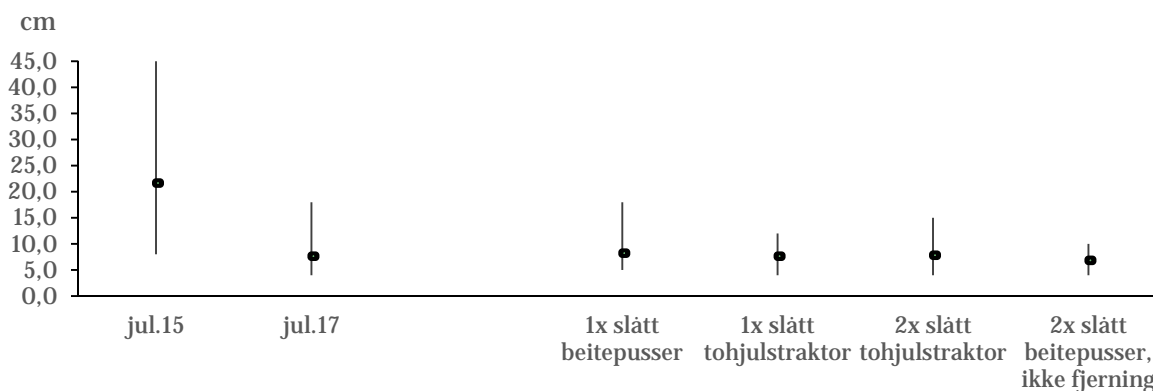


Figur 9. Forsøksfeltet i restaureringsområde på Øverengmoen i 2015 (øverst), 2016 (i midten) og 2017 (nederst). Det er tydelig at vegetasjonshøyde ble redusert samtidig som vegetasjonssammensetning endret seg.

Foto: A. Bär

Figur 9 gir et visuelt inntrykk av hvordan forsøksfeltet i restaureringsområde på Øverengmoen endret seg. Det vistest at vegetasjonshøyden er redusert, spesielt dekningsgraden til mjødurte be redusert og en større andel gras var mer synlig.

Basert på målinger ble vegetasjonshøyden betydelig redusert fra gjennomsnittlig 21,7 cm i 2015 til 7,7 cm i 2017 (figur 10). Dette skyldes først og fremst at arealet ble slått igjen etter mange år uten høsting. Stor betydning for den reduserte vegetasjonshøyden hadde den høyvokste mjødurten som ble kraftig redusert både i veksthøyden og dekningsgrad i alle vegetasjonsplottene. Det var imidlertid ingen signifikante forskjeller mellom behandlingene etter 3 år.

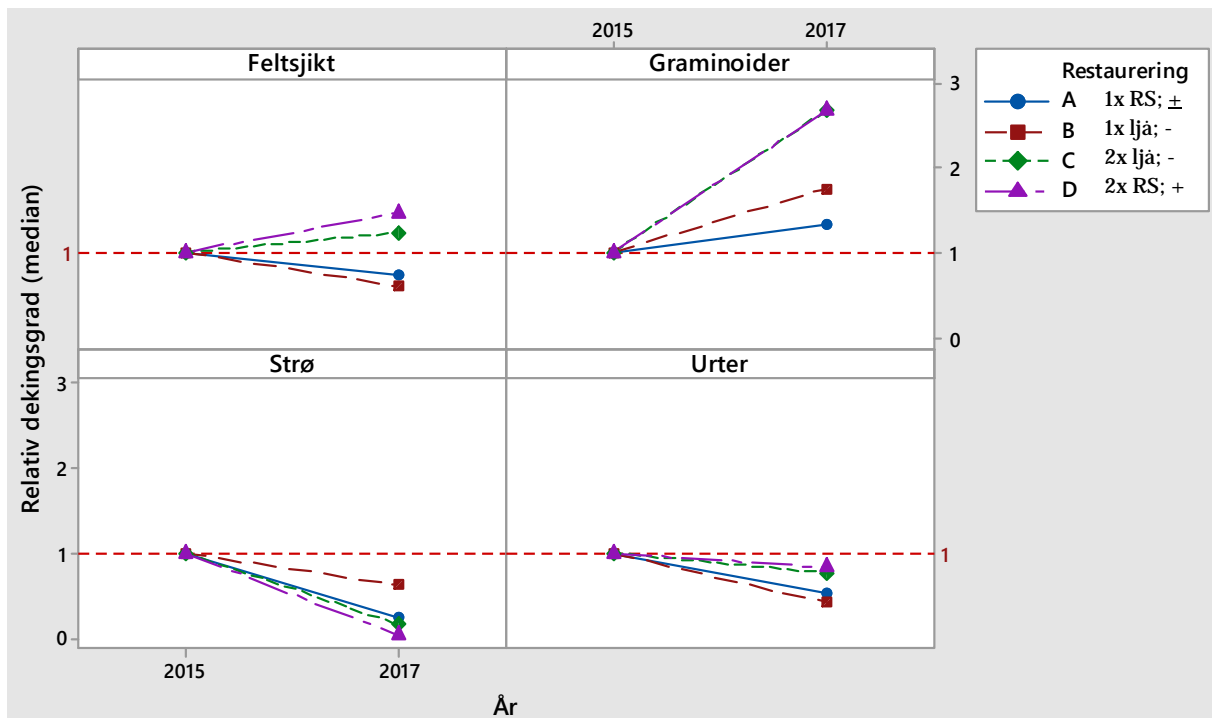


Figur 10. Samlet vegetasjonshøyde før behandlingen i 2015 og etter 3 år med behandling i 2017 (t.v.). På høyre siden vises minimum, maksimum og gjennomsnittlig vegetasjonshøyde i 2017 for hver behandling. Data er fra restaureringsfeltet på Øverengmoen.

Vegetasjonsstrukturen endret seg med tanke på forholdet mellom andel gras og urter (figur 11). I alle behandlingene økte grasandelen mens urter gikk tilbake. Mye av den endrete sammensetningen skyldtes at gjengroingsarter som mjødurte, skogstorkenebb, geitrams og enghumleblom gikk mye tilbake etter igangsatt restaurering. Disse gjengroingsartene har alle en vekstform med store, kraftige individer og store blad. Endringer i forekomst av disse artene gir derfor tydelig utslag når dekningsgrad blir brukt for å beskrive sammensetning av vegetasjon.

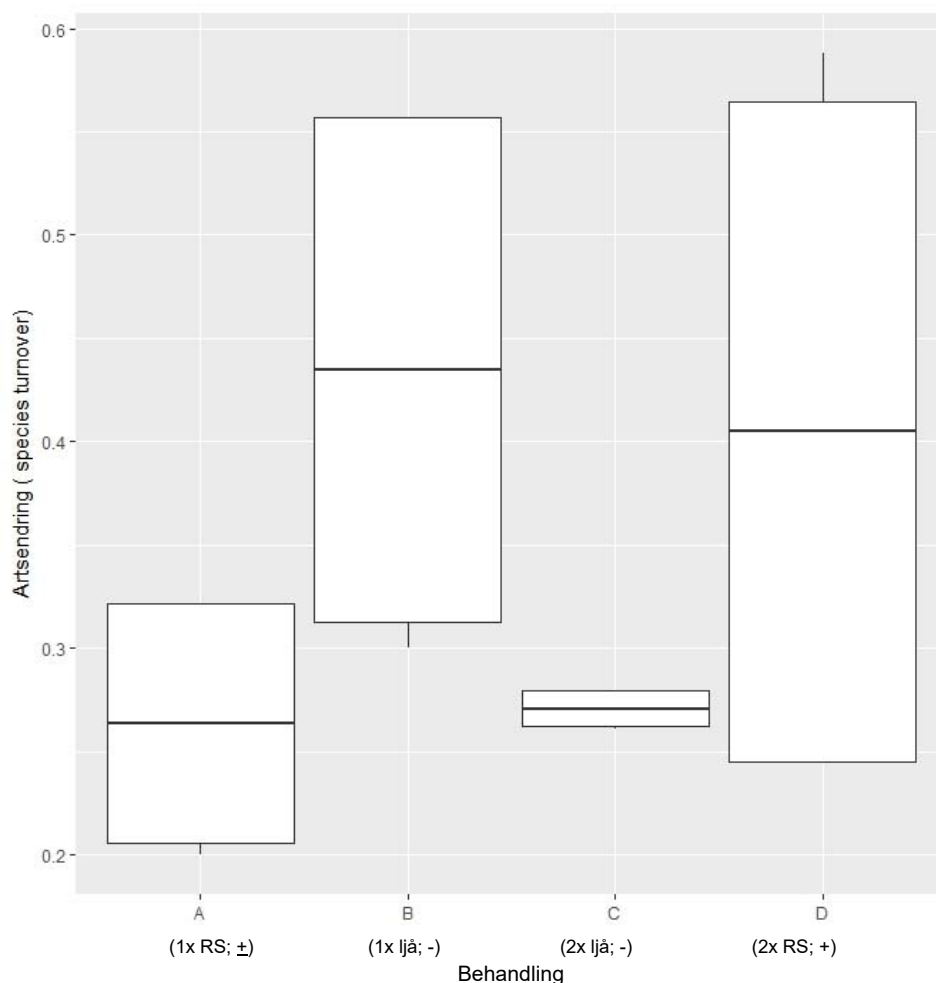
To ganger slått uavhengig av slatteredskap førte til en høyere andel av gras. Likevel ble reduksjonen i andel urter ikke tilsvarende stor. Årsaken kan ligge i at én dominerende gjengroingsart som mjødurte ble betydelig redusert mens andelen av flere andre urter samtidig økte som f.eks. ryllik og hvitkløver (se figur 13).

Generelt sett var strøsjiktet sterkt redusert i 2017 i forhold til 2015 (figur 11) og reduksjonen er størst i de forsøksrutene som ble slått to ganger i løpet av en vekstsesong uavhengig av redskapsbruk. Strøsjiktet ble også redusert på de forsøksrutene hvor plantematerialet ikke ble fullstendig fjernet. Dette indikerer at gjenliggende plantemateriale ved bruk av ryddesag ikke akkumulerte til målbar strøsjiktdekning året etter. Det kan være at det finkutta plantematerialet etter bruk av ryddesag tørket raskt inn og ble brutt ned nokså raskt.



Figur 11. Endring i relativ dekningsgrad (median) i feltsjikt, graminoider, urter og strøsjikt i restaureringsfeltet i Øverengmoen (2015-2017) ved ulike behandlinger. Behandling A= 1x ryddesag (RS) og plantemateriale delvis fjernet (+); B= 1x ljå og plantemateriale fjernet (-); C= 2x ljå, 2x og plantemateriale fjernet (-); D= 2x ryddesag (RS) og plantemateriale ikke fjernet (+). Referanseverdien 1 indikerer nivået i 2015.

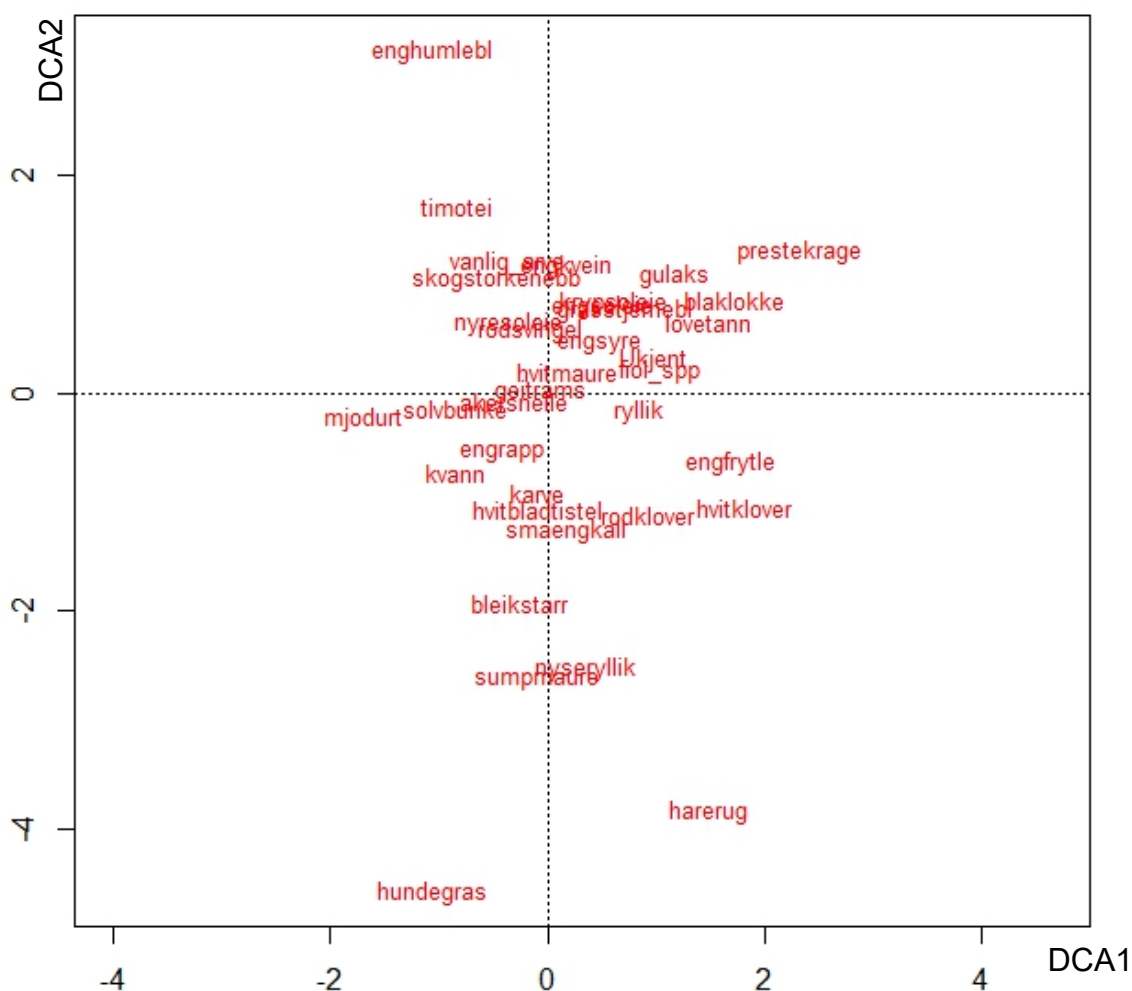
Beregning av endringer i artssammensetning (artsturnover) mellom 2015 og 2017 viste ingen signifikante forskjeller mellom de ulike behandlingene (figur 12). De største endringene fant vi mellom behandling B og D som representerte i utgangspunktet ganske forskjellige slåttereimer med henholdsvis 1x ljåslått og fjerning av plantematerialet mot 2x slått med ryddesag uten fjerning av plantematerialet. Det viste seg at artene som gikk ut eller kom inn var forskjellige mellom de to behandlingene. Ljåslåtten med fjerning av plantematerialet (B) førte gjennom utskifting til en større andel arter typisk for seminaturlig eng, mens 2x slått med ryddesag (D) viste ingen tydelig mønster i innkommende og utgående arter.



Figur 12. Endringer i artssammensetningen (artsturnover) fra 2015 til 2017 i restaureringsfelt (n=3) i Øverengmoen etter tre år med ulike slåttereimer. Behandling A= 1x ryddesag (RS) og plantemateriale delvis fjernet (±); B= 1x ljå og plantemateriale fjernet (-); C= 2x ljå, 2x og plantemateriale fjernet (-); D= 2x ryddesag (RS) og plantemateriale ikke fjernet (+). Boxplottene inkluderer verdiene innenfor 25-75 %-kvartil samt at median er vist. Det er ingen signifikante forskjeller mellom de ulike behandlingene. Stor variasjon i størrelsen av boxplottene påvirkes i stor grad av få gjentak av samme behandling.

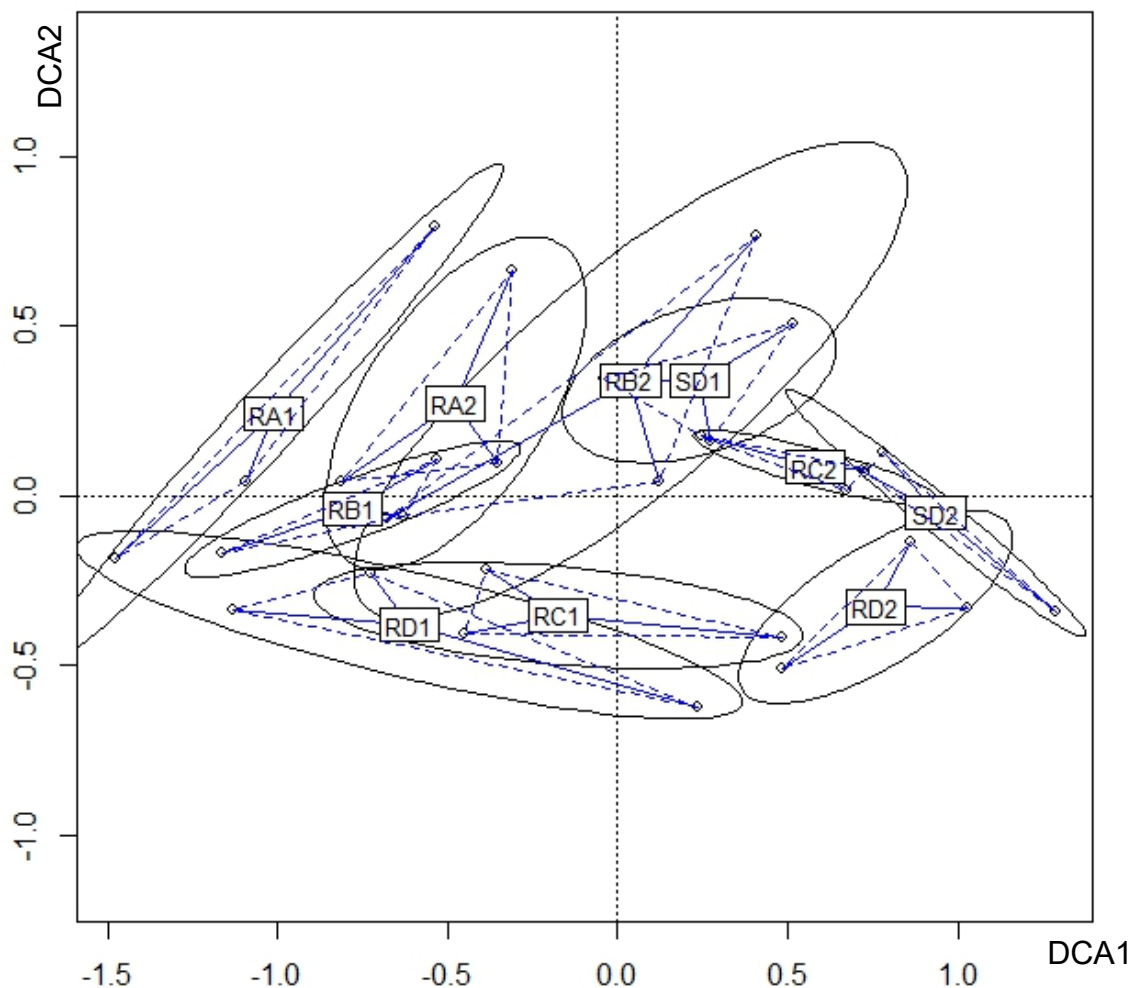
Vegetasjonsdataene ble analysert med DCA-ordinasjon. Dette er en type indirekte gradientanalyse som brukes til å studere gradienter i vegetasjonssammensetning og hvordan denne varierer med miljøforhold. I figuren plasserer plottene og artene seg langs akser (ordinasjonsakser) som representerer vegetasjonsgradienter (skalert i standardavvik (SD)). Posisjonen langs aksen gjenspeiler en gradvis endring av artssammensetningen. I DCA-analysen inngår ikke økologiske forklaringsvariabler direkte slik at aksene må tolkes i forhold til den underliggende økologiske gradienten som kan være sammensatt av en til flere økologiske parametere. Førsteaksen (DCA 1) representerer den forklaringsvariabelen som har gitt opphav til størst variasjon i artssammensetningen.

I figur 13 er mange arter typisk for slåttemark i god hevd plassert i den øvre høyre delen av diagrammet. Gjengroings- og uønskete arter ligger derimot på venstre siden. Den underliggende miljøvariabelen til DCA1-aksen kan dermed tolkes som gradient fra gjengroing til god hevd. Hevd ser derfor ut å ha størst betydning for artenes forekomst. Gradienten som DCA2-aksen representerer er trolig mer sammensatt og kan til en viss grad relateres til en kombinasjon av bl.a. lystilgang og næringsstofforsyning. Arter som profiterer av god næringsstofforsyning finnes i den øvre (venstre) delen av diagrammet.



Figur 13. Ordinasjonsdiagram (DCA) viser artenes plassering langs 1. og 2. akse som representerer vegetasjonsgradienter i datasettet. Det vises alle arter med forekomst i restaureringsrutene i Øverengmoen.

Figur 14 viser ved hjelp av DCA-analysen hvordan artssammensetningen i vegetasjonsrutene ble påvirket av de ulike behandlingene. Plotenes plassering langs DCA-aksene vises som punkter. Senteret av plotenes plassering (dvs. gjennomsnittsplassering) for hver behandling og år vises som tekstboks der type behandling er kodet med bokstaver og år (1 og 2, se figurtekst). Plott med lik behandling er holdt sammen med et nett, og ellipsen rundt angir standardavviket. Plott med stor bevegelse langs førsteaksen har blitt mest påvirket av behandlingen, og har hatt størst endring i artssammensetning. Vegetasjonsruter fra skjøtselsfeltet vises i tillegg i figuren for å kunne vurdere effekten av ulike restaureringsmetoder mot eng i normal skjøtsel.



Figur 14. Ordinasjonsdiagram (DCA) viser samla score langs DCA akse 1 og 2 for de ulike behandlingene (tekstboks) basert på tre plott pr behandling. Behandling RA= Ryddesag 1x/år (plantemateriale delvis fjernet), RB= Ljå 1x/år (plantemateriale fjernet), RC= Ljå, 2x/år (plantemateriale fjernet), RD= Ryddesag, 2x/år (plantemateriale ikke fjernet). Behandling SD= Ljå, 1x/år (plantemateriale fjernet) er referanseplott identisk med SD i skjøtselsfelt fra samme lokalitet. Tall angir år, 1= 2015 og 2= 2017.

Hovedendring for alle behandlingene skjedde stort sett langs den første ordinasjonsaksen fra gjengroingsdominert til en artssammensetning med økt andel av arter typisk for seminaturlig eng. Dette betyr også at alle behandlingene gav noen, men ulik effekt på at artssammensetningen ble likere den i skjøtselsfeltet ved at restaureringsplottene nærmet seg den i eng i normal skjøtsel.

Behandlingen med to slåtter med ryddesag (D) uten at plantematerialet ble fjernet førte til den største endringen i artssammensetning (tabell 5). Her ble spesielt arter favorisert som krevde god lystilgang, men tålt også noe bedre forsyning med næringsstoffer. Det er bare dette leddet som viste en større

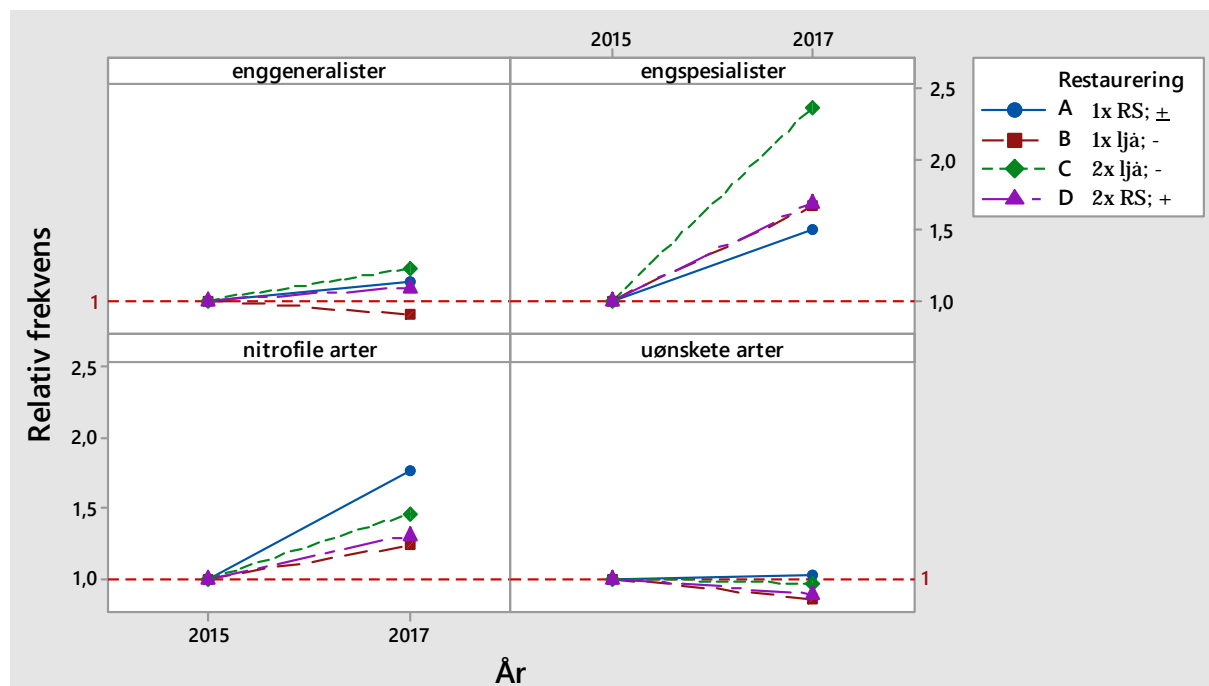
effekt av behandling enn referanseplottene fra skjøtselsfeltet. Begge ljåslåttbehandlingene viste en viss økt bevegelse langs DCA2-aksen enn behandlingene med ryddesag. Dette indikerte at ljåslått fremmet forekomst av engspesialister med krav på god lystilgang og lite næring i større grad enn behandlingene med ryddesag.

Tabell 5. Bevegelse av sentroider av de ulike behandlingene langs 1. DCA akse fra 2015 til 2017.

	2015	2017	Samlet bevegelse
A (1x ryddesag, planter delv. fjernet)	-1.01	-0.48	0.53
B (1x ljå, planter fjernet)	-0.78	0.04	0.78
C (2x ljå, planter fjernet)	-0.17	0.58	0.75
D (2x ryddesag, planter ikke fjernet)	-0.61	0.76	1.37
Referanse (SD) (1x ljå, planter fjernet)	0.24	0.94	0.70

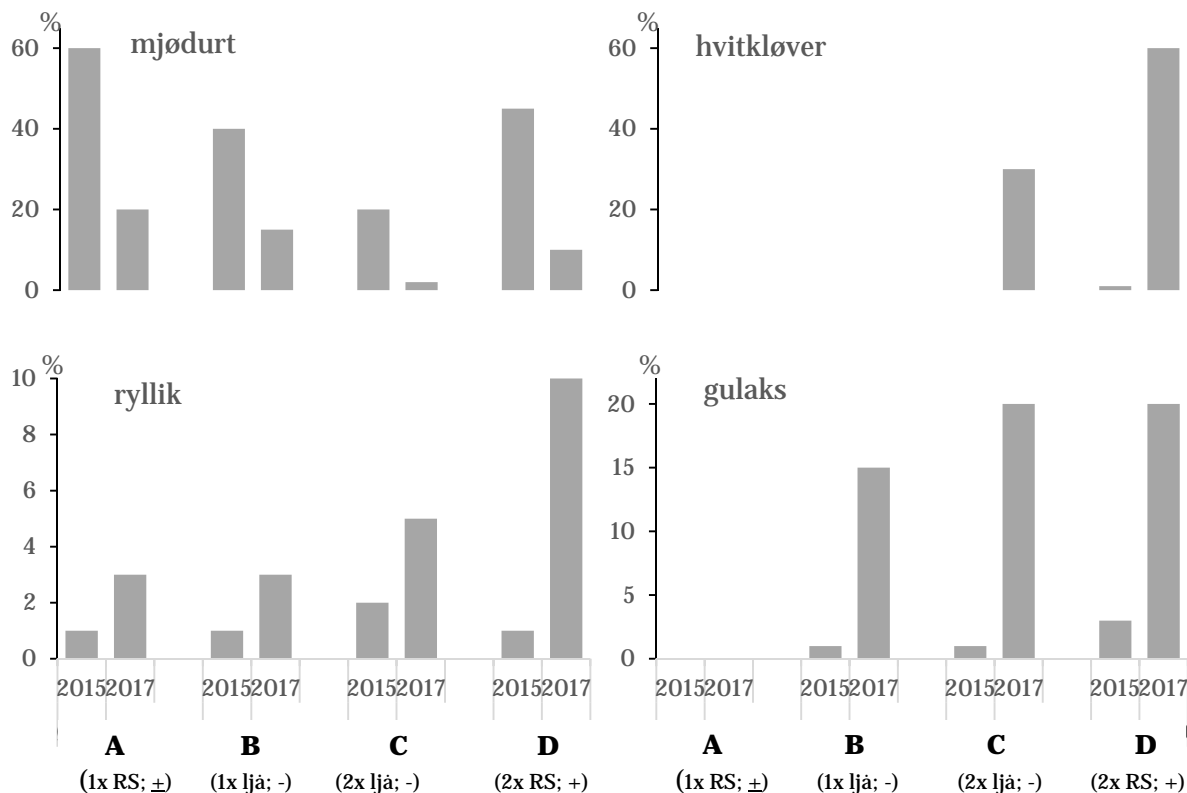
Inndeling av artssammensetning i funksjonelle grupper hadde som formål å avdekke mulige forskjeller i plantesamfunnet på et overordnet nivå som kunne relateres til ulik bruk av slåtteredskap og fjerningsgrad av plantemateriale.

Gjengroingsgraden ble redusert ved at andel uønskete arter gikk generelt tilbake uten at ulike behandlinger gav signifikante utslag (figur 15). Samtidig økte andel enggeneralister og engspesialister (unntatt generalister i behandling B). Den største økningen i engspesialister ble registrert for 2x slått med ljå og fjerning av graset som tilsvarer anbefalt restaureringsregime. Bruken av ryddesag førte imidlertid også til en positiv utvikling, men en svakere økning i forekomst av engspesialister. Samtidig økte lyskrevende arter som også er konkurransedyktige med bedre næringsforsyning. Siden ingen av behandlingene viste en signifikant forskjell kunne det ikke sikkert fastslås hvilken virkning bruken av ryddesag hadde i motsetning til bruk av ljå og fullstendig fjerning av plantematerialet.



Figur 15. Effekten av fire ulike slåtteregimer på endring i standardisert relativ frekvens innen artsgrupper i restaureringsfeltet (2015-2017). Behandling A= 1x ryddesag (RS) og plantemateriale delvis fjernet (+); B= 1x ljå og plantemateriale fjernet (-); C= 2x ljå, 2x og plantemateriale fjernet (-); D= 2x ryddesag (RS) og plantemateriale ikke fjernet (+). Referanseverdien 1 indikerer nivået i 2015. Ingen av behandlingene har hatt signifikant forskjellig effekt fra hverandre.

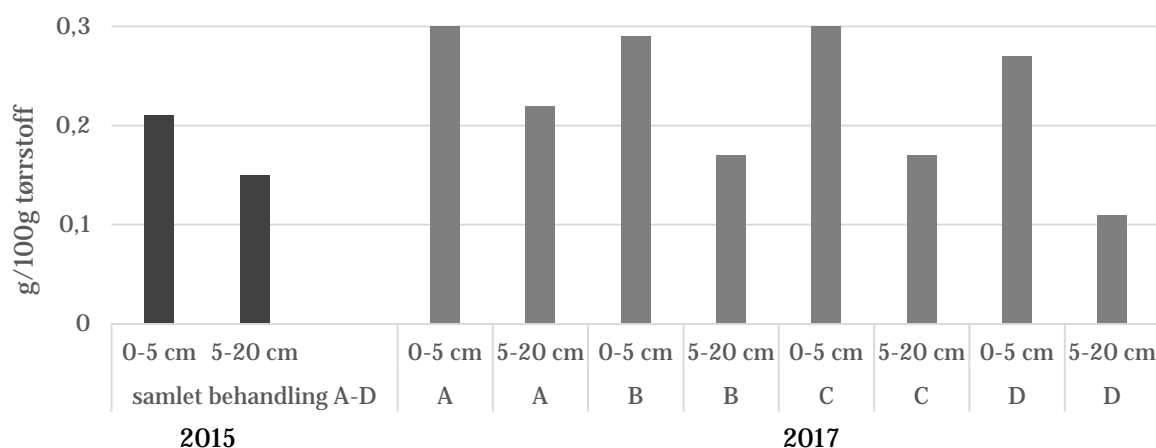
På artsnivå viste enkelte arter store endringer i dekningsgrad. Mjødurt gikk generelt tilbake, men var fremdeles til stede i alle rutene uten å dominere artssammensetningen. Andel hvitkløver økte i behandlingene med to slåtter uavhengig av redskapsbruk (figur 16). Ryllik reagerte generelt positivt på slått, men viste størst økning i rutene som ble slått to ganger med ryddesag uten at plantematerialet ble fjernet. Responsen til gulaks var forholdsvis lik ryllik. Ingen av engartene viste noen tydelig negativ respons på at plantematerialet ikke ble fjernet etter slåtten.



Figur 16. Endringer i dekningsgrad (2015-2017) for utvalgte arter gruppert etter behandling (Behandling A= 1x ryddesag (RS) og plantemateriale delvis fjernet (±); B= 1x ljå og plantemateriale fjernet (-); C= 2x ljå, 2x og plantemateriale fjernet (-); D= 2x ryddesag (RS) og plantemateriale ikke fjernet (+). Mjødurt representerer den funksjonelle gruppen «uønskete arter», hvitkløver klassifiseres som «lyskrevende, nitrofil art», ryllik betegnes som «enggeneralister» mens gulaks representerer «engspesialister».

4.1.2 Endringer i jordkjemiske egenskaper

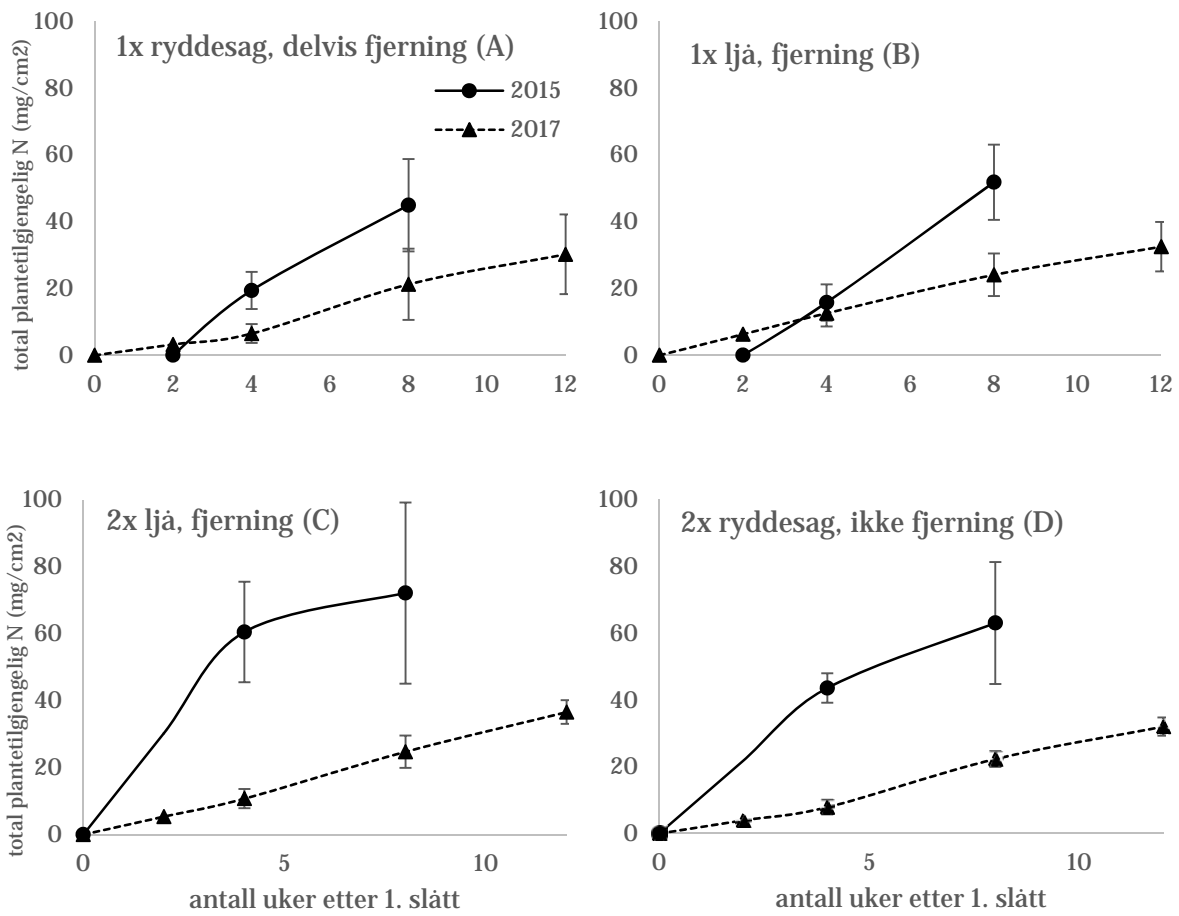
Basert på jordprøvetaking var total nitrogeninnhold i jorda høyere etter 3 år, især i det øverste jordsjiktet (fra 0-5 cm) uavhengig av ulike behandlinger. Årsaker til disse endringene kan være flere. Jordprøvene i 2015 ble tatt i juni når veksten var i gang og en god del av nitrogen var tatt opp av plantene. Derimot ble jordprøvene tatt i 2017 på slutten av vekstsesongen for å kunne se på effekter etter tre år med behandling. På dette tidspunktet går opptak av nitrogen generelt ned og derfor kan det være mer nitrogen i jorda.



Figur 17. Total nitrogeninnhold i jorda på 0-5 cm og 5-20 cm i 2015 som samlet verdi og 2017 inndelt etter behandlinger for Øverengmoen. Behandling A= 1x ryddesag (RS) og plantemateriale delvis fjernet (+); B= 1x ljà og plantemateriale fjernet (-); C= 2x ljà, 2x og plantemateriale fjernet (-); D= 2x ryddesag (RS) og plantemateriale ikke fjernet (+).

Plantetilgjengelig nitrogen målt med PRS-prober viste derimot signifikant høyere konsentrasjoner i starten av prosjektperioden (figur 18). Det er ammonium som utgjorde den største andelen av plantetilgjengelig nitrogen. En kilde for ammonium er nedbrytbar plantemateriale f.eks. fra strøsjiktet. Siden arealet ikke hadde blitt slått i mange år før forsøket startet, og strøsjiktet ble registrert med 40-75 % dekning i 2015 kan dette være en mulig forklaring for det høyere nivået av plantetilgjengelig ammonium. Strøsjiktet ble betraktelig redusert til 2-25 % i årene etterpå og kilden til plantetilgjengelig ammonium dermed redusert. I tillegg kan endringer i forholdet mellom urter og gras ha påvirket tilgang til plantetilgjengelig nitrogen. Andel gras økte og dette kan ha resultert i saktere nedbryting av plantemateriale og mindre plantetilgjengelig nitrogen. Jordfuktighet spiller også inn i hvor tilgjengelig ammonium og nitrat er for plantene. Dette kunne også påvirke måleresultater i form av mengde næringsstoffer som ble fanget opp av PRS-membranen som simulerte planterøtter. Til tross for at 2015 var en tørr sommer (jfr. klimadata fra nærmeste klimastasjon, se tabell 2) ble det målt større mengder plantetilgjengelig nitrogen i 2015 enn i 2017.

Ser en på nivået til plantetilgjengelig nitrogen etter den 3-årige forsøksperioden fantes det ikke signifikante forskjeller mellom de ulike behandlingene. Etter en 12-ukers måleperiode lå summert nitrogenivået mellom 30-36,5 mg/cm² for alle behandlingene.



Figur 18. Total mengde plantetilgjengelig nitrogen målt og summert opp fra 1. slått i midten av juni til midten av september for henholdsvis 2015 og 2017. Standardavvik vises med øvre og nedre grensen.

4.2 Skjøtsel

4.2.1 Vegetasjonsendringer



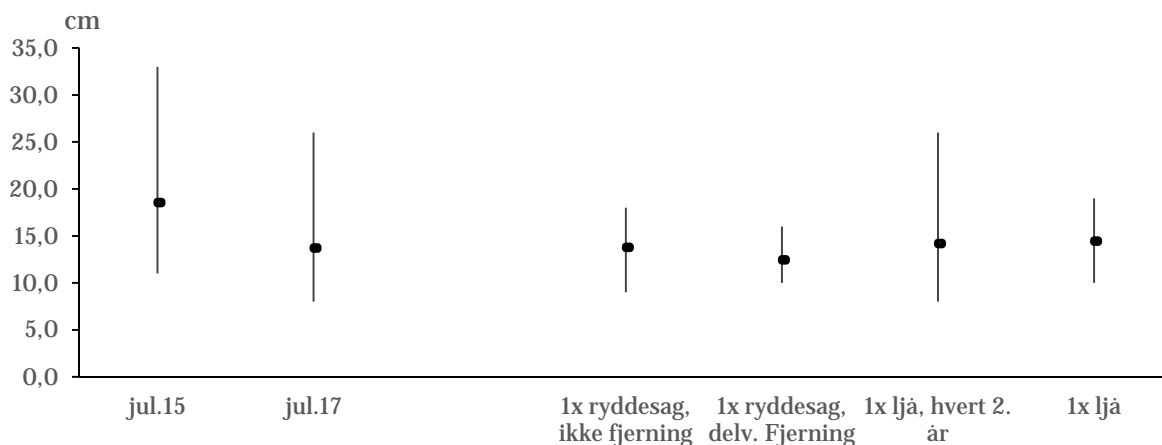
Figur 19. Vegetasjonsruter i skjøtselfelt på Øverengmoen før behandling i 2015 (t.v.) og i 3. året med behandling i 2017 (t.h.). Rutene øverst ble slått 1x med ryddesag uten at plantemateriale ble fjernet (behandling A). Rutene i midten ble slått 1x med ljå og plantematerialet ble fjernet (D). Rutene nederst ble slått hvert 2. år med ljå og plantematerialet ble fjernet (C). Foto: A. Bär

I skjøtselsfeltet på Øverengmoen ble det registrert 26 arter totalt, hvorav 24 arter i 2015 og 26 arter i 2017. På Sørgården ble det registrert 42 arter totalt, hvorav 37 arter i 2015 og 40 arter i 2017. Det var blåklomme og hvitmaure som hadde etablert seg på Øverengmoen, mens skjøtselsfeltet på Sørgården hadde litt større utskifting av arter: bl.a. kom tveskjeggveronika og nyresoleie inn mens f.eks. engfiol gikk ut.

Det er tydelig at gjenliggende plantemateriale preget det visuelle inntrykket av vegetasjonen (figur 19). Strølaget var tette i de rutene som bare ble slått hvert annet år (behandling C). I tillegg ble andel graminoider sterkt redusert. Grasandelen holdt seg derimot stabilt i de rutene med anbefalt skjøtselsregime hvor vegetasjonen ble slått med lja og plantematerialet fjernet (behandling D).

Vegetasjonsstrukturen viste ingen store endringer i løpet av prosjektperioden (figur 20).

Vegetasjonshøyden var ganske stabilt, på Sørgården i gjennomsnitt mellom 22,5 cm i 2015 og 22,9 cm i 2017. På Øverengmoen ble den gjennomsnittlige vegetasjonshøyden riktignok noe redusert fra 18,6 cm i 2015 til 13,7 cm i 2017, men dette skyldes trolig at arealet bare ble slått sporadisk de siste årene før forsøket startet. I 2017 fant vi ingen signifikante forskjeller i vegetasjonshøyde mellom behandlingene verken på Sørgården eller Øverengmoen. Størst variasjon i vegetasjonshøyde fant vi i de rutene som bare ble slått hvert 2. år.

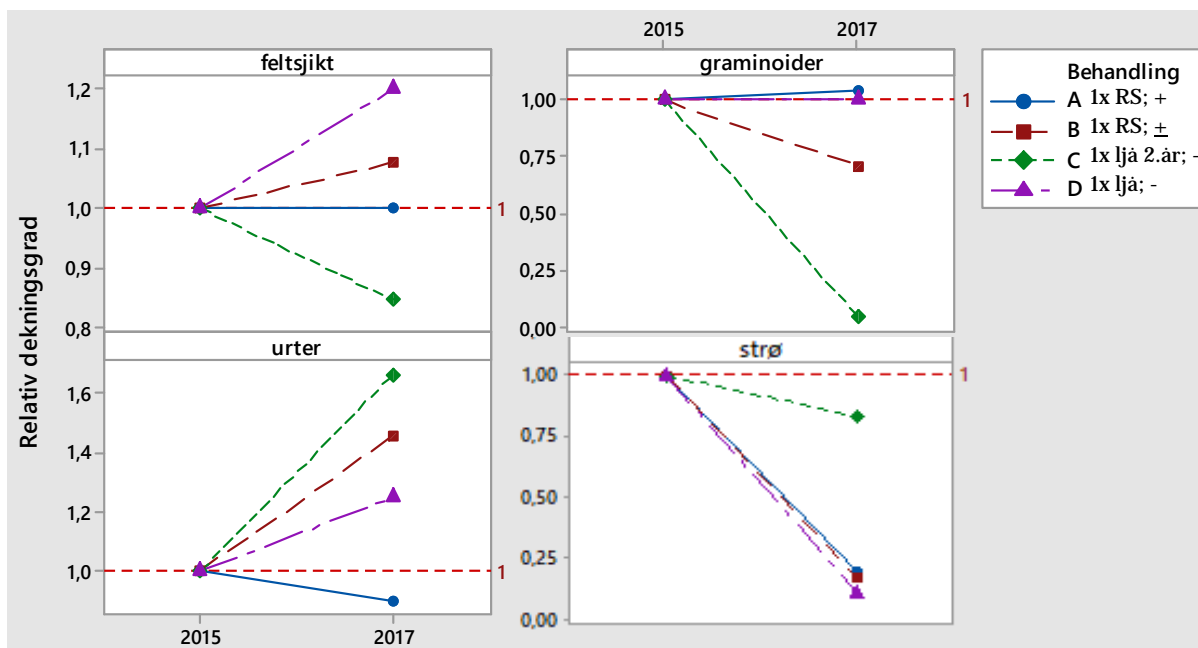


Figur 20. Samlet vegetasjonshøyde før behandlingen i 2015 og etter 3 år med behandling i 2017 (t.v.). På høyre siden vises minimum, maksimum og gjennomsnittlig vegetasjonshøyde i 2017 for hver behandling. Data er fra skjøtselsfeltet på Øverengmoen.

Dekningsgraden av feltsjiktet økte for de behandlingene der plantematerialet var fjernet i størst mulig grad (behandling B og D) og endringene i andel graminoider og urter var absolutt sett små (figur 21). Et unntak var behandling C der det dannet seg et strøsjikt av visnet plantematerialet i det året uten slått som hemmet utviklingen av et tett feltsjikt året etter. Samtidig ble graminoider i to av tre ruter nesten fraværende i 2017, samtidig som andel urter økte.

Slått med ryddesag/håndholdt beitepusser uten fjerning av plantematerialet gav minimale endringer i vegetasjonsstruktur både i forhold til feltsjiktdekning, andel graminoider og urter.

Endringer i strøsjiktet ble bare basert på målinger fra lokaliteten Øverengmoen. På Sørgården fantes ingen målbar strøsjiktdekning hverken i 2015 eller 2017 siden arealet var i god hevd og med etterbeite av sau om høsten. På grunn av gårdbrukernes driftsopplegg på Sørgården ble ikke behandling C (slått bare hvert 2. år) testet. På Øverengmoen skilte skjøtselsregime med slått annet hvert år (behandling C) seg tydelig ut ved høyere dekning av strøsjiktet. I 2017 fantes her fremdeles et godt synlig strøsjikt siden plantematerialet ikke hadde blitt slått og fjernet året før.



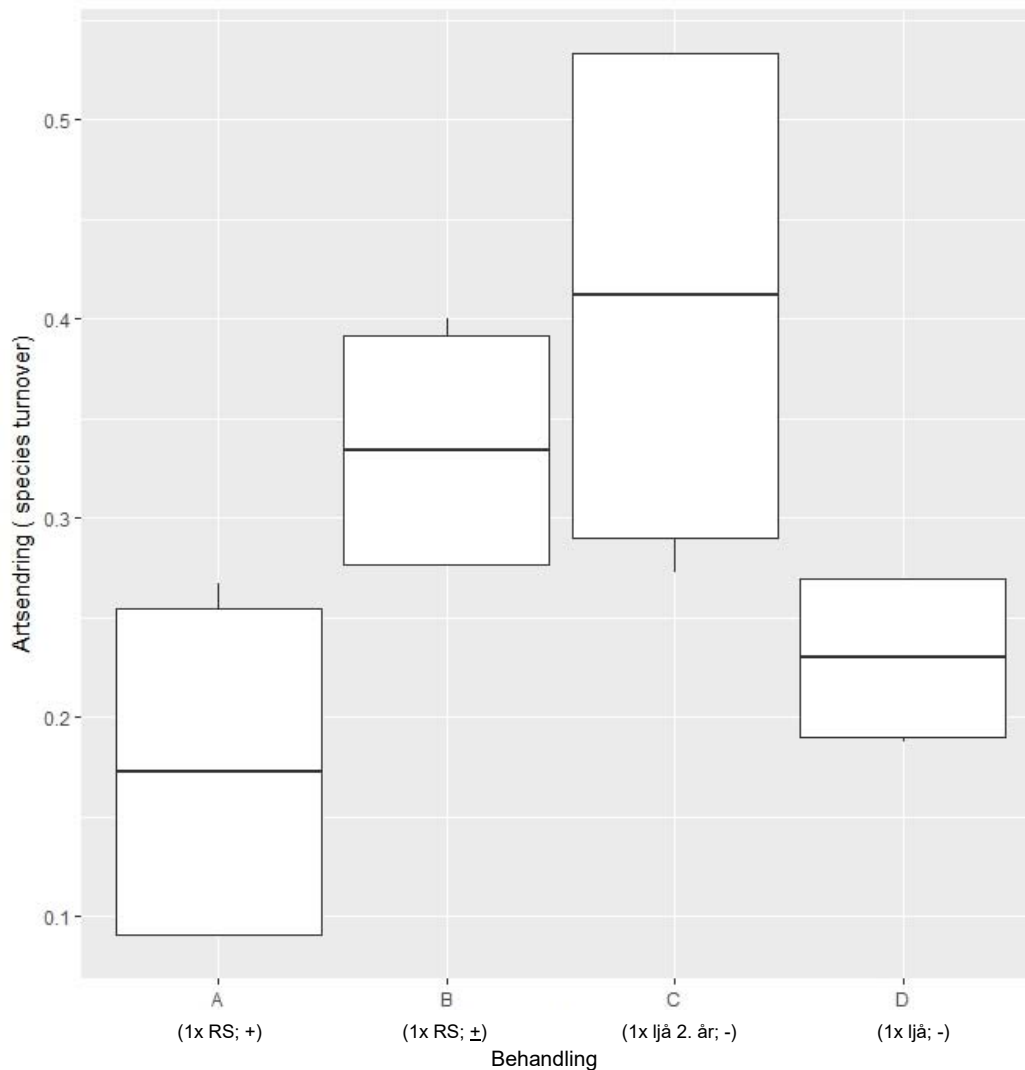
Figur 21. Endring i relativ dekningsgrad (median) i feltsjikt, graminoider, urter og strøsjikt i skjøtselsfeltene Øverengmoen og Sørgården (2015-2017) og effekten av ulike behandlinger. Behandling A= 1x ryddesag/beitepusser (RS); biomasse ikke fjernet (+), B= 1x ryddesag/beitepusser (RS); biomasse fjernet (+), C= 1x ljå hvert 2. år; biomasse fjernet (-), D= 1x ljå; biomasse fjernet (-). Referanseverdien 1 indikerer nivået i 2015. Ingen av behandlingene har hatt signifikant forskjellig effekt fra hverandre.

Effekten av de ulike behandlingene på endringer i artssammensetningen (turnover) ble testet med variansanalyse. For Øverengmoen går det fram av tabell 6 at det er to behandlinger, ljåslått en gang hvert andre år (C) og årlig ljåslått (D), som skiller seg signifikant fra de øvrige to. Det er likevel behandling A (ryddesag uten fjerning av plantematerialet) som har minst effekt på endringer artssammensetningen (figur 22). Det må understrekes at det er få plott som ligger til grunn for dette resultatet.

Den signifikante forskjellen i artsturnover kan skyldes strølaget som er i mindre grad redusert der det bare ble slått hvert 2. år og plantematerialet visnet på stedet og ble liggende. Behandling A og C skiller seg både i forhold til slåtteredskap, antall slått og fjerningsgrad av plantematerialet. Hvilken av disse faktorene som er utslagsgivende for ulike endringer i artssammensetning kan ikke fastslås.

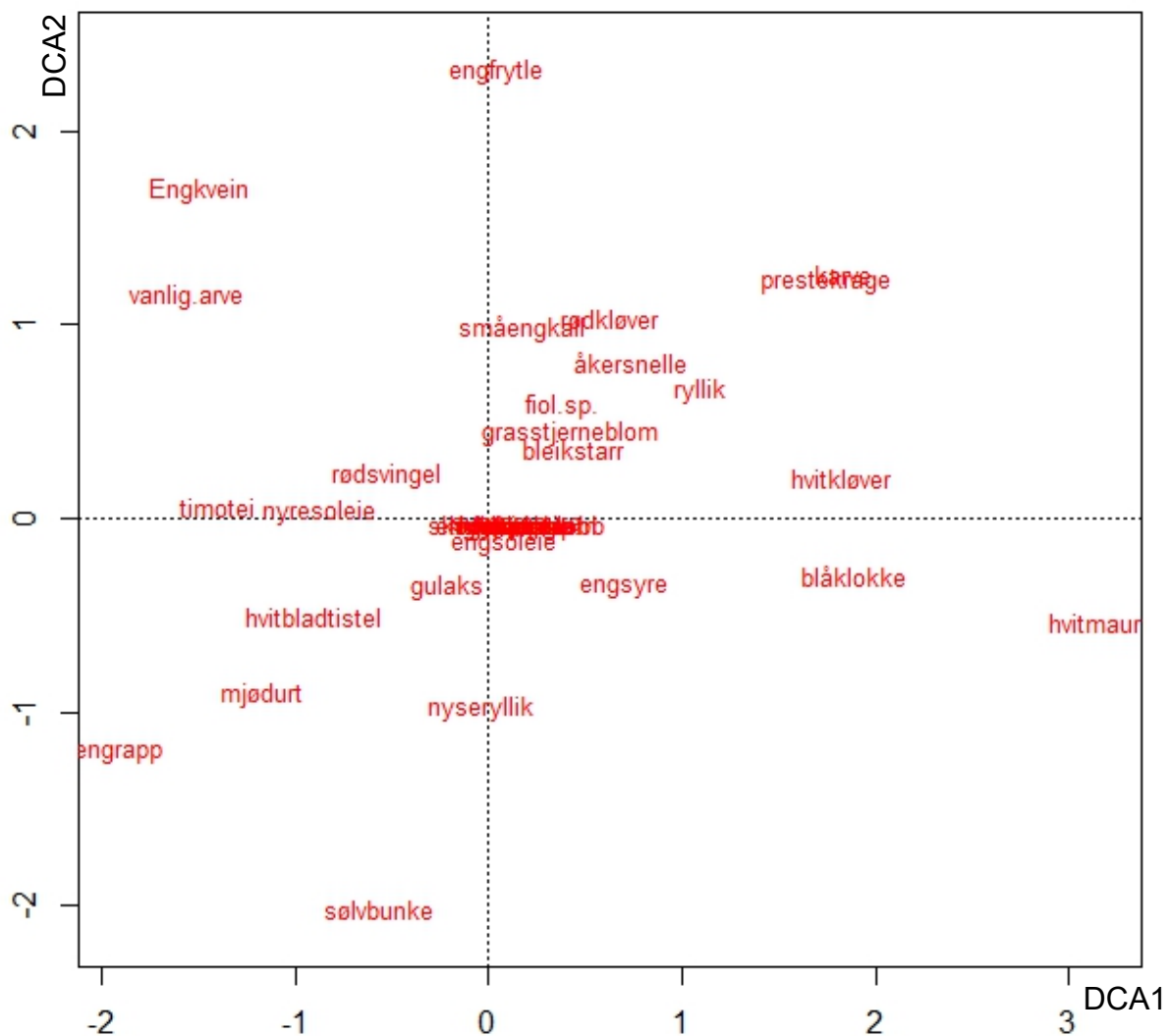
Tabell 6. Resultat av variansanalyse med estimat av kontraster mellom de ulike behandlingene A-D i skjøtselsfelt på Øverengmoen. Behandling A= 1x ryddesag/beitepusser (RS); biomasse ikke fjernet (+), B= 1x ryddesag/beitepusser (RS); biomasse fjernet (+), C= 1x ljå hvert 2. år; biomasse fjernet (-), D= 1x ljå; biomasse fjernet (-).

Kontrast	Estimat	Standardfeil	Z. ratio	P-verdi
A - B	-0.16	0.07	-2.43	0.0712
A - C	-0.24	0.07	-3.60	0.0018
A - D	-0.06	0.07	-0.86	0.8233
B - C	-0.08	0.07	-1.17	0.6454
B - D	0.07	0.07	1.57	0.3972
C - D	0.18	0.07	2.74	0.0314



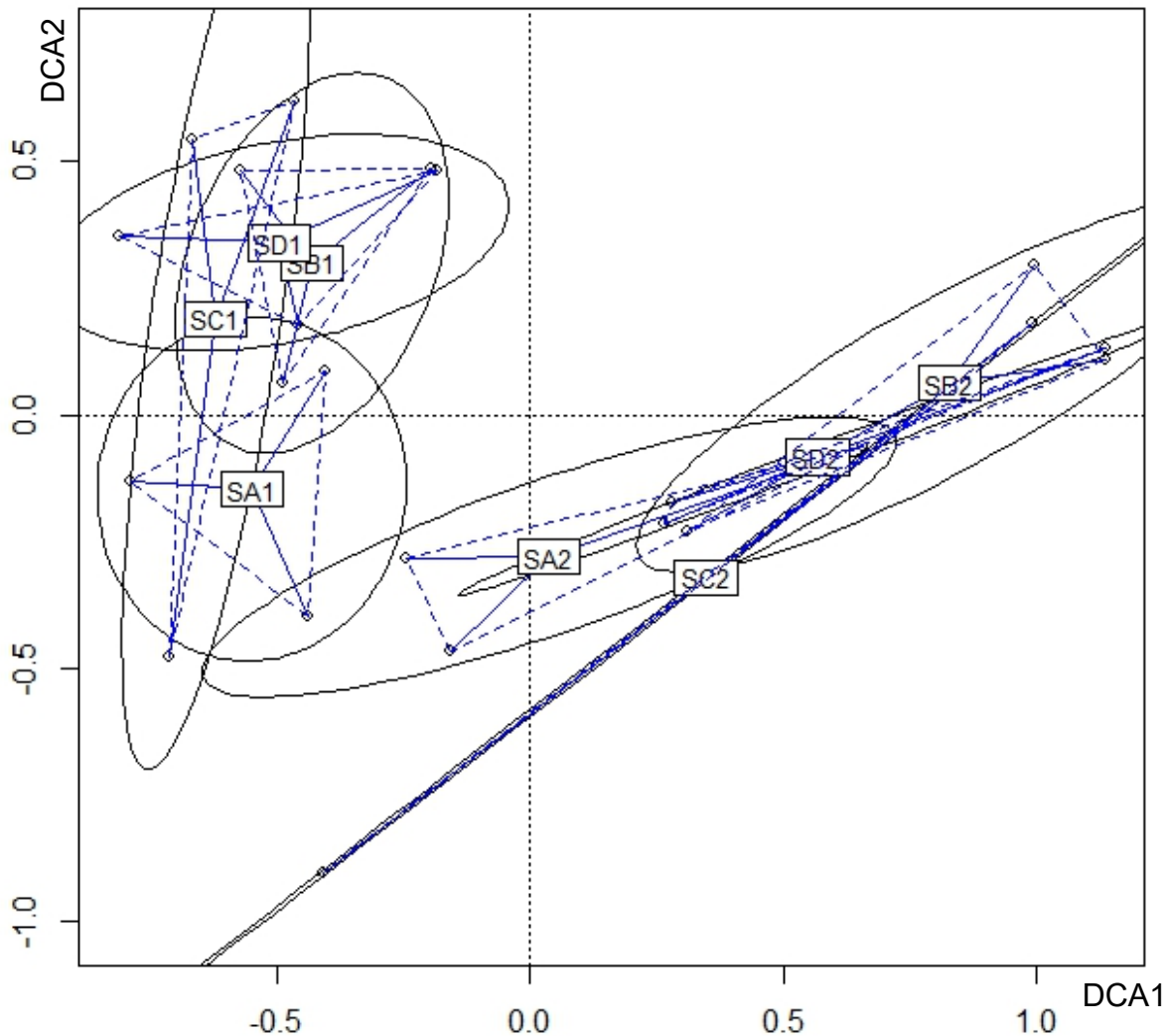
Figur 22. Endringer i artssammensetning (artsturnover) fra 2015 til 2017 i skjøtselsfelt i Øverengmoen etter tre år med ulike slåtteregimer (n=3). Behandling A= 1x ryddesag/beitepusser (RS); biomasse ikke fjernet (+), B= 1x ryddesag/beitepusser (RS); biomasse fjernet (±), C= 1x ljà hvert 2. år; biomasse fjernet (-), D= 1x ljà; biomasse fjernet (-). Boxplottene inkluderer verdiene innenfor 25-75 %-kvartil samt at median er vist. Lengden på vertikal linje angir standardavviket. Se tabell 6 for estimat av kontrastene mellom de ulike leddene.

DCA-analysen viser vegetasjonsgradienter langs 1. og 2. akse som gir opphav til variasjon i artssammensetningen (figur 23). Mange gjengroingsarter og arter som er mindre avhengig av god lystilgang samlet seg på venstre siden i diagrammet. Enggengeneraler og engspesialister ligger ellers spredt. Mange arter samler seg i midten hvor aksene krysses ved sitt 0-punkt. Arter som tolererte bedre næringsstofforsyning samlet seg i den nedre delen langs DCA-akse 1 med artene som i tillegg er lyskrevende plasseres på høyre siden.



Figur 23. Ordinasjonsdiagram (DCA) for skjøtselsfeltet på Øverengmoen viser artenes plassering langs 1. og 2. akse som representerer vegetasjonsgradienter i datasettet.

Figur 24 viser ved hjelp av DCA-analysen hvordan artssammensetningen i vegetasjonsplottene ble påvirket av de ulike behandlingene. Hovedendring i artssammensetning skjedde i ulik grad for alle behandlingene, men i samme retning. Med de underliggende økologiske gradientene nevnt ovenfor betyr det en redusert dekning av gjengroingsarter mot økt andel av lyskrevende, men også nitrofile arter. Bruk av ryddesag uten å fjerne plantematerialet gav minst utslag (tabell 7).

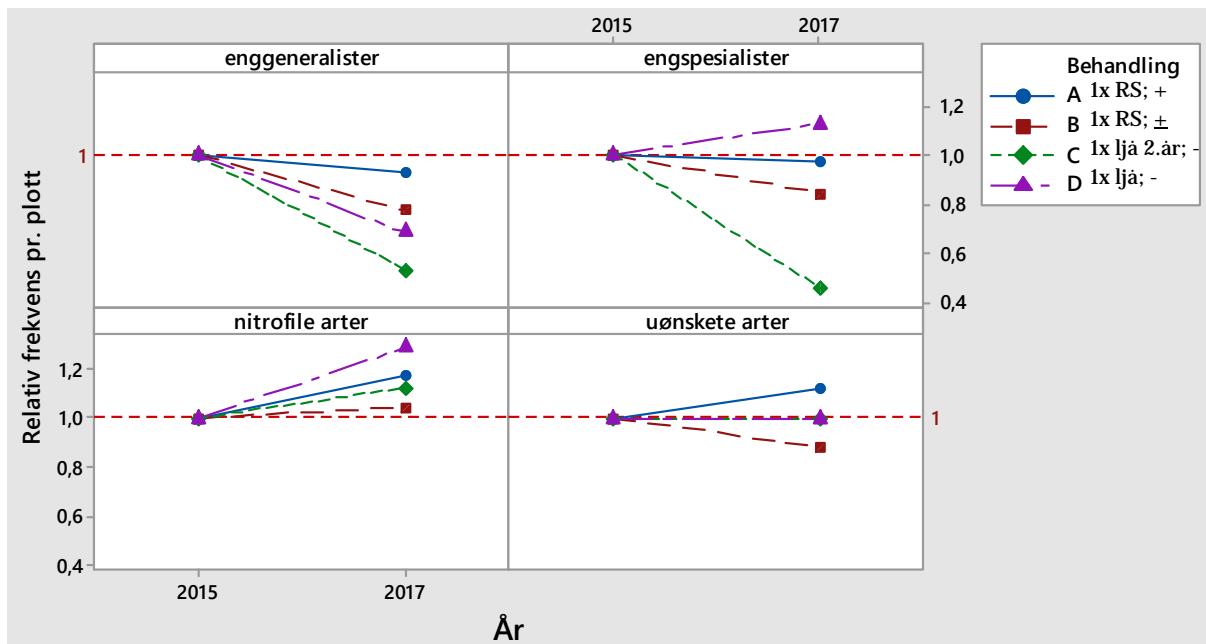


Figur 24. Ordinasjonsdiagram (DCA) viser samla score langs DCA akse 1 og 2 for de ulike behandlingene (tekstboks) basert på tre plott pr behandling. Behandling SA= Ryddesag 1x (biomasse ikke fjernet), SB= Ryddesag 1x (biomasse fjernet), SC= Ljå, 1x hvert andre år (biomasse fjernet), SD= Ljå, 1x (biomasse fjernet). Tall angir år, 1= 2015 og 2= 2017.

Tabell 7. Beliggenhet av sentroide langs 1. DCA akse 2015-2017 for score av de ulike behandlingene.

	2015	2017	Samlet bevegelse
A (1x ryddesag, uten fjerning av biomasse)	-0.55	0.04	0.59
B (1x ryddesag, delvis fjerning av biomasse)	-0.43	0.83	1.26
C (1x ljå hvert 2. år, fjerning av biomasse)	-0.62	0.35	0.97
D (1x ljå, fjerning av biomasse)	-0.50	0.57	1.07

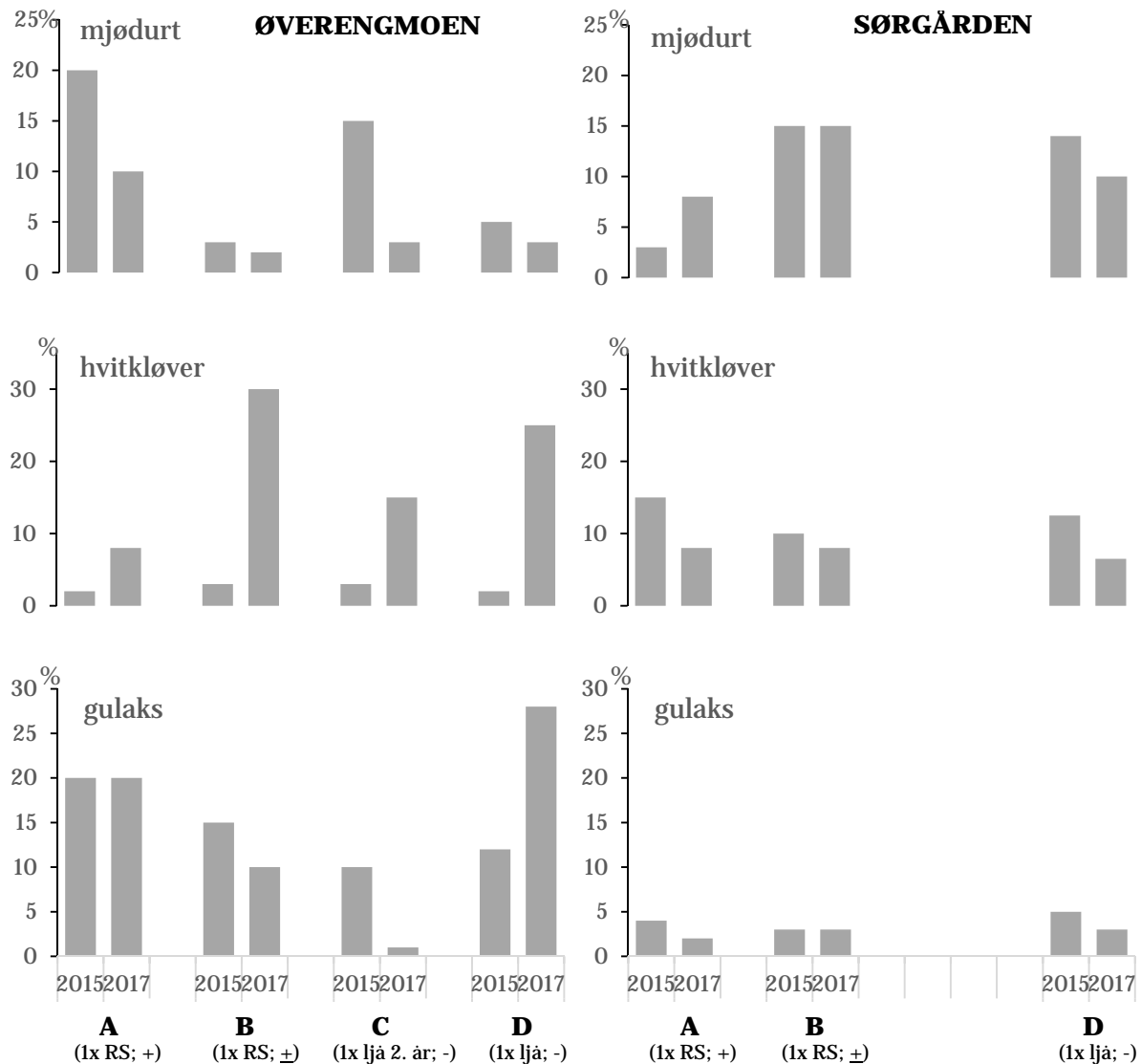
Endringer i frekvens av enggeneralister og engspesialister ble generelt sett ikke store (figur 25). Bruk av ryddesag uten fjerning av plantematerialet (behandling A) gav ingen spesiell utslag, mens ljåslått hvert annet år (C) førte til de største endringene i andel engspesialister eller enggeneralister. Slått med ljå og fjerning av plantemateriale (anbefalt skjøtselsregime) var den eneste behandlingen som førte til en økning av engspesialister. Gjengroingsarter (uønskete arter) utgjorde i utgangspunktet bare en liten andel i artssammensetningen som holdt seg forholdsvis stabilt i prosjektperioden. Slike arter er ofte et vanlig innslag i vegetasjonssammensetning men andelen øker betraktelig i gjengroingsfase.



Figur 25. Effekten av fire ulike slåtteregimer på endring i standardisert relativ frekvens innen artsgrupper i skjøtselsteltene Øverengmoen og Sørgården (2015-2017). Behandling A= 1x ryddesag/beitepusser (RS); biomasse ikke fjernet (+), B= 1x ryddesag/beitepusser (RS); biomasse fjernet (±) (n=6), C= 1x ljà hvert 2. år; biomasse fjernet (-), D= 1x ljà; biomasse fjernet (-) (n=5). Referanseverdien 1 indikerer nivået i 2015. Ingen av behandlingene har hatt signifikant forskjellig effekt fra hverandre.

Endringer i dekningsgrad til utvalgte arter viste seg å kunne være forskjellige på de to lokalitetene både i forhold til endringsretning og endringsstørrelse (figur 26). Årsaken kan være at arealet på Øverengmoen bare ble slått sporadisk før forsøket startet og at artssammensetning var en god del ulik fra Sørgården på grunn av forskjeller bl.a. i forhold til jordtype og fuktighet.

Forskjellen i ulike reaksjonsmønstre for mjødurter kan forklares med den sporadiske slått på Øverengmoen ble gjennomført årlig igjen, noe som førte til redusert dekning av artene generelt i alle behandlingene. På Sørgården virket ljàslått med fjerning av plantemateriale reduserende på dekningsgraden mens slått med beitepusser gav ingen eller en liten økning av mjødurter. Hvitkløver viste motsatt reaksjon for alle behandlingene ved sammenligning av lokalitetene. Endringene på Sørgården viste en begrenset nedgang mens dekningsgraden økte kraftig på Øverengmoen. Reaksjonsmønsteret til gulaks var nokså ulik mellom lokalitetene. Det som gulaks gjenspeilet tydelig på Øverengmoen var den ekstreme tilbakegang av graminoider på areal som ble slått med ljà hvert annet år.



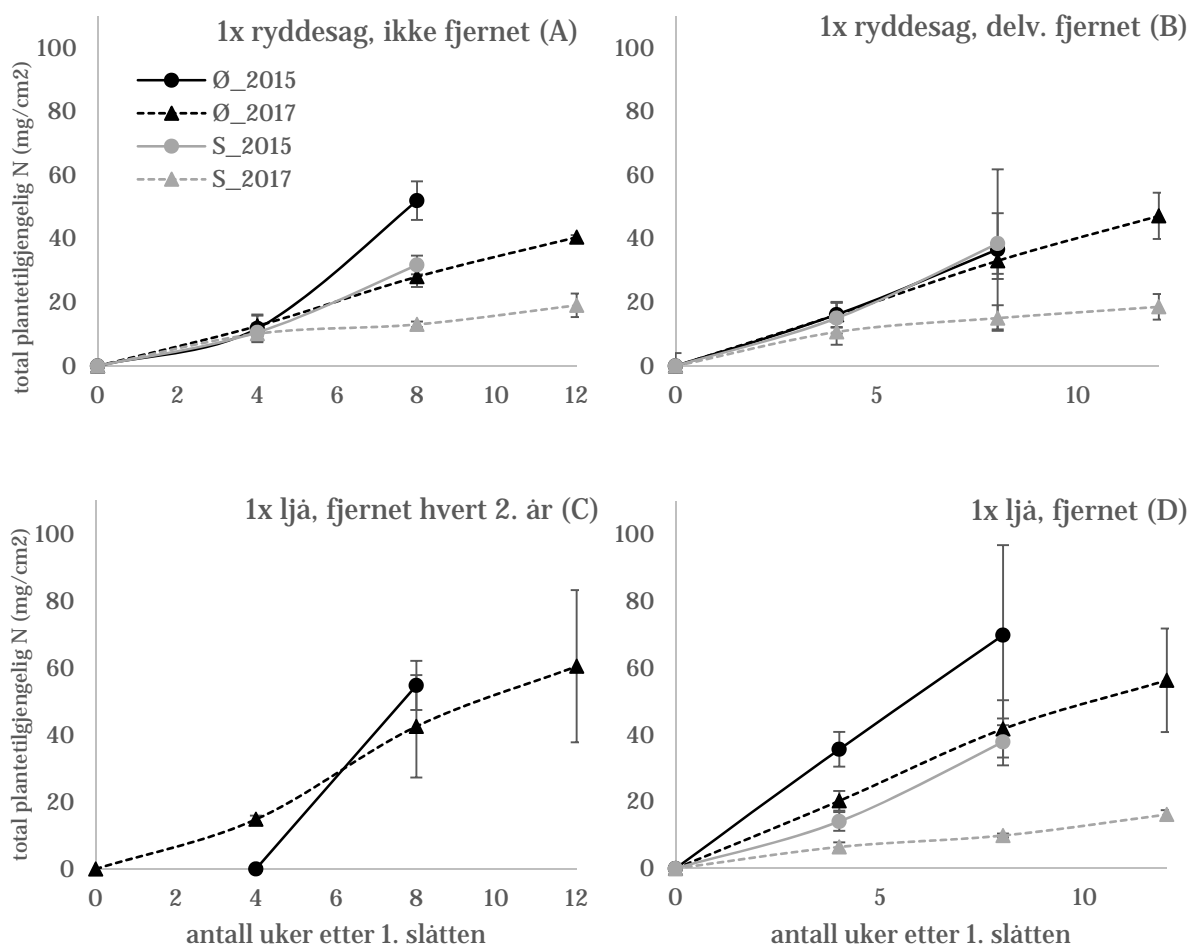
Figur 26. Endringer i dekningsgrad (2015-2017) for felles utvalgte arter fra Øverengmoen (t.v.) og Sørgården (t.h.) gruppert etter behandling (Behandling A= 1x ryddesag/beitepusser (RS); biomasse ikke fjernet (+), B= 1x ryddesag/beitepusser (RS); biomasse fjernet (±), C= 1x ljà hvert 2. år; biomasse fjernet (-), D= 1x ljà; biomasse fjernet (-)). På Sørgården ble behandling C ikke testet. Mjødurt representerer den funksjonelle gruppen «uønskete arter», hvitkløver klassifiseres som lyskrevende, (nitrofil art) og gulaks representerer «engspesialister».

4.2.2 Endringer i jordkjemiske egenskaper

Endringer i jordprøvene i skjøtselsfeltene Øverengmoen og Sørgården var ikke sammenfallende. En årsak kan være at jordforholdene var ganske forskjellige der Øverengmoen hadde godt drenert jord mens Sørgården hadde nesten myraktige jordforhold samt kalkpåvirkning som medførte generelt høyere pH-verdier, glødetap, tørrstoffinnhold og nitrogeninnhold. Ingen endringer i total nitrogeninnhold i jordprøvene kunne observeres for skjøtselsfeltet på Øverengmoen og også glødetapandelen holdt seg på samme nivå. Både nitrogeninnholdet og andel i glødetap lå derimot noe høyere på Sørgården i 2017 enn ved starten av behandlingene.

Målingene for plantetilgjengelig nitrogen ved hjelp av PRS-prober lå på begge lokalitetene til en viss grad høyere i 2015 enn i 2017 (figur 27). Plantetilgjengelig nitrogen var signifikant forskjellig ved felles måling (8 uker etter 1. slåtten) for alle behandlingene på Sørgården i 2017 i forhold til 2015. På

Øverengmoen var det bare behandlingen med ryddesag uten fjerning av plantematerialet som viste en signifikant forskjell til dette tidspunktet etter tre år.



Figur 27. Total plantetilgjengelig nitrogen målt og oppsummert fra 1. slått i midten av juni til midten av september. Skjøtselsfeltet Øverengmoen i svart og Sørgården i grå. Standardavvik vises med øvre og nedre grense for hver måling.

Ved sammenligning av de relative endringene i konsentrasjonsnivået i samme behandling mellom årene avvirket resultatene mellom lokalitetene. På Sørgården gjenspeilet fjerningsgraden av plantemateriale tilgjengelighet av nitrogen, dvs. at nitrogenkonsentrasjonen ble mest redusert der plantematerialet ble fullstendig fjernet (behandling D) og minst redusert der det ikke ble fjernet (behandling A). På Øverengmoen fantes det ingen sammenfallende tendens. Målingene tydet på at ljàslått med fjerning (anbefalt skjøtselsregime) resulterte i den største reduksjonen av plantetilgjengelig nitrogen og dermed representerte liten fare for nitrat avrenning. Noe overraskende viste slått med ryddesag og uten fjerning av plantematerialet det nest laveste nivå av plantetilgjengelig nitrogen.

5 Diskusjon

Restaurering og skjøtsel av verdifull slåttemark har som formål å bevare det høye artsmangfoldet og ta vare på sjeldne og truede arter som er avhengig av habitatet og bruksregimet (Norderhaug et al 1999, Milberg 2014). Derfor har anbefalingene til nå i størst mulig grad fokusert på å etterligne det tradisjonelle slåttereget (Direktoratet for naturforvaltning 2009). Behovet for å vurdere effekt av mekaniserte slåtteredskap har økt de siste årene for å gjøre slåtten mindre tids- og arbeidskrevende. Samtidig er også kunnskapen om bruk av gamle redskap, som f. eks. ljà, i tilbakegang. Noen arealer er så små, bratte eller grunnlendte at det har vært vanskelig å få gjennomført slåtten med mekanisert utstyr som er i tråd med handlingsplanen (Direktoratet for naturforvaltning 2009). Det er derfor avgjørende å finne ut om alternativt mekanisert slåttestyr kan brukes til skjøtsel uten negativ påvirkning på artsmangfold og habitatkvaliteter. Dette også med tanke på å sikre skjøtsel av flest mulig gjenværende slåttemarksareal. Noen få studier har tatt opp problemstillingen og har sett på effekter på artsmangfold ved bruk av ryddesag (Tälle et al. 2014, Gaisler et al. 2004) på lokaliteter som har vært i kontinuerlig ekstensiv drift. Disse studiene viste ingen negative effekter etter opp til 12 år med testing av ulike slåtteregeter.

I dette prosjektet ble både ryddesag og håndholdt beitepusser brukt for å se på effekter på artsmangfold og fjerningsgrad av plantemateriale kontra bruk av tradisjonell, skjærende redskap som ljà og tohjulstraktor. Fordelen med bruk av ryddesag og håndholdt beitepusser er at denne type redskap er lett og gir mindre mekanisk påvirkning på jorda ved kupert terreng og der det har dannet seg tuer. Så langt det er kjent foreligger det ingen andre studier som har sett på effekter av disse ulike typer slåtteredskap spesielt ved restaurering av slåttemark. Det foreligger heller ingen studier som måler akkumulering av plantetilgjengelig nitrogen i jordsmonn gjennom vekstsesongen i seminaturlig eng under ulike slåtteregeter.

Fokuset i prosjektet var på uttesting av realistiske fram for ekstreme restaurerings- og skjøtelsesalternativer som skulle testes gjennom feltforsøk i en begrenset tidsperiode. Sammen med enkelte utfordringer i feltarbeidet underveis resulterte dette i et mindre datasett og begrenset mulighet til å finne tydelige effekter av de ulike behandlingene. Tidsaspektet for restaureringsforsøket anses ikke som begrensende faktor siden restaurering omfatter bare en kort, avgrenset periode i skjøtelsesammenheng. Med dette som bakgrunn må resultatene som er presentert betraktes generelt som noe usikre, og det har ikke vært mulig å trekke sikre konklusjoner basert på det datagrunnlaget som foreligger. Det har i midlertidig blitt publisert noen nyere og svært relevante studier, og disse blir gjennomgått i diskusjonen slik at en likevel har kunnet antyde en konklusjon og formulert tilrådinger til fremtidig skjøtsel og restaurering av seminaturlig slåttemark.

5.1 Restaurering

Alle behandlingene uavhengig av antall slått, slåtteredskap og fjerningsgrad av plantematerialet hadde nokså lik positiv effekt på redusering av andel gjengroingsarter og uønskete arter. Resultatene gav ingen indikasjon på at restaureringsprosessen gikk raskere når arealet ble slått to ganger, noe som ofte anbefales i skjøtelsesplaner (se Svalheim 2014, skjøtelsesplanmal for slåttemark). Andel engspesialister økte i alle behandlingene, men dataene indikerte at ljåslått i større grad fremmet forekomst av engspesialister sammenlignet med bruk av ryddesag. Ljåslått og slått med ryddesag hadde til felles at behandlingene med to slåtter gav større utslag på engspesialister enn tilsvarende redskapsbruk bare en gang i sesongen. Dette til tross for ulik fjerningsgrad av plantematerialet ved bruk av ryddesaga. Selv om antall slått ikke gav utslag på redusering av gjengroingsarter bør spesielt produktive slåttemarker slås to ganger for å sikre tilstrekkelig tilgang til lys og fremme forekomst av engspesialister.

Det er trolig lystilgangen som gav utslag når vegetasjonsdekket ble åpnet opp under slått, mens gjenliggende plantematerialet ikke var avgjørende for tilstrekkelig tilgang til lys. Det gjenliggende plantematerialet bidro ikke nevneverdig til å bygge opp et strøsjikt som skygger for plantene. Tvert imot ble strøsjiktet betydelig redusert i alle behandlingene etter gjenopptatt slått i 2015. Det bør nevnes at effekten av gjenliggende plantematerialet ble testet under tørre værforhold, når det er vanlig å utføre slått på. Ikke fjernet plantematerialet kan muligens legge seg som et tettere og tungt lag på vegetasjonen når slått gjennomføres i regnvær. Dette kan redusere lystilgang mer enn når plantedelene tørker fort inn under tørre forhold.

De største endringene i dekningsgrad for enkelte arter vistes for behandlinger med to slåtter uavhengig av redskapsbruk. Dette gjald både for ryllik, gulaks og hvitkløver som representerer henholdsvis enggeneralister, spesialister og lyskrevende (nitrofile) arter. Siden hvitkløver har nitrogenfiksering kan responsen trolig først og fremst relateres til endrete lysforhold. At hvitkløver økte spesielt ved hyppig slått bekreftes også i en studie på effekter av ulike slåttere og oppkuttingsgrad av plantematerialet (Gaisler et al. 2004).

En økning av lyskrevende, nitrofile arter ble registrert for alle behandlinger, men mest ved bruk av ryddesag (ikke signifikant). En bedre forsyning med plantetilgjengelige næringsstoffer kunne derimot ikke påvises i PRS-baserte jordanalyser. Her viste behandlingene med ryddesag faktisk lavere plantetilgjengelige nitrogenkonsentrasjoner enn arealet som ble slått med lja og fjerning av plantemateriale. Loydi et al. (2013) og Kelemen et al. (2014) påpeker at plantematerialet som ikke rakes fullstendig bort har en gjødslingseffekt bare dersom det dreier seg om store mengder. Også studier med grønn gjødsling i organisk jordbruk viste at biomassen som ble liggende igjen hadde liten effekt på f.eks. nitrogeninnholdet i jorda (Løes et al. 2011). Økning av nitrofile arter var trolig et resultat av flere faktorer enn bare plantetilgjengelig nitrogen og det er likevel snakk om arter som hadde klar tilknytning til seminaturlig eng i utgangspunktet. Likevel bør man være oppmerksom på en mulig positiv effekt for mer konkurransesterke arter. Siden restaureringsfasen er tidsbegrenset vil denne tendensen trolig ikke føre til ulemper i den påfølgende skjøtselsfasen.

PRS-målingene derimot viste en signifikant reduksjon i nivå av plantetilgjengelig nitrogen fra 2015 til 2017 uavhengig av behandlingene. Siden strøsjiktet ble betydelig redusert etter gjenopptatt slått i alle behandlingene, er det nærliggende at en viktig kilde for plantetilgjengelig nitrogen ble eliminert. Ammoniumkonsentrasjon, som hovedsakelig er et produkt fra nedbrytbar strø, gikk i mye større grad tilbake enn nitratandelen i forsøksperioden. I urørt plantesamfunn er biomassen som visner på planten og bidrar til strøsjiktet stor. Denne visnete biomassen ble liggende gjennom senhøsten, vinteren og vår og gir næringstilførsel til jorda ofte i form av plantetilgjengelig nitrogen. Igangsetting av restaureringstiltak endret nitrogenstatus i jorda (det var betydelig mindre plantetilgjengelig nitrogen i slutten av forsøksperiode), og gav bedre spireforhold til lyskrevende arter året etter. Generelt indikerte resultatene at ulik fjerningsgrad av graset hadde lite umiddelbar effekt på plantetilgjengelig nitrogen så lenge det ikke dannet seg et tykt strølag som ble liggende etter vekstsesongen. Kravet om umiddelbart fjerning av graset etter slått kan derfor lempes noe, i alle fall der det er mindre biomasse og under gode tørkeforhold.

I restaureringsfeltet på Øverengmoen ble spesielt mjøddurt registrert med høy dekningsgrad, men mange engspesialister og enggeneralister var fremdeles til stede, riktignok med lav forekomst. I forhold til nedlegging med påfølgende gjengroing er restaureringspotensiale størst jo kortere tid som har gått siden den tradisjonelle drifta opphørte (Norderhaug et al. 1999). I en tidlig gjengroingsfase har ofte enkelte urter eller grasarter begynt å dominere artssammensetningen på bekostning av mer konkurransesvake arter og før busker og trær etablerer seg.

5.2 Skjøtsel

Resultatene for eng i normal skjøtsel viste at endringer i artssammensetningen var små og ikke signifikante uansett redskapsbruk over en 3-årig forsøksperiode. Ljåslått med fjerning av plantematerialet viste som eneste behandling en positiv virkning i å fremme forekomst av engspesialister. Uønskete arter holdtes stort sett i sjakk under alle behandlingene. Heller ikke Tälle et al. (2014, 2015) kunne finne signifikante sammenheng i sin 12-årig studie hvor det ble analysert effekter av ryddesag og tohjulstraktor på endringer i artssammensetning basert på funksjonelle grupper. Hun testet imidlertid ikke effekten av gjenliggende biomasse eller utsatt slått til hvert annet år for å minimere arbeidstid og kostnader. Bruk av ryddesag uten å fjerne plantematerialet gav i dette forsøket heller ikke noen store utslag på artssammensetning sammenlignet med de andre behandlingene. Andre studier derimot påpeker en negativ effekt når plantematerialet ikke ble fjernet (Parr & Way 1988, Schreiber et al. 2009, Loydi et al. 2013), men nevner også at dette bare er tilfelle dersom det dreier seg om store mengder biomasse (Loydi et al. 2013, Kelemen et al. 2014). Siden artsrik slåttemark ansees som næringsfattig og lavproduktiv sammenlignet med annen type jordbruksareal kan man anta at gjenliggende plantematerialet ikke utgjør et stort kvantum og er derfor ikke avgjørende for lysforhold og næringstilførsel. Gjenliggende plantematerialet bidro ikke spesielt heller til å bygge opp et strøsjikt som skygger for plantene. Bare på areal som ble slått hvert annet år var strøsjiktet godt synlig. Her ble strølaget først og fremst dannet av visnet plantemateriale som ikke ble slått året før.

Ljåslått hvert annet år var også den behandlingen som skilte seg ut på andre områder enn bare strøsjiktdekning. Test av effekten av de ulike behandlingene på artsturnover viste signifikante forskjeller til de andre behandlingene. Graminoider ble sterkt redusert og var nesten fraværende i 2017. Rester fra fjorårets grasvekst var visnet og dannet strøsjiktet som også førte til en generelt mer glissent feltsjikt. Om dette fenomenet er lokalitetsspesifikk eller en vanlig endringsmønster når enga slås bare hvert annet år bør undersøkes nærmere. Det ble ikke funnet andre studier som har undersøkt denne problemstillingen.

I de få studiene som testet effekter av ulik mekanisert slåttestyr stod endringer i artsmangfold i fokus siden det er et viktig verdikriterium for seminaturlig slåttemark (Tälle et al. 2015). For funksjonelle grupper vistest riktignok ingen forskjeller. Likevel kan det være store forskjeller på artsnivå som dette prosjektet viste, men det har ikke blitt tilstrekkelig undersøkt hvordan spesielt rødlistede arter eller arter med annet særskilt forvaltningsansvar reagerer. På grunn av kunnskapsmangel på artsnivå bør skjøtselen i lokaliteter med spesiell forekomst av forvaltningsrelevante arter følge føre-var prinsippet dvs. bruk av tradisjonell utstyr (ljå/tohjulstraktor) og fjerning av plantematerialet etter tørking.

Endringer i artssammensetning i sammenheng med jordkjemiske egenskaper har blitt lite undersøkt med tanke på ulike slåttereimer. Synlige effekter på overflaten må ikke nødvendigvis gjenspeile prosessene i jorda. Målingene av plantetilgjengelig nitrogen fra de to lokalitetene gav et ulikt bilde hvordan ulik fjerningsgrad av plantemateriale påvirket næringstilførsel og dermed artssammensetningen. På Sørgården gjenspeilet plantetilgjengelig nitrogen fjerningsgraden av plantemateriale, mens denne tendensen ikke vistest på Øverengmoen. Siden det var til dels store forskjeller mellom gjentakmålingene og derfor ingen signifikante forskjeller kunne det ikke med sikkerhet fastslås om gjenliggende plantematerialet påvirket nitrogenkonsentrasjon i jorda. Slik det er diskutert for restaureringsforsøket kan strølaget være kilden til plantetilgjengelig nitrogen.

Effekten av redusert plantetilgjengelig nitrogennivå som følge av redusert strøsjikt fra 2015 til 2017 vistest også i skjøtselsfeltet. Dessuten gav behandlingen med utsatt slått lite reduksjon i strølaget og dermed mindre nedgang i nitrogennivået sammenlignet med de andre behandlingene.

6 Konklusjon

Restaurering

Sammenlignet med ljåslått indikerte bruk av ryddesag like god effekt på å redusere gjengroingsarter uten at det gikk på bekostning av det totale artsmangfoldet. Ryddesaga påvirket forekomsten av seminaturalige engarter positivt, men viste tendens til å favorisere enggeneralister i større grad og også til dels lyskrevende, nitrofile arter.

Gjenliggende plantematerialet fra slått førte verken til oppbygging av et strøsjikt eller umiddelbart økning av plantetilgjengelig nitrogen etter en forsøksperiode på tre år. Strøsjiktet som ble bygd opp av visnete plantedeler når enga ikke slås eller ved mye ettervekst om høsten kan være en mulig kilden til økt plantetilgjengelig nitrogen året etter. Samtidig kan strølaget påvirke artssammensetning negativt gjennom vanskeligere lys- og spireforhold om våren. To slåtter gav nødvendigvis ikke en raskere reduksjon av gjengroingsarter, men fremmer i større grad en økning av engspesialister, spesielt ved bruk av ljå. I produktive enger bør det slås to ganger for å sikre lystilgang og redusere etterveksten som kan bidra til strøsjiktet.

Kortvarig bruk av ryddesag i en restaureringsfase bør kunne tillates, spesielt der det ellers er vanskelig å få restaurert et areal med bruk av tradisjonelt redskap. Selv om det ikke kunne påvises at gjenliggende, avkuttet plantematerialet har noe negativ effekt på nitrogentilførsel eller artssammensetning bør det anmodes om å fjerne plantematerialet fra området. Men kravet om umiddelbar fjerning kan lempes noe, i alle fall der det er mindre biomasse og gode tørkeforhold.

Skjøtsel

Endringer i artssammensetningen i eng i normal skjøtsel var små og ikke signifikante mellom behandlingene med ulik mekaniserings- og fjerningsgrad. Slått med ryddesag/håndholdt beitepusser kan derfor være et alternativ for å sikre langvarig skjøtsel på lokaliteter hvor slått med ljå eller slåmaskin vurderes for tids- og kostnadskrevende eller teknisk ikke gjennomførbart.

Slått hvert annet år kan ikke umiddelbart anbefales basert på foreliggende forsøk siden det risikeres større uønskete endringer i artssammensetningen. Oppbygging av et strøsjikt av visnete plantedeler grunnet utsatt slått eller mye ettervekst bør unngås siden det kan være kilden til økt plantetilgjengelig nitrogen året etter. I tillegg kan det føre til vanskeligere lys- og spireforhold om våren. Dersom et slikt skjøtelsesregime vurderes i praksis bør det kombineres med høstbeite for å sikre tilstrekkelig lystilgang gjennom en reduksjon av etterveksten.

Reaksjon til enkeltarter på ulike slåtteregimer kan variere mye, men har ikke blitt systematisk testet for rødlistede arter eller arter med annet særskilt forvaltningsansvar. På grunn av kunnskapsmangel på artsnivå bør skjøtselen i slike lokaliteter følge føre-var prinsippet dvs. bruk av tradisjonell utstyr (ljå/tohjulstraktor) og fjerning av plantematerialet etter tørking så lenge det ikke er avklart om spesifikke arter tåler et modifisert slåtteregime.

7 Anbefalinger for tilpasset skjøtsel av verdifulle slåttemarkar

Basert på prosjektresultatene kan det åpnes for mer fleksibilitet i bruk av slåtteredskap og fjerningsgrad av plantemateriale under restaurering og skjøtsel av verdifull slåttemark fortrinnsvis i fattigere eller grasdominerte enger. Dette forutsetter også at det ikke forekommer rødlistede arter med ukjent tåleevne ovenfor et modifisert slåtteregime. Åpning for å kunne bruke ryddesag og håndholdt beitepusser til restaurering og skjøtsel bør skje under premisene at skjærende redskap som ljà og tohjulstraktor fortsatt foretrekkes. Fra et tids- og kostnadsperspektiv er slått med tohjulstraktor 2-3 ganger mer effektiv på lett drevne arealer enn bruk av ryddesag eller ljà (Finsh Ministry of Agriculture and Forestry 2003). Dersom det ikke er mulig å få til skjøtsel grunnet bl.a. bratte, grunnlendte forhold, slåttemarkas beliggenhet eller praktisk bruk og tilgang til ljà og tohjulstraktor er det bedre å skjøtte areal med ryddesag eller beitepusser i lokaliteter som ellers ikke hadde blitt slått.

Anbefaling av ryddesag og beitepusser forutsetter varsomt bruk siden ikke alle faktorer har blitt utredet eller er tilstrekkelig dokumentert. Dette betyr at

- Under slåtten bør graset minst mulig kuttes opp og plantemateriale mest mulig fjernes. Dette kan justeres i håndtering av ryddesag og innstillinger på beitepusseren (roteringshastighet til kniven m.m.).
- Slåtten bør gjennomføres under gode tørkeforhold slik at evt. gjennliggende plantemateriale tørker raskt inn.
- Kravet om umiddelbart fjerning av gras etter restaureringsslått kan lempes noe i engene med begrenset biomasse og under gode tørkeforhold. Graset bør fjernes etter tørking.
- Danning av strøsjikt som følge av utsatt slått eller mye ettervekst bør unngås siden den kan være kilden til økt nitrogentilførsel.
- Lokaliteter med spesielt ansvar for forvaltningsrelevante arter bør unngå slått med ryddesag og beitepusser så lenge det ikke er avklart om akkurat den ene spesielle arten tåler et modifisert slåtteregime.

8 Litteratur

- Bär, A. 2014. Skjøtselsplan for slåttemark. Sørgården på Blomsøya, Alstahaug kommune. BIOFORSK Rapport 9 (159).
- Bär, A. & Carlsen, T.H. 2015. Skjøtselsplan for slåttemark. Øverengmoen, Hemnes kommune. NIBIO Rapport 1 (21).
- Direktoratet for naturforvaltning 2009. Handlingsplan for slåttemark. Handlingsplaner for trua arter og naturtyper i Norge. DN-rapport 2009-6. 51 s.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R. Wirth, V., Werner, W. & Paulissen, D. 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Verlag Erich Goltze KG, Göttingen.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. NINA temahefte 12: 1-279.
- Finnish Ministry of Agriculture and Forestry 2003. Skötselkort för vårdbiotoper 2 – slätter. <http://www.mmm.fi>
- Gaisler, J., Hejzman, M. & Pavlu, V. 2004. Effect of different mulching and cutting regimes on the vegetation of upland meadow. *Plant soil Environment* 50 (7): 324-331.
- Grübler, M.U., Schuler, H., Horch, P. & Spaar, R. 2012. The effectiveness of conservation measures to enhance nest survival in a meadow bird suffering from anthropogenic nest loss. *Biological Conservation* 146 (2012) 197–203.
- Halvorsen, R., Bendiksen, E., Bratli, H., Moen, A., Norderhaug, A. & Øien, D.-I. 2016. NiN naturssystem versjon 2.1.1. Artstabeller og annen tilrettelagt dokumentasjon for variasjonen langs viktige LKM. *Natur i Norge* Artikkel 9. 1-125.
- Hansen & Frøseth 2013. Grønngjødsling i økologisk korndyrking. Resultat fra Byggprosjektet. *Bioforsk Tema* 10 s.
- Hatten, L. 2007. Skjøtselsplan for Øverengmoen, Hemnes kommune, Nordland. *Bioforsk Rapport* 2 (100).
- Henriksen, S. & Hilmo, O. 2013. Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Norge.
- Humbert, J.-Y., Pellet, J., Buri, P. & Arlettaz, R. 2012. Does delaying the first mowing date benefit biodiversity in meadowland? *Environmental Evidence* 2012, 1:9.
- Josefsson, J., Berg, Å., Hiron, M., Pärt, T. & Eggers, S. 2013. Grass buffer strips benefit invertebrate and breeding skylark numbers in a heterogeneous agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 181 (2013) 101–107.
- Kelemen, A., Török, P., Valko, O., Deak, B., Migléc, T., Tóth, K., Ölvedi, T., Tóthmérész, B. 2014. Sustaining recovered grasslands is not likely without proper management: vegetation changes after cessation of mowing. *Biodiversity Conservation* 23:741–751
- KLD 2009. Lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven). In: Miljødepartementet, K.-O. (ed.)
- Kvalvik, M.S. & Carlsen, T.H. 2012. Skjøtselsplan for slåttemark. Omnøya, Vega kommune, Nordland. *Bioforsk Rapport* 7 (159).
- Loydi A., Eckstein R.L., Otte A., Donath T.W. 2013. Effects of litter seedling establishment in natural and semi-natural grasslands: a meta-analysis. *J Ecol* 101:454–464.

- Løes, A., Henriksen, T., Eltun, R. & Sjørusen, H. 2011. Repeated use of green-manure catch crops in organic cereal production - grain yields and nitrogen supply. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science* 61: 164-175
- Milberg P. 2014. Evidence-based vegetation management: prospects and challenges. *Applied Vegetation Sciences* 17:604–608
- Norderhaug, A. & Johansen, L. 2011. Kulturmark og boreal hei. In: Lindegaard, A. & Henriksen, S. (eds.) *Norsk rødliste for naturtyper 2011*. Artsdatabanken, Trondheim.
- Norderhaug, A., Austad, I., Hauge, L., Kvamme, M. (red.) 1999. *Skjøtselsboka for kulturlandskap og gamle norske kulturmarker*. Landbruksforlaget.
- Oksanen, J F. Guillaume Blanchet, Michael Friendly, Roeland Kindt, Pierre Legendre, Dan McGlinn, Peter R. Minchin, R. B. O'Hara, Gavin L. Simpson, Peter Solymos, M. Henry H. Stevens, Eduard Szoecs and Helene Wagner (2018). *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.4-6. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Parr, T.W. & Way, J.M. 1988. Management of roadside vegetation: the long-term effects of cutting. *Journal of Applied Ecology* 25:1073–1087.
- R Core Team 2018. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Riley 1996. Estimation on physical properties of cultivated soils in southeast Norway from readily available soil information. *Norwegian Journal of Agricultural Science* 25: 5-55
- Schreiber, K.-F., Brauckmann, H.-J., Broll, G., Krebs, S., Poschlod, P. 2009. *Artenreiches Grünland in der Kulturlandschaft. 35 Jahre Offenhaltungsversuche Baden-Württemberg*. Verlag Regionalkultur, Heidelberg
- Svalheim, E. 2014. *Skjøtselsplanmal for slåttemark*. Upublisert.
- Svalheim, E. & Bele, B. 2017. *Slåttetradisjoner med eksempler fra Telemark og Møre og Romsdal*. NIBIO POP 3 (9) 2017.
- Svalheim, E. 2018. *Veileder for restaurering og skjøtsel av slåttemark*. MD-rapport. Under utarbeidelse
- Svensson, R., Philgren, A., Wissman, J. 2009. Gräsrojaren: bättre än sitt rykte! [The grass trimmer: better than its reputation]. *Svensk Botanisk Tidskrift* 103:187–195.
- Tälle, M., Bergman, K.-O., Paltto, H., Pihlgren, A., Svensson, R., Westerberg, L., Wissman, J. & Milberg, P. 2014. Mowing for biodiversity: grass trimmer and knife mower perform equally well. *Biodiversity Conservation* 23: 3073-3089.
- Tälle, M., Milberg, P. & Wissmann, J. 2015. Gräsrojaren – ett skötselalternativ i artrika gräsmarker. *Svensk Botanisk Tidskrift* 109:5. 245-259.
- Veen, P., Jefferson, R., de Smidt, J. & van der Straaten, J. 2009. *Grasslands in Europe of High Nature Value*. KKNV publishing, Den Haag.
- Vegan: Community Ecology Package 2.5.1. 2018. Jari Oksanen, F. Guillaume Blanchet, Roeland Kindt, Pierre Legendre, Peter R. Minchin, R. B. O'Hara, Gavin L. Simpson, Peter Solymos, M. Henry H. Stevens, Helene Wagner.

9 Vedlegg

Vedlegg 1. Registrerte arter i vegetasjonsplot per behandling og lokalitet i 2015 og 2017. ØRA= Øverengmoen restaurering, behandling A, ØRB= Øverengmoen restaurering, behandling B, ØRC= Øverengmoen restaurering, behandling C, ØRD= Øverengmoen restaurering, behandling D, ØSA-D= Øverengmoen skjøtsel, behandling A-D, SSA-D=Sørgården skjøtsel, behandling A-D. Klassifisering av arter i funksjonelle grupper basert på henholdsvis NiN og Ellenberg (Nitrogen og lys): engspesialister= mørk grønt, enggeneralister=lys grønt, lyskrevende, nitrofile arter= gult, uønskete (gjengroings-) arter= orange

Arter	NiN	Ellenberg N+L	ØRA		ØRB		ØRC		ØRD		ØSA		ØSB		ØSC		ØSD		SSA		SSB		SSD		
			1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5
ballblom																				x	x	x	x	x	x
bekkeblom																				x	x	x	x	x	x
bleikstarr					x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
blåklokke								x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
dunhavre																			x	x	x	x	x	x	
engfrytle								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
enghumleblom			x	x			x	x	x										x	x	x	x	x	x	
engkvein			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
engmarikåpe																			x	x	x	x	x	x	
engrapp			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
engsoleie			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
engsyre			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
engsvingel																			x	x	x	x	x	x	
fiol sp.			x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
fjellflokk																			x	x	x	x	x	x	
fuglevikke																			x	x	x	x	x	x	
geitrams					x				x																
grasstjerneblom			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
gulaks			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
gulflatbelg																			x	x	x	x	x	x	
harerug									x	x															
hundegrass							x												x	x	x	x	x	x	
hvitbladtistel			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
hvitkløver				x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
hvitmaure											x	x	x	x	x	x	x								
karve			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
krypsoleie				x		x		x	x										x	x	x	x	x	x	
kveke																			x	x	x	x	x	x	
kvann			x	x	x	x	x	x	x																
løvetann sp.								x											x	x	x	x	x	x	
mjørdurt			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
myrhatt																			x	x	x	x	x	x	
myrmaure																			x	x	x	x	x	x	

Arter	NiN	Ellenberg	ØRA		ØRB		ØRC		ØRD		ØSA		ØSB		ØSC		ØSD		SSA		SSB		SSD	
		N+L	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7	1 5	1 7
nyresoleie			x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
nyseryllik					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
prestekrage												x	x	x	x	x	x	x						
rapp sp.																			x	x	x	x	x	x
ryllik			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
rødkløver				x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
rødsvingel			x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
skogstorkenebb			x	x				x	x	x														
slåttestarr																			x	x	x	x	x	x
småengkall					x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
smårørkvein																			x	x	x	x	x	x
strandør																			x	x	x	x	x	x
sumpmaure					x	x	x	x	x	x														
stortvedblad																			x	x	x	x	x	x
sumphauke- skjegg																			x	x	x	x	x	x
sølvbunke			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
timotei			x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
tveskjegg- veronika																			x	x	x	x	x	x
vanlig arve				x		x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
åkersnelle			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
øyentrøst sp.																			x	x	x	x	x	x

10 Bilder



Bilde 1-2. Forsøksfeltet i skjøtselsområde på lokalitet 1 i 2015 (øverst), i 2016 (nederst) Bildet fra 2017 mangler.

Foto: A. Bär



Bilde 3-5. Forsøksfeltet i skjøtselsområde på Øverengmoen i 2015 (øverst), i 2016 (i midten) og i 2017 (nederst).

Foto: A. Bär

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.