



Noregs miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgåve 2019 30 stp
Fakultet for biovitenskap

Fornyning av eng ved direktesåing: effekten av tettleik i svoren på etableringssuksess

Grassland renewal by direct drilling: the effect of
sward density on establishment success

Bjørg Karin Dysjaland
Plantevitenskap

Samandrag

Med direktesåing kan ein fornya plantedekket med lågare kostnadar og meir miljøvennleg enn ein full fornying med pløying. Men å få til ei vellukka etablering viser seg å vera utfordrande.

I fleire forsøk som har blitt gjort med direktesåing, har konkurranse med den ståande grassvoren vore drøfta som ein mogleg forklaringsfaktor, men elles er det ikkje funne litteratur som systematisk relaterer etableringssuksess til ulik tettleik i grassvoren.

Eit konstruert modellforsøk vart lagt ut på Særheim for å undersøka korleis etableringa til raudkløver (*Trifolium pratense*) direktesådd i timoteieng og raigraseng vert påverka av dekningsgraden i grassvoren ved såtidspunkt. Planteteljingar vart gjort ut sesongen og avling med botanisering registrert i same år og første slått neste år.

I timoteienga fann ein at opphavelig dekning i svoren gav stor effekt på etableringa til raudkløver, som var vellukka ved 0-25% dekning av svoren ved såing. Ein terskel for god etablering ligg sannsynlegvis i området 25-75%, og nærmare 25% enn 75%. Kløveren klarte ikkje å etablere seg over dette nivået.

I raigrasenga var effekten av opphavelig dekning i svoren på etablering liten. Sjølv om avlinga inneheldt litt raudkløver ved lågare dekningsgrader (0-15%), var mengda for liten til å kalla etableringa vellukka. Gjenvekstevna til raigras viste seg å vera så sterk at svoren nokre få veker etter såing dekkja omtrent heile arealet igjen uavhengig av kva dekninga var ved såing.

Ut ifrå dette forsøket tilrådest det ikkje å direkteså inn raudkløver i ei timoteieng før ho er så glissen som ned i rundt 25% dekning. Direktesåing av raudkløver i raigraseng tilrådest ikkje.

Forsøket bør gjentakast i andre klimasoner, ved andre såtidspunkt og med andre engartar for å finna sikrere og lokaltilpassa estimat på kor open svoren må vera før ei etablering med direktesåing i ståande eng vert vellukka, som kan brukast i praktisk rådgjeving.

Abstract

By overseeding, one can renew the sward more environmentally friendly and with lower costs than renewal with tillage and proper seedbed preparations. Achieving a successful establishment, however, can be challenging. In several experiments on overseeding, competition with the existing sward is mentioned as a possible factor for explaining establishment success. Still, literature that systematically relates establishment success to different sward covers, has not been found.

An experiment was put out in Særheim to investigate how the establishment of red clover (*Trifolium pratense*) overseeded into ley of timothy (*Phleum pratense*) or ryegrass (*Lolium perenne*) was affected by the initial sward cover at time of sowing. The number of clover plants were counted throughout the season and yield, botanised for species, registered the same year and first cut in the next year.

In the timothy field, initial sward cover was found to have great effect on red clover's establishment, which was successful when initial cover was between 0-25% at time of sowing. A threshold for good establishment probably lies between 25-75% cover, and closer to 25% than 75%. Red clover did not manage to establish in higher cover than this.

In the ryegrass field, the effect of initial sward cover was small. Although the yield contained some red clover at lower initial covers (0-15%), the amount was too small to be considered successful. Ryegrass' ability for regrowth was so strong that the sward covered the plots nearly completely a few weeks after seeding, regardless of their initial cover.

Based on this experiment, overseeding red clover into a timothy field is not recommended unless the sward cover decreases towards 25%. Overseeding of red clover in ryegrass field is not recommended.

The experiment should be repeated in different climate zones, other sowing times and with other herbage species in order to make the estimate for how open a sward needs to be for successful overseeding more certain, and appropriate for giving practical recommendations.

Føreord

Denne oppgåva markerer slutten på mastergraden min i plantevitenskap ved Noregs miljø- og biovitenskaplege universitet (NMBU) og studentkapittelet av livet. Det kjennes både vemodig og på tide.

Oppgåva er basert på feltforsøk utført ved NIBIO sin forskingsstasjon på Særheim i 2017 og gjort i samband med prosjektet «Kostnadseffektiv grovfôrproduksjon».

Først vil eg takka for å ha blitt tatt vel imot på Særheim dei periodane eg har vore der. Feltarbeid har vore lærerikt, og eg har fått både god hjelp og prøvd meg sjølv. Eg har òg fått bruke meir data enn eg har jobba for. Takk til teknikarar for hjelp med praktisk arbeid.

Ein spesiell takk til rettleiarane mine: Åshild Ergon (NMBU), Mats Höglind (NIBIO) og Victor Rueda-Ayala (NIBIO) for å ha vore med på heile prosessen frå å engasjerande forma ideane, bli med i felt, hjelpa med statistikken og utarbeide oppgåva.

Tusen takk til mine vener som har stilt opp for meg: Maria og Margun Karin med korrekturlesing, Åsmund for gode diskusjonar og innspel, Odd Henning for å moralsk halda meg i skinnen og motet oppe og Marius for å tvinga meg til å ha fri og få meg til å kjenna at eg har fri.

Stor takk og til Yara som ærefullt har delt ut stipend til meg. Det er motiverande at dei har tru på prosjektet og vil løfta fram landbruksstudenten.

Björg Karin Dysjaland

Januar 2019

Ås

Innhald

Samandrag	I
Abstract	III
Føreord	1
1 Introduksjon	1
1.1 Engdyrking i Noreg – stort potensiale	1
1.2 Årsaker til avlingsreduksjon, og kvifor fornying	2
1.3 Fornyingsmetodar i eng	3
1.4 Når er direktesåing relevant.....	3
1.5 Utfordringar med direktesåing.....	4
1.6 Typar direktesåingsutstyr	5
1.7 Kløver si etableringsevne	6
1.8 Problemstilling.....	7
2 Metode	8
2.1 Feltbeskriving	8
2.2 Etablering av feltforsøk	8
2.3 Registreringar i hovudforsøket	12
2.3.1 Fotografering	13
2.3.2 Komprimert svorhøgde	14
2.3.3 Spireteljing frå bilde.....	14
2.3.4 Avling.....	14
2.4 Registreringar i detaljstudium	15
2.4.1 Spireteljing i felt.....	16
2.4.2 Plantehøgde for spirer	17
2.4.3 Utviklingstrinn for spirer.....	17
2.5 Statistisk metode.....	18
3 Resultat	19

3.1	Hovudforsøk	19
3.1.1	Fotografering	19
3.1.2	Komprimert svorhøgd	22
3.1.3	Kløverteljing frå bilde	23
3.1.4	Avling 2017	25
3.1.5	Avling på timoteifeltet 2018	26
3.1.6	Avling på raigrasfeltet 2018	28
3.2	Detaljstudium	29
3.2.1	Spireteljing i felt; timotei	29
3.2.2	Spireteljing i felt; raigras	30
3.2.3	Spirehøgd	32
3.2.4	Utviklingsstadium	33
4	Diskusjon	36
4.1	Raudkløver si etableringsevne i tett og open svor	36
4.1.1	Timoteifelt	36
4.1.2	Raigrasfelt	37
4.2	Ein terskel for vellukka etablering	38
4.2.1	Timoteifelt	38
4.2.2	Raigrasfelt	38
4.3	Utgang av spirer i forhold til tettleik i svoren	39
4.4	Metodedrøfting	41
4.5	Agronomisk betydning	42
5	Konklusjon	44
6	Referansar	45

1 Introduksjon

1.1 Engdyrking i Noreg – stort potensiale

«Noreg er eit grasland» er det mange som seier i landbrukssamanheng. Det skuldast at av den vesle delen av Noregs areal som er dyrkbar, så er rundt 2/3 av det eng, fulldyrka eller overflatedyrka. Ofte er det av klimatiske og topografiske årsaker ikkje eigna til å dyrke andre vekstar enn gras, som er den kulturen som har størst geografisk spreining, frå sør til nord, og frå kyst til høgfjell og innland.

Det hausta graset er fôr til drøvtyggarar. Mjølkekyrne, som et brorparten av grovfôret, har hatt ei stor produktivitetsauke i tiåret 2008-2017 frå 7144 til 8116 kg EKM (energikorrigert) per ku i årleg mjølkeavdrått (Husdyrkontrollen, 2018). Og den stig stadig. Dette kjem mest av ei sterkare fôring med høgare del kraftfôr i rasjonen til fordel for grovfôr. For mange gardar er kostnaden per fôreining mjølk (Fem) billigare for kraftfôr enn grovfôr.

Grovfôravlingane derimot, har ikkje auka denne perioden (Steinshamn et al., 2016). Av Grovfôrkampen, som har vorte arrangert først som ein del av AGROPRO-prosjektet, og deretter vidareført av Grovfôr2020, har me sett at avlingspotensialet ligg mykje høgare enn landsgjennomsnittet. Alle deltakarar i 2016 hausta over 1000 kg tørrstoff (TS) per dekar gjennom sesongen (Mellemstrand, 2017), og i 2017 hausta deltakarane mellom 972 og 1327 kg TS/daa (Sola, 2018). Medan tal frå SSB gjer eit snitt for åra 2008-2017 på 529 kg TS/daa (Sentralbyrå, 2018). Altså skulle det vera mogleg å ta ut avlingar på rundt det dobbelte av det gjennomsnittsbonden gjer i dag, i alle fall på gardar med gode dyrkingsforhold.

Me bør nytta dyrkingspotensialet og auka grovfôravlingane og kvaliteten i Noreg fordi høg avling og betre kvalitet gjer ein lågare kostnad per Fem i fôret og dermed betre lønsemd for produksjonen (Berntsen, 2018). Betre kvalitet, særleg med tanke på fordøyelegheit og proteininnhald, gjer behovet for protein gjennom kraftfôr mindre for å oppretthalda høg mjølkeavdrått. Ettersom store deler av proteinråvarene i kraftfôr må importerast, vil ei vridning mot at større del av rasjonen til kua er grovfôr og større del av proteinet og stammer frå grovfôr, kunne påverka sjølvforsyningsgraden i landet ved at større del av fôrgrunnlaget kjem frå Norge. Dette er i tråd med politiske mål i den siste landbruksmeldinga (matdepartement, 2016-2017) som vil at auke i husdyrproduksjonen skal skje på grunnlag av norske ressursar, der auka grovfôr kvalitet er spesielt nemnd, og «Videre vil regjeringen bidra

til å holde fôrkostnadar på eit nivå som legger grunnlag for et konkurransedyktig husdyrhold.»

1.2 Årsaker til avlingsreduksjon, og kvifor fornying

Agronomiske årsaker til at eit jorde ikkje yt avlingspotensiale fullt ut kan vera mange og samansette. Forutan at dei klimatiske føresetnadane ein ikkje kan gjera noko med, som solinnstråling, daglengde og temperatur, set tilbake vekst, kan dei fleste suboptimale tilstandar gjerast noko med. Til dømes kan ein gjødsla og kalka mot utilstrekkeleg næringstilgang eller feil pH. Mangel på vatn vil hindra plantane sin metabolisme og for mykje vatn gjer at røtene druknar av oksygenmangel, då trengst gode system for vatning eller drenering. Sjukdom og skadedyr kan òg hemma plantevekst, mot det kan ein mellom anna førebygga med motstandsdyktige sortar eller kjempa dei ned med plantevernmiddel. Og om jordstrukturen vert øydelagd med køyre- eller pakkeskadar, vil jordarbeid løysa opp i det som ikkje ligg for djupt.

Kvart problem har sine tiltak, enten dei verkar direkte aleine eller trengs fleire saman for å bøta på eit problem, eller om eit tiltak hjelper for fleire problem. Fornyng av plantedekket vil hjelpa når artar som er ønska på grunn av god produktivitet eller kvalitet går ut, og at svoren då vert glissen eller ugras tar plassen. Dette skjer over tid då dei ønska artane ikkje alltid er dei som er best tilpassa miljøet og dyrkingsstrategien. Eksempelvis toler timotei dårleg eit hyppig slåtteregime og raigras er lite vinterbestandig. Kløver har ein tendens til å verta utkonkurrert ved høg nitrogengjødsling, og i tillegg er raudkløver svært utsett for soppsjukdommar, spesielt kløverrate som angrip røtene meir og meir for kvart år.

Om tilstanden til den norske enga seier Steinshamn et al. (2016) at den alt i alt har blitt eldre. Tal viser at det frå 1999 til 2010 vart mindre areal eng i kategorien 0-4 år. Medan det i kategoriane 5-9 år, meir enn 9 år og varig eng vart meir engareal. Nokre grunnar til det kan vera at det er mindre åkervekster i omløp i vekstskifte som gjer det naturleg med nytt attlegg, og at ein høgare del av jorda den norske bonden driv er leigejord som det ikkje vert lagt store investeringar i. At eng blir fornya sjeldnare er sannsynlegvis ein medverkande årsak til at avlingane ikkje har stige dei siste åra. Kanskje kan meir av potensialet hentast ut om enga hadde vorte fornya oftare?

1.3 Fornyingsmetodar i eng

Alt etter kva jord, dyrkingssystem og avlingskrav ein har for det inneverande året, finst det fleire måtar å fornya enga på. Å fornya enga har tradisjonelt vore mest vanleg med fullt jordarbeid med pløying, horving og såing i fint preparert såbed før til slutt tromling. Ofte vert arealet kjemisk brakka før pløying. Denne måten har mange fordelar i at pakka jord vert løyst opp, torva med gamle planterestar, ugras og nokre sjukdommar vert graven ned, og kulturen ein sår får veksa opp utan konkurranse.

Det tradisjonelle attlegget kan òg lagast med å så i ein dekkvekst som veks fortare enn attleggsartane og både hindrar ope rom for ugras i starten og kan gje ei god avling same år. Vanlege dekkvekstar er til dømes bygg, som etablerer seg raskare enn engvekstane.

Ein annan måte å fornya enga på er ved brakking og redusert jordarbeid, t.d. horving for å løysa opp jord og planterestar, før såing. Med brakking og horving får ein framleis drepe svoren med ugras og kutta opp planterestar. Endå enklare kan ein gjera det med brakking før en sår direkte, utan jordarbeid, såkalla direktesåing, om ein vil redusera arbeidsmengda.

Enga kan og fornyast utan å brakka den gamle svoren og starta på ny med attlegg. Ved direktesåing rett i ståande svor, kan artsamansetnaden modifierast så lenge andre føresetnadar for god vekst er greie.

Når det gjeld tidspunkt i sesong for fornying, må det tilpassast dyrkingssystem og klimatiske faktorar. Frå tidleg vår når vekstsesongen startar og i løpet av sesongen eller etter første slått er vanleg. Både Hall og Vough (2007) og Younie (2012) seier at det seinaste på sesongen ein kan så i eng er så plantane framleis rekk å etablere seg med godt rotsystem og lagra assimilat for å overleva vinter. Om jorda er for tørr på sommaren, vil Hall og Vough (2007) anbefala å så på våren eller tidleg haust.

1.4 Når er direktesåing relevant

I nokre høve kan direktesåing vera ein god metode til delvis fornying av eng utan pløying, eventuelt med brakking først. Spesielt gjeld det areal der tungt jordarbeid er vanskeleg grunna skrint jordsmonn, bratt topografi, erosjonsutsett jord, steinrik jord eller myr. I andre høve kan det vera fordelaktig å så i meir frø i ein ståande svor når den treng forbetring men kostnadane ved full fornying er høgare enn fordelane. Dette kan passa når ein vil reparera flekkar på

jordet som har gått ut etter vinteren, men som i det heile framleis har eit greitt plantedekke. Eit anna vanleg problem i eng er at nokre artar går ut over tid. Dei som er ønska i samansetnaden for høg avling og god kvalitet er ikkje nødvendigvis dei mest haldbare i sitt system, til dømes timotei som ikkje toler hyppig slått godt, raigras som er lite vinterherdig og kløver som mellom anna konkurrerer dårlegare med dei andre artane når nitrogengjødslinga er sterk. Om det ikkje er for mange andre grunnar i tillegg til låge avlingar, så kan direktesåing vera ein metode til å auka delen av ønska arter og prøva å halda nivået i enga oppe nokre år lenger før ompløying vert naudsynt.

Fornyng med direktesåing i ståande eng har økonomiske og miljømessige fordelar. Først og fremst er sjølve direktesåingsoperasjonen arbeids- og kostnadssparande kontra fornyng med pløying og fullt jordarbeid. Ein vil heller ikkje missa både ein og to slåttar i atleggsåret medan ein venter på etablering. Eit forsøk gjort av NLR Helgeland (Dohrn, 2017) viser at det òg kan vera ein økonomisk gevinst over tid, ved at sjølv om fornyng med pløying gav høgare avling enn direktesåing, så hadde den direktesådde operasjonen likevel så mykje lågare kostnad i fornyinga at prisen per fôreining i sum over tre år var billigare.

Med tanke på miljøkostnad, vil ein med direktesåing sleppa fleire rundar maskinkøyning over jordet som krevst ved pløying og alle jordarbeidsoperasjonane som kjem etter, dessutan at pløying er av det tyngste og drivstoffkrevjande arbeidet traktoren gjer på jordet. Jord er òg ein stor bindar av karbon, der jord med langvarig eng har større evne til å binda karbon enn andre dyrkingssystem i jordbrukssamanheng (Grønlund et al., 2010). Åkervekstar og jordarbeid kan gje karbontap, og dei gode eigenskapane til dyrkingssystem med langvarig eng kjem av at det er fleirårige vekstar som har stor rotmengd, dei dekker jorda heile året, noko som hindrar erosjon og nyttar heile delen av året som tillèt plantevekst og har ei langsam mineralisering av organisk materiale i jorda.

1.5 Utfordringar med direktesåing

Enn så mange fordelar direktesåing kan ha med seg, rapporterast det om stor variasjon i suksess, noko som vitnar om vesentlege utfordringar. Ifølge Younie (2012) vil spiring og etablering som regel alltid verta betre i jord der det har vorte pløgd og laga skikkeleg såbed.

Nokre utfordringar er som elles ved såing, å få god kontakt mellom jord og frø, og nok fukt i jorda for å initiere spiring. Ved direktesåing kan daude planterestar eller levande plantar vera til hinder for frø si kontakt med jord. Fuktigheit i jorda er høgare på vår og haust, men rette

høve med tanke på jordtype og klima skal vera mogleg å finna på sommaren i Noreg fleire stader likevel. Ofte vert det skrivne at spiring var god i forsøk med direktesåing, uavhengig av sluttresultat, som tydar på at høva rundt såing og spiring ikkje er dei mest avgjerande for suksess.

Deretter, fortel Younie (2012) at utfordringane er at dei spirte småplantene vil møte stor konkurranse om vatn, næring og lys ved direktesåing i ståande svor, spesielt ved tjukk svor som i stor grad inneheld tette og krypande grasartar som ikkje er sådd. Fleire forsøk dei siste åra nemner at plantedekke ved såing som ein av faktorane som har størst innverknad på etableringssuksess. I forsøk med våtsåing som metode (Nesheim et al., 2010) gav direktesåing på brakka areal betre dekke av sådde artar enn på ikkje brakka, nokre gonger og høgare avling. I forsøk med isåing i ståande bestand, viser det seg vanskeleg å få auka avlingsutbytte. To feltforsøk i samband med AGROPRO-prosjektet gav ikkje auka avling med direktesåing av raigras (Bakken et al., 2017). Synnes (2018) fekk ei lita auke med vedlikehaldssåing av raigras, men ikkje signifikant. *Vedlikeholdssåing med våtsåingsmetode* 2018) fekk auka avling i eit av felta, der det var knytt til veldig glissen plantebestand med meir enn 50% bar jord. òg Volden et al. (2005) såg at etableringssuksess var knytt til konkurranse, då utgangen av plantar var større der avlinga var høg, medan der grasavlinga var jamt låg, var det meir rom for isådd raudkløver.

Ein anna ting som kan verka negativt inn på spiring og vekst er allelopati, når nokre plantar skil ut veksthemmande stoff som verker på andre planter. Haugland et al. (2001) og Brandsæter et al. (2005) gjorde studiar og fann noko høgare nivå av veksthemmande stoff i jorda med plantar dyrka i klimakammer og utsett for isdekke for å simulera vinterskade. Dei fann og ein samanheng mellom funn av veksthemmarar i jord tatt ut ved såing og tilslag på direktesåing, men mange faktorar kan og verka inn.

1.6 Typar direktesåingsutstyr

«Å direkteså» sikter til operasjonen å så ein kultur utan å pløye først, vera seg i ståande bestand, daude planterestar eller med lett jordarbeiding først. Sånn sett kan ein direkteså med mange typar utstyr, men ettersom daudt eller levande plantedekke kan vera til hinder for god kontakt mellom jord og frø, vert ofte såmaskinar tenkt til direktesåing laga med organ som bryt gjennom eller delvis fjernar plantedekket og lagar snitt i jorda som sålabben slepp frøet i.

Ei enkel oversikt over typar maskin som vert brukt til direktesåing:

- Direktesåmaskin med såski som kviler på jorda med regulerbart press, kniv under som kutter planterestar og skjer eit snitt i jorda og sålabb bakkant som plasserer frøet i snittet.
- Direktesåmaskin med rulleskjær som lagar skåret gjennom planterestar og jord, og sålabb som slepp ned frøet i skåret. Òg kalla skållabb.
- Langfingerhorv som riv vekk gamle planterestar og eventuelt riv opp litt av levande plantedekke. Mange kan koma med såaggregat montert på for breisåing. Då er det og vanleg med eit pakkehjul bakerst for å sikra kontakt mellom lausare torv og frø plassert på toppen.
- Stripespreiar for husdyrgjødsel med såfrøaggregat som fordelar såfrø til slangane der dei vert blanda i gjødsla. Òg kalla våtsåing.

Så lenge frøet er sikra kontakt med jord og nok fuktigheit for å spira, er type utstyr sagt å vera mindre utslagsgeivande for vellukka direktesåing (Volden et al., 2005; Younie, 2012) enn til dømes konkurransen om lys for spirene.

1.7 Kløver si etableringsevne

Raudkløver er vald som modellplante for såinga fordi det er ein relevant art for direktesåing som ofte går fort ut av enga, men er spesielt ønska å ha i engblandinga på grunn av den nitrogenfikserande evna og gode fôrkvalitet.

Raudkløver er ein treig etablerar (Grønnerød, 1994) som ikkje bør såast for seint på året, helst på våren eller etter førsteslått (Paulsen, 2017). derfor er det normalt å ikkje finna igjen så mykje av den i isåingsåret (Rivedal, 1998).

Tilrådd såmengd ved supplering i eksisterande eng er 0,5 kg/daa (økologisk landbruk nr.1 2011)

1.8 Problemstilling

Målet med oppgåva er å undersøka korleis etableringssuksess ved direktesåing i ståande eng vert påverka av tettleiken i enga på såtidspunkt.

Å direkteså som fornyingsmetode i eng, kan ha mange fordelar som tidlegare skildra, men det viser seg ofte vanskeleg å få til godt resultat (Bakken et al., 2017; Synnes, 2018) (Bakken et al 2017, Synnes 2018). Fleire forsøk har peika på tettleik i svoren som ein forklaringsfaktor til suksess utan at det har vore ein innlagd faktor (Volden et al., 2005) . Det har blitt gjort forsøk på direktesåing i Noreg og utlandet med andre føremål. Rapporten «Fornyng av eng uten pløying» av Nesheim og Höglinde (2018) summerer opp norske forsøk som er gjort mellom 1992 og 2018. Det har ikkje lukkast å finna tidlegare forsøk som er gjort for å systematisk relatera etableringssuksess til ulike tettleikar i grassvor. Det er derfor eit behov for meir kunnskap om konkurranseforholdet mellom den ståande svoren og den isådde kulturen som kan brukast i praktisk rådgjeving.

For å undersøka kva som skjer under etableringa av raudkløver ved ulik tettleik i svoren, er det sett opp feltforsøk der utviklinga vert følgt på svornivå og plantenivå.

Hypotesane er:

- Ein opnare svor vil gjera det enklare for raudkløveren å etablere seg og ein tettare svor vil gjera konkurransen hardare
- Det finst ein terskelverdi for kor open svoren må vera for at raudkløver skal klara å etablere seg
- Fleire raudkløverplantar døyrt ut ved tettare svor
- Raudkløverplantar døyrt ut fortare ved tettare svor
- Ulike engartar gjer ulik konkurranse mot raudkløveren

2 Metode

2.1 Feltbeskriving

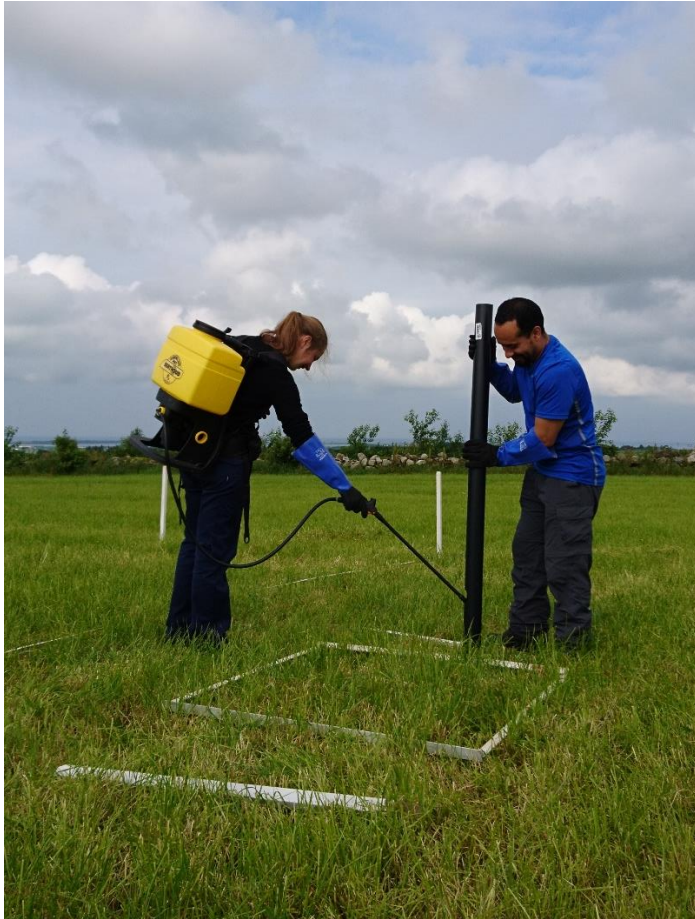
Ved NIBIO sin forsøksstasjon på Særheim vart det same forsøket vart lagt ut på to felt, der artsblandinga på det eine feltet bestod hovudsakeleg av timotei (*Phleum pratense*), og på det andre feltet hovudsakeleg av raigras (*Lolium perenne*). Felta er derfor kalla høvesvis timoteifeltet og raigrasfeltet. Begge stader var det ung eng i god vekst. Gjeldande klimanormal (1961-1990) for Særheim meteorologiske stasjon har ein årsnedbør på 1280 mm og ein vekstsesong på 1251 graddagar (ved basistemperatur 5°C) (Landbruksmeteorologisk_tjeneste, 2018). Jordtypen på dette høgdedraget i Klepp er ein humusrik siltig mellomsand.

2.2 Etablering av feltforsøk

Forsøket var eit ruteforsøk med enkelt randomisert blokkdesign, med tolv ledd (behandingar) og fire gjentak. Ledda skulle representere ulike tettleikar i eng som gjer ulike konkurransehøve for den direktesådde veksten i etableringsfasen. Dei ulike tettleikane vart målt som svoren sin dekningsgrad per areal ved såing, gitt i prosent, og rangert mellom 0 % og 100 %. I kvar av dei tolv ledda vart det før forsøksstart konstruert tiltenkte dekningsgrader av svoren med hjelp av herbicid (glyfosat). Den tilsikta dekningsgraden kan sjåast i Tabell 1. Sprøytingane vart gjort med vanleg ryggsprøyte, og for å behandla bestemt ønska areal, vert dysa halden inne i ein plastrøyr med munning av kjend areal (ca. 0,005 m²) som ein sette ned i ruta og sprøyta eit gitt tal tilfeldige flekkar Figur 1.

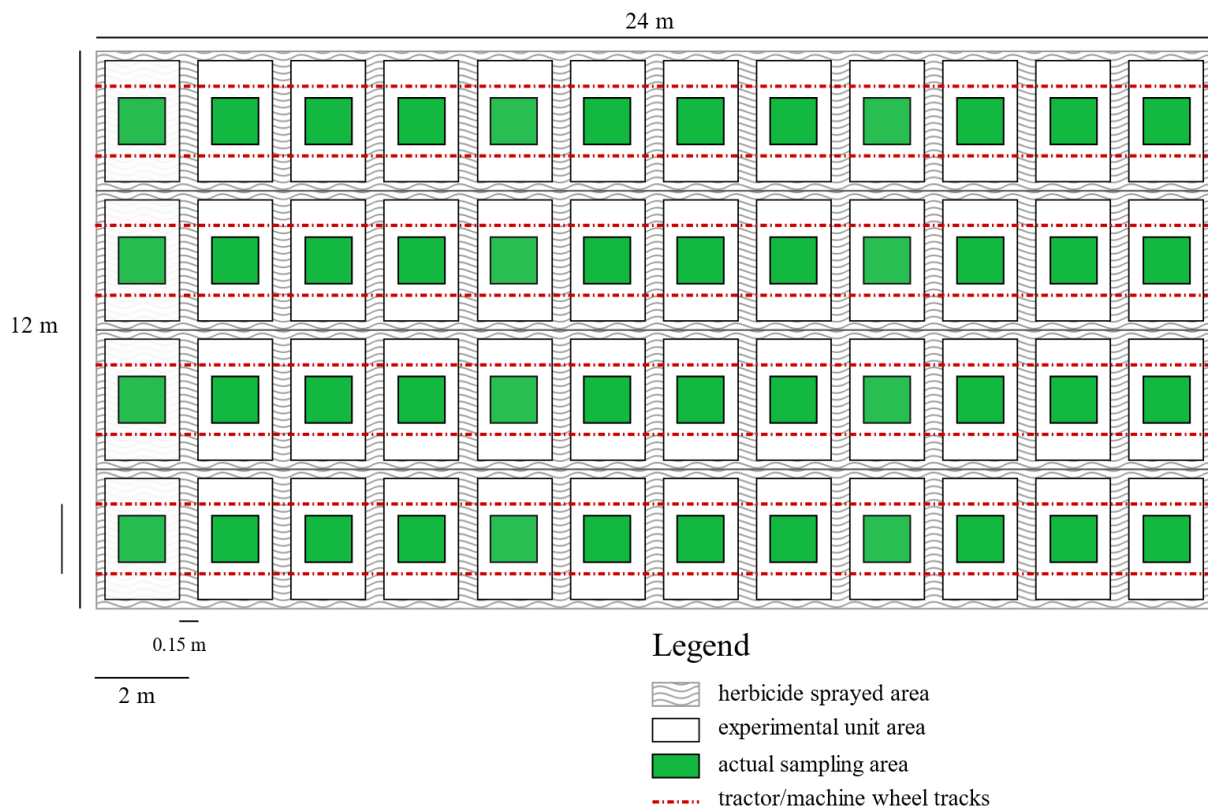
Tabell 1: Dei tolv ledda med tilhøyrande tilsikta dekningsgrad i svoren, delen av arealet i ruta som vart sprøyta ned og talet på runde flekkar som vart sprøyta i ruta for å til saman behandla rett areal.

Leddnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tilsikta dekningsgrad [%]	100	99,38	98,75	97,5	95	90	80	60	50	40	20	0
Sprøyta areal [%]	0	0,625	1,25	2,5	5	10	20	40	50	60	80	100
Sprøyta flekkar	0	1	2	4	6	12	24	48	60	80	96	Alt



Figur 1: Sprøytebehandlingane for å laga ulik dekningsgrad i svoren vart gjort med ryggssprøyte og for å sprøyte ønska areal av ruta, vart dysa halden i ein plastrøyr som vart flytta rundt tilfeldig og sprøyta eit gitt tal gonger.

Forsøksfelte målte 12 m * 24 m, og rutene var 3 m * 2 m store, inkludert grenser. Det var grenser mellom alle ruter, ca. 0,15 m breie. I den midtarste kvadratmeteren av forsøksruta, registreringsruta, har sprøytbehandlingar av dei ulike ledda og alle registreringar har vore gjort. Resten av forsøksruta som ikkje er registreringsrute, er kantsone, og der var det mellom anna rom for at eventuelle køyrespor alltid gjekk utanfor registreringssona og påverka den minst mogleg. Sjå Figur 2.



Figur 2: Skisse av forsøksfelt med fulle forsøksruter, grenser mellom dei og registreringsruter (grøne område). Resten av forsøksruta som ikkje er registreringsrute er kantsone.

Forsøket vart etablert midt i sesong, etter ein sein førsteslått. Felta vart målt opp med målband og prisme og grenser mellom alle ruter sprøyta med glyfosat. Sprøytebehandlingane for å konstruera ulik tettleik vart utført i midten av juli (sjå Tabell 2 for behandlingar av feltet..), og såing gjort ei veke seinare når sprøytebehandlingane hadde starta å visa verknad. Dagen før såing vart begge felt pussa for å gje betre forhold for direktesåmaskinen og konkurransehøve for den sådde kulturen.

Tabell 2: Oversyn over utførte arbeidsoppgåver ved etablering av forsøksfelta og tidspunkt.

Felt	Sprøyting grenser	Sprøyting behandling	Beitepussing	Såing	Gjødsling
Timotei	08.07.2017	13.07.2017	19.07.2017	20.07.2017	01.08.2017
Raigras	11.07.2017	14.07.2017	19.07.2017	20.07.2017	01.08.2017

Begge forsøksfelt vart sådd i med 0,5 kg/daa raudkløver av sorten 'Lea'.

Direktesåingsmaskinen som vart brukt var ein Kuhn Premia 300 med skållabbar (Figur 3 og Figur 4). Frøa blei lagt i ei såskår med djupne på 0,5-1 cm. Planlagt sådjupne var 1-1,5 cm, men grunna at jorda var ganske tørr og hard denne dagen, klarte ikkje maskinen å gå djupare sjølv med maksimal fjørbelastning. Seinare vart begge felt gjødsla med Fullgjødsla® 18-3-15 tilsvarande 5 kg nitrogen per dekar i mengd.



Figur 3: Kuhn premia 300 direktesåingsmaskin i aksjon på timoteifeltet. Den har 24 sålabbar med skåler, fulgt av ei rekke tinder, og ei arbeidsbreidd på tre meter,.



Figur 4: Sålabbar på direktesåingsmaskinen med skåler for å skjære gjennom planterestar og ned i jord som ikkje er løyst ved jordarbeid.

2.3 Registreringar i hovudforsøket

I hovudforsøket vart raudkløver si etableringsevne studert på svornivå, og registreringane tilhøyrande hovudforsøket vart gjort på alle ruter i forsøksfelta, det vil seie at 12 ledd med 12 opphavelige dekningsgrader av svoren ved forsøksstart vart brukt til innhenta data.

Bestemming av aktuell dekningsgrad er nærmare skildra i **Feil! Fant ikke referansekilden..**

Fleire av registreringane vart gjentatt vekevisst frå forsøksstart til slutten av september.

Oversyn over dei og når dei er gjort er vist i Tabell 3.

Tabell 3: Oversyn over feltregistreringar tilhøyrande hovudforsøket som er gjort og når.

Felt	Bilder	Komprimert svorhøgd	Hausting
Timotei	24.07.2017	24.07.2017	
	01.08.2017	02.08.2017	
	07.08.2017	07.08.2017	
	14.08.2017	14.08.2017	
	21.08.2017	21.08.2017	
		28.08.2017	
			30.08.2017
	01.09.2017		
	11.09.2017	11.09.2017	
			25.09.2017
		10.10.2017	
		04.06.2018	
Raigras	26.07.2017	26.07.2017	
	02.08.2017	02.08.2017	
	08.08.2017	08.08.2017	
	16.08.2017	15.08.2017	
	22.08.2017	22.08.2017	
	30.08.2017		
	11.09.2017		11.09.2017
			25.09.2017
25.09.2017	10.10.2017		
		18.06.2018	

2.3.1 Fotografering

Alle forsøksruter i kvart felt vart fotografert ein gong i veka frå forsøksstart fram til hausting, og to gonger i september. Fotograferinga vart gjort med kamera av typen APEMAN 1080P HD.

Bilda vart tatt rett ovanfrå og ned, éi rute om gongen. For å sikta dei inn på registreringsruta og mogleggjere bildeanalyse seinare, vart det lagt ei kvit metallramme i storleiken 1 m * 1 m på midten (Figur 5).



Figur 5: Kamera brukt til bildetaking i forgrunnen, og i bakgrunnen metallramma som markerte registreringsruta i forsøksruta.

Den første bildeserien som var tatt frå kvart felt vart brukt som grunnlag for å visuelt bestemma den reelle dekningsgraden i svoren ved forsøksstart. Denne samsvarte nødvendigvis ikkje med den tiltenkte dekningsgraden sprøytebehandlingane med herbicid vart gjort ut i frå. Grunnlaget for datasamanlikning for data registrert på alle ruter, er den visuelle bestemminga av dekningsgrad frå bilde.

2.3.2 Komprimert svorhøg

Høgdemåling av svoren vart gjort med ein platemålar av alle ruter ein gong i veka, frå start rett etter såing til eit par veker etter slått, hausten 2017. Ved kvar vekevisse måleserie, vart det i kvar rute gjort tre målingar innanfor registreringssona på 1 m².

Ein platemålar er ein innretning som består av ein stav med lengdemål på og ei rørleg plate som kvilar på toppen av plantebestanden (Figur 6). Ved å setta høgdedata inn i ein modell tilpassa dominerande engart, kan ein få eit mål på ståande biomasse (Mould, 1992).



Figur 6: Platemålar for komprimert svorhøg.

2.3.3 Spireteljing frå bilde

Det vart utført teljing av kløverspirer frå bildeseriane frå dei to første registreringsdatoane etter hausting 2017. For timoteifeltet vart det brukt bilde frå 01.09.2017 og 11.09.2017, og for raigrasfeltet 11.09.2017 og 25.09.2017. Alle ruter var med i teljinga, og programmet *Image-J* (Image, 2018) med *Cell counter* plug-in vart brukt som teljeverktøy. Liksom med andre registreringar, vart teljinga gjort innanfor den kvite 1 m * 1 m ramma, men til forskjell frå planteteljingane i felt, taltest det blad og ikkje planter.

2.3.4 Avling

Etter etablering av forsøk vart felta hausta ein gong i løpet av vekstsesongen 2017. Avlingsdata frå denne haustinga og avlingsdata frå 1.slått i 2018 er inkludert i oppgåva. Haustedatoar er synt i Tabell 3.

Før slått vart kantar mellom rutene pussa med grastrimmar. Slåtten av registreringsrutene vart utført med ein *BCS 630 max* to-hjulsslåmaskin med oppsamlar bak knivbjelken (Figur 7).

Avlinga vart samla rutevis og tørka i tørkeskap i 2 dagar på 60 grader. Etter tørking vart prøvene vegne. Ein sorteringsprøve vart tatt ut frå kvar rute og botanisert i «gras» (artar frå den opphavelige engblandinga), «ugras» og «raudkløver» før tørking, og deretter vegen fraksjonsvis. Total avlingsmengd og mengda gras, ugras og raudkløver er gitt i kg tørrstoff (TS) per m².

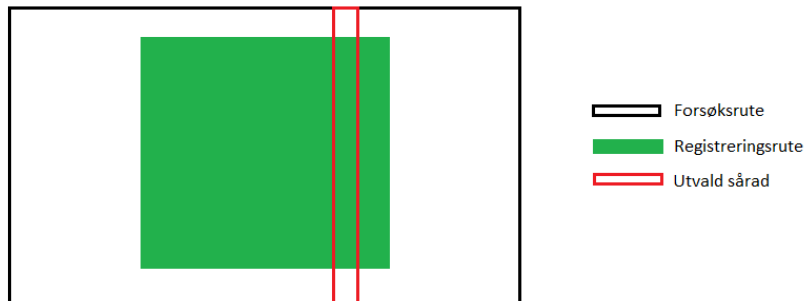


Figur 7: Utstyr brukt ved slått: to-hjulsslåmaskin, grastrimmer, rake mm.

2.4 Registreringar i detaljstudium

For å undersøke raudkløver si etablering på plantnivå, vart det gjort ein vidare studie på utvalde ruter. Registreringa vart gjort i fem ruter per gjentak, i tre gjentak i begge forsøksfelt. Dei fem rutene i kvart gjentak som vart vald ut, representerte ein dekningsgrad i svoren på høvesvis 0%, 25%, 50%, 75%, og 100%. Ved registreringar på plantnivå, vil dekningsgraden nærast sårada ha større innverknad enn dekningsgraden på heile ruta på mikromiljøet til spirene som er under etablering. Derfor vart rutene og såradene vald ut på bakgrunn av dekningsgraden av svoren over sårada, i tillegg til at sårada skulle ha relativt mange oppspirte planter å telja. Sjå raud rektangel i Figur 8 for eksempel på plassering av utvald sårad. Utvalet

vart gjort ved visuell bedømming på aktuell dekningsgrad den 02.08.2017, og registreringane vart utført vekevisst frå då og til slutten av september. Oversyn over registreringsdatoar er synt i Tabell 4.



Figur 8: Data frå planteteljing baserer seg på dekningsgraden av svoren over den utvalde sårada. Det vart vald ei såråd per rute og den gjekk tvers igjennom registreringsruta.

Tabell 4: Registreringsdatoar for detaljstudiet.

Registrering detaljstudie	
Timotei	Raigras
02.08.2017	02.08.2017
08.08.2017	08.08.2017
14.08.2017	16.08.2017
21.08.2017	22.08.2017
31.08.2017	30.08.2017
11.09.2017	11.09.2017
25.09.2017	25.09.2017

2.4.1 Spireteljing i felt

Levande spirer av raudkløver vart tald ein gong i veka frå spiring 02.08.2017 og til midt i september. For kvar forsøksrute vart dei tald på ca. 1,5 m av ei såråd som gjekk gjennom registreringsruta. Sårada var merka slik at same planter vart følgt.

2.4.2 Plantehøgð for spirer

Frå andre veke med planteteljingar vart registreringa utvida til å òg inkludere gjennomsnittleg plantehøgð. Plantehøgð vart målt med linjal frå bakken til det lengste/sist utvikla blad. Tre planter som såg representative ut i forhold til resten av ruta, vart målt per rute som planteteljingar vart gjort på.

2.4.3 Utviklingstrinn for spirer

Frå andre veke med planteteljingar starta òg registrering av utviklingstrinn. Eit gjennomsnittleg utviklingstrinn i ruta vart sett basert på Bakken et al. (2005) sin skala for fenologiske trinn for raudkløver, der mellom anna V1 indikerer første trekopla blad fullt utkomme, V2 andre trekopla blad osv. Sjå raudkløverplanter på V1-stadium i Figur 9. Ved registreringane etter slått, innførte ein nemninga B0, B1 og B2 som indikerer forgreining hjå planten, høvesvis 0, 1 og 2 greiener osv.



Figur 9: Tre unge raudkløverplanter med frøblad og spadeblad, to av dei med første trekopla blad, sett til utviklingstrinn V1.

2.5 Statistisk metode

Til alle statistiske testar i oppgåva er det nytta variansanalyse for å undersøka effekten av faktoren dekningsgrad i svoren ved såing på dei ulike responsane. Programmet Minitab (Inc, 2017) vart brukt med einvegs ANOVA for å analysera avlingsmengd av gras- ugras og kløverdelen mellom 12 dekningsgrader, og plantehøgde av raudkløverspirer mellom fem dekningsgrader. For å analysera spiretal av raudkløver på fem dekningsgrader, vart det brukt ANCOVA med oppspiringstal som kovariat og programmet R . Resultat er gitt å vera signifikante ved $p < 0,05$ om ikkje anna er nemnd. Ved signifikant utslag vart Tukey HSD nytta som post hoc test for samanlikning av enkelte behandlingar.

3 Resultat

3.1 Hovudforsøk

3.1.1 Fotografering

For å dokumentera utviklinga mellom den ståande svoren og den etablerande raudkløveren og mogleggjera bildeanalyse seinare i FOREFF-prosjektet, vart desse to forsøksfelte fotografert rutevis ein gong i veka frå forsøkstart til slått, deretter sjeldnare. I denne oppgåva vart den første bildeserien nytta til å setja ein dekningsgrad i svoren ved forsøksstart som var nærmare realiteten enn den tilsikta ved sprøytebehandlingar vart. To andre bildeseriar frå etter hausting i september vart og nytta til raudkløverteljing.

Heilt eksakt er det vanskeleg å setja ein dekningsgrad visuelt. Derfor kan for eksempel ei rute bestemt til 50% dekningsgrad av svoren reelt ha ein dekningsgrad på mellom 40% og 65%. Nedanfor er typiske ruter med dekning av svoren på 0%, 25%, 50% og 100% illustrert parvis første dato og dato to veker etter slått i. Dei viser dekninga ved start mot kor mykje kløver som har klart å etablere seg til tidspunktet to veker etter slått. Bilda frå timoteifeltet i Figur 10 er tatt 24.07.2017 og 11.09.2017, og for raigras (Figur 11) er dei tatt 26.07.2017 og 25.09.2017.



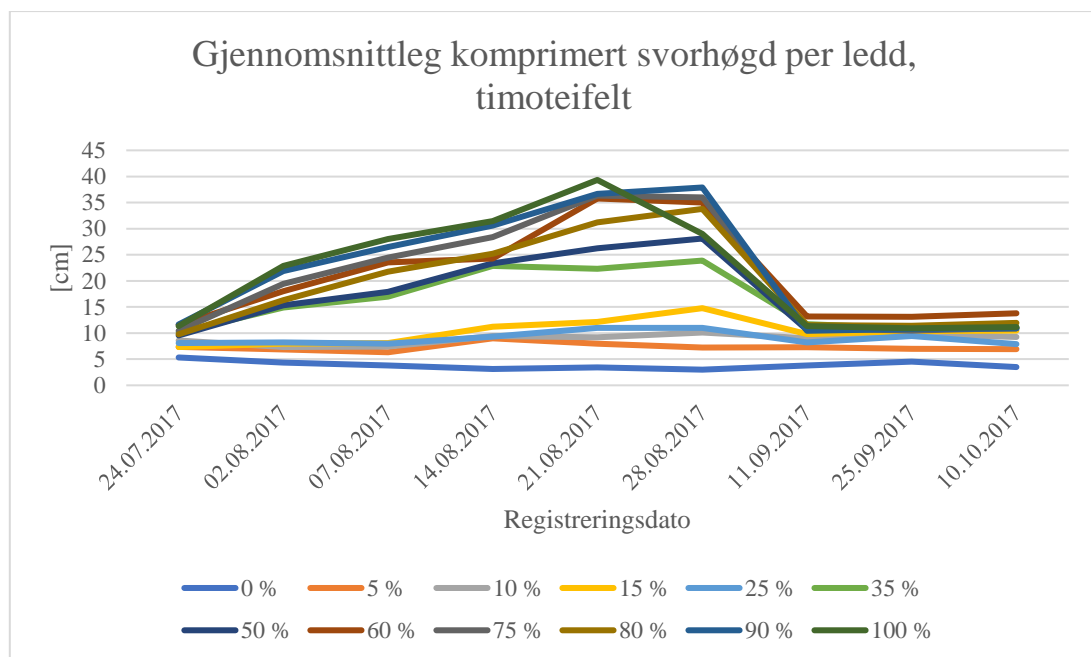
Figur 10: Ruter frå timoteifeltet som er representative for opphavelag dekning ved start, i første kolonne: a) 0%, b) 25%, c) 50% og d) 100%. Andre kolonne viser dei same rutene to veker etter slått 2017, der mykje kløver har etablert seg når svoren er veldig open, mindre kløver di tettare svoren er, og ingen kløver når svoren er veldig tett.



Figur 11: Ruter frå raigrasfeltet som er representative for opphøveleg dekning ved start, i første kolonne: a) 0%, b) 25%, c) 50% og d) 100%. Andre kolonne av bilde viser dei same rutene to veker etter slått i 2017, då svoren ved dei fleste ledd har tetta seg omtrent like bra og dekker heile ruta. Berre ledda der heile svoren er sprøyta ned har svoren fått tydeleg redusert dekning, og i desse rutene fanst det betydeleg meir kløver.

3.1.2 Komprimert svorhøg

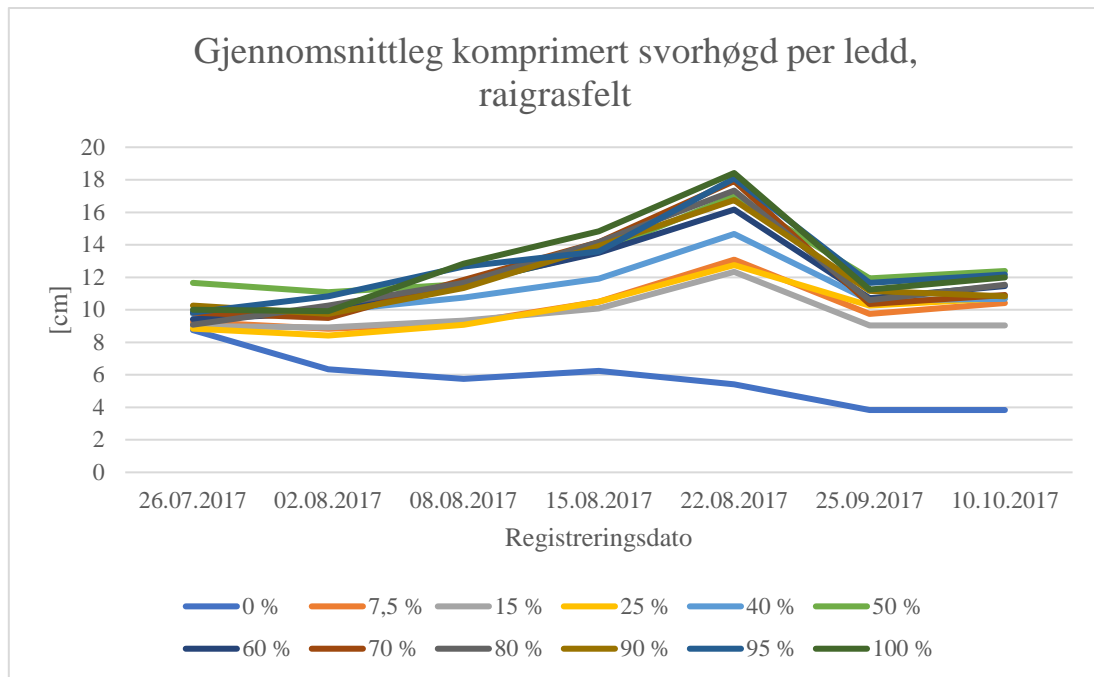
Veksten av den ståande svoren vart følgd som komprimert svorhøg frå etableringa av forsøket til starten av oktober, som nemnd i Tabell 3. Målingane viser at veksemønsteret til den dominerande engarten på kvart forsøksfelt var ulik. Av Figur 12 kan ein sjå svoren i timoteifeltet hadde ein jamt gradvis høgdevekst alt frå start og dei første fem vekene fram mot slått. Ruter med høgare opphavelig dekning har den høgaste komprimerte svorhøgda ved slått, på opp i mot 40 cm. Ruter med lågare opphavelig dekning (0-25 %) hadde ikkje hadde særleg høgdevekst fram mot slått, heller ikkje ved målingane etterpå.



Figur 12: Målt komprimert svorhøg ved tolv ledd som hadde ulik opphavelig dekning i svoren ved forsøksstart (gitt i prosent av arealet) på timoteifeltet.

Gjentak fire er stroke frå presentasjon av komprimert svorhøg for timoteifeltet av di det vart gjort feil ved etablering av forsøket; I rutene i gjentak fire vart det sprøyta eit større areal med herbicid enn tilsikta og større enn dei andre tre gjentaka. Dette gjer at gjentak fire ikkje får samanliknbar opphavelig dekning i svoren som gjentak ein, to og tre.

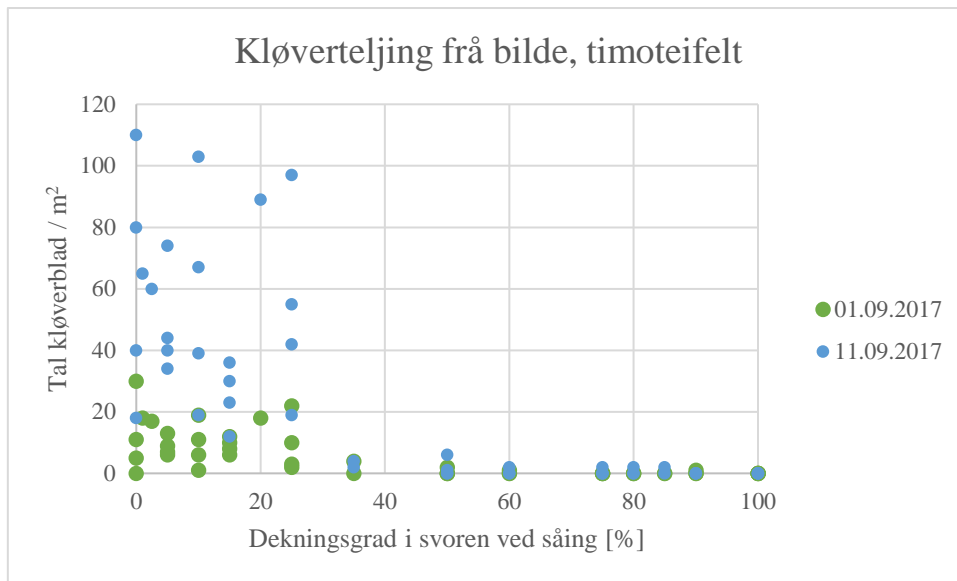
I forhold til timoteifeltet, verkar svoren i raigrasfeltet til å ha hatt ein låg høgdevekst dei første to-tre vekene frå start og tar seg meir opp den siste tida mot slått (Figur 13). Komprimert svorhøg målte likevel ikkje over 20 cm på raigrasfeltet og skilnaden på høgde mellom ledd med ulik opphavelig dekning var relativt liten, men òg her har ledd med lågast dekning målt lågast høgde.



Figur 13: Målt komprimert svorhøgde ved tolv ledd som hadde ulik opphavelig dekning i svoren ved forsøksstart (gitt i prosent av arealet) på raigrasfeltet.

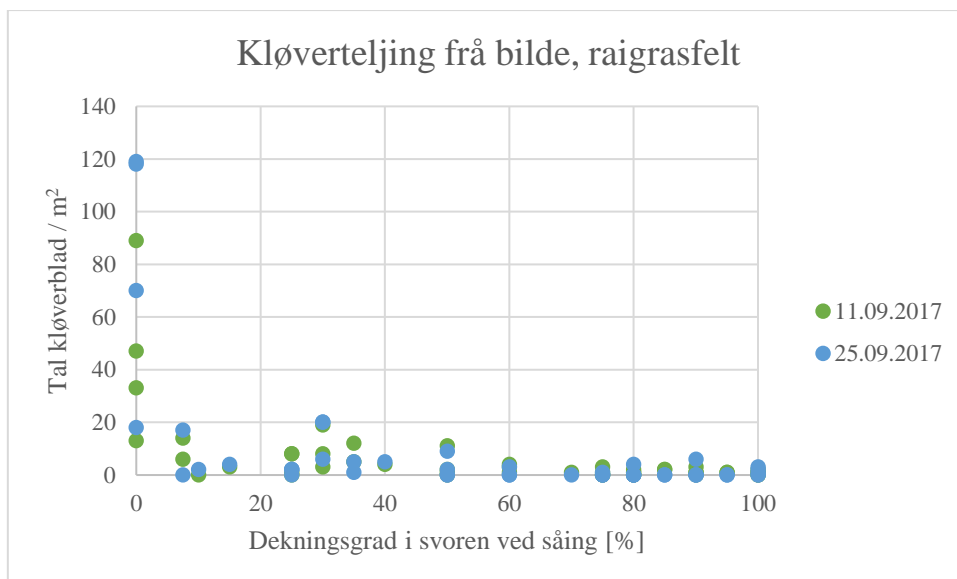
3.1.3 Kløverteljing frå bilde

For å estimera raudkløver si etablering fram til slutten av sesongen, blei bildeseriane frå dei to første registreringsdatoane etter slåttan brukt til å telja raudkløver, i tal blad per m². Teljinga på timoteifeltet (Figur 14) viser eit tydeleg skilje mellom ruter der den opphavelige dekninga var på omtrent over eller under 30 %. Ved dekning i svoren over 30 % var det nesten ingen kløverplanter, mellom 0 og 6. Ved dekning på under 30 % var det jamt over mange fleire kløverplanter, den 01.09.17 var det opp mot 30 blad per m² og den 11.09.17 var det opp mot 110 blad per m².



Figur 14: Talde blad av raudkløver per kvadratmeter rett etter og to veker etter første slått på hausten i forhold til kva dekning svoren hadde ved isåing på timoteifeltet.

Som det går fram av Figur 15, synast raigrasfeltet å ha dårleg etablering av raudkløver på alle opphavelge dekningsgrader i svoren bortsett frå ved 0 %. Alle ledd bortsett ifrå 0 % dekning hadde mellom 0 og 20 blad per kvadratmeter, og forskjellane mellom dei var små. Ved 0 % opphavelge dekning i svoren, var tal blad per m² høgare og varierte mellom ca. 10 og 120.

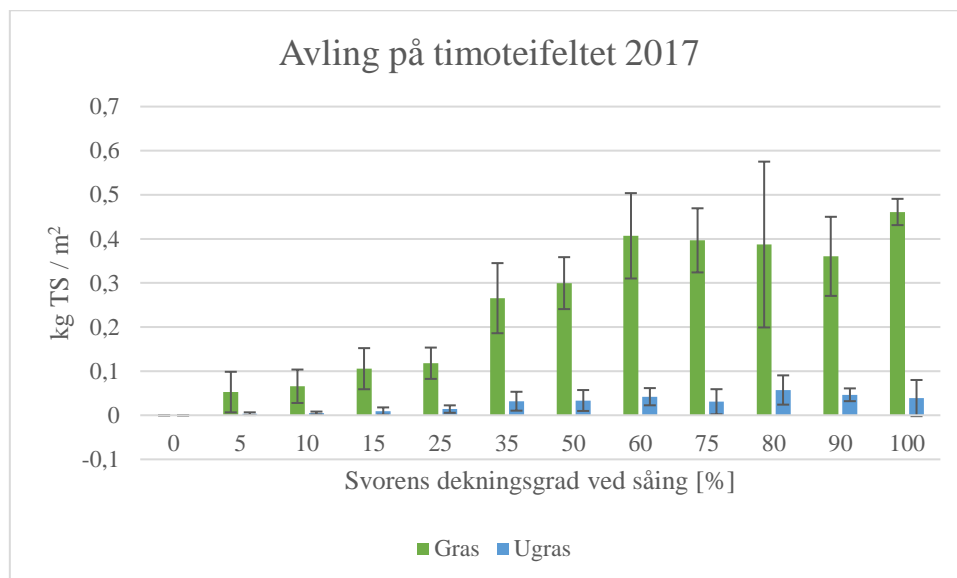


Figur 15: Talde blad av raudkløver per kvadratmeter rett etter og to veker etter første slått på hausten i forhold til kva dekning svoren hadde ved isåing på raigrasfeltet.

3.1.4 Avling 2017

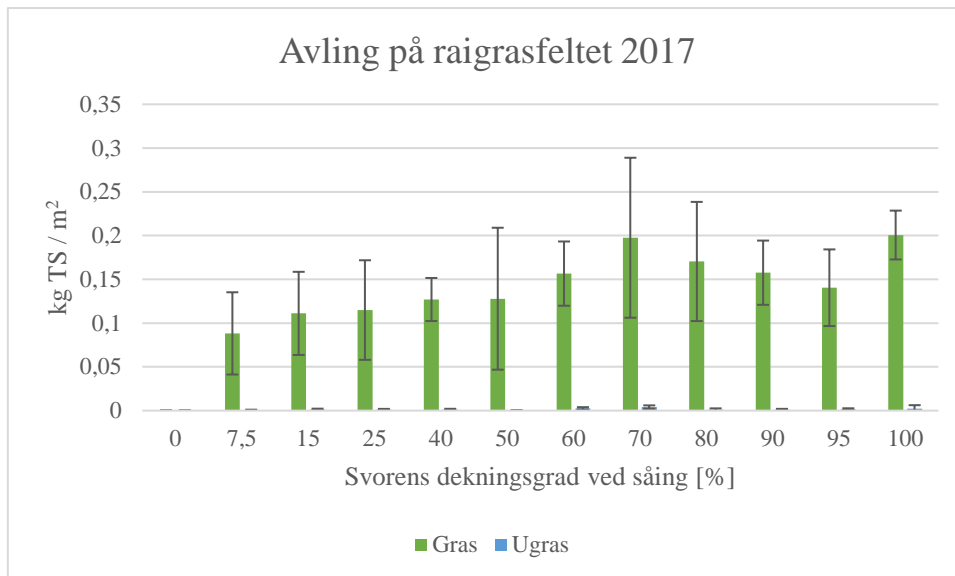
Total avling for rutene og dei botaniserte delane den bestod av (gras, ugras og raudkløver), vart registrert ved hausting. Begge felt vart slått ein gong etter forsøksetablering i 2017, timoteifeltet den 30.08.17 og raigrasfeltet den 11.09.17. Det er ikkje med raudkløver i avlingsdata for 2017, av di kløverplantene stort sett var lågare enn stubbhøgda og at stubbhøgda med vilje vart justert litt opp slik at kløverplantene ikkje vart råka av knivane.

Avling av gras og ugras for timoteifeltet visast i Figur 16. Totalavlinga var kraftig redusert i ruter med låg opphavelg dekning og den viste ein søkkande trend ved lågare dekning. Gras utgjorde den største delen av den totale avlinga, medan alle rutene hadde litt ugras. Statistisk var det ingen signifikant forskjell på mengd ugras mellom ledd med ulik opphavelg dekning, men for total avling og grassdelen var det forskjell på mengde mellom dekningsgradene 0-25 % og 60-100%. Gjentak fire er stroke frå analysen og figur av avlingsdata for timotei.



Figur 16: Avling hausta på timoteifeltet i 2017 etter forsøksstart, delt i grassdel og ugrasdel i kg TS/m² på 12 ulike opphavelge dekningsnivå av svoren. Feilfelt markerer standardavvik.

Raigrasfeltet delte ikkje tendensen til timoteifeltet med at rutene som hadde lågare opphavelg dekning i svoren hadde lågare totalavlingsnivå, bortsett leddet med 0% dekning som nesten ikkje hadde registrerbar avling, vist i Figur 17. Avlinga på dette feltet bestod òg hovudsakeleg av gras og små mengder ugras, som på timoteifeltet.

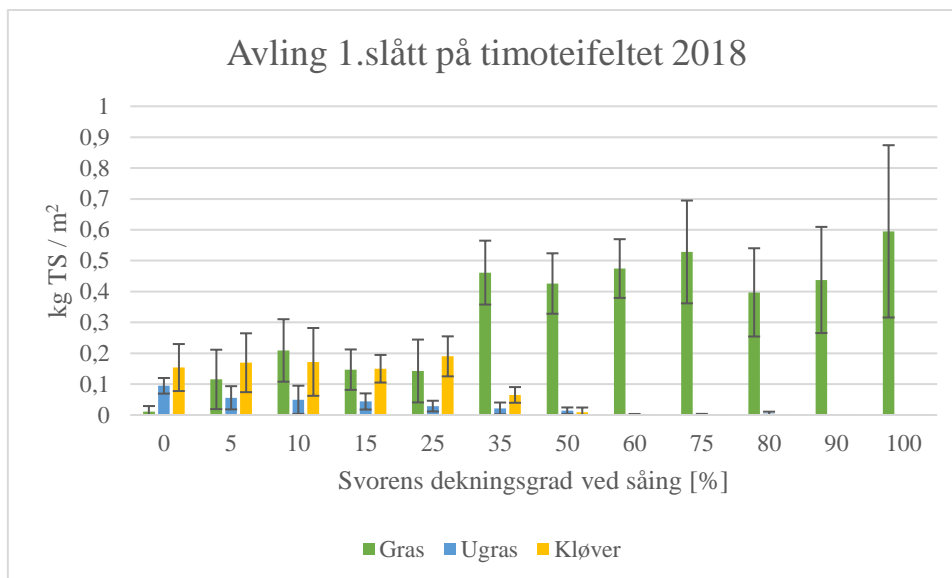


Figur 17: Avling hausta 2017 etter forsøksstart på raigrasfeltet, delt i grasdel og ugrasdel i kg TS/m² på 12 ulike opphavelge dekningsnivå av svoren. Feilfelt markerer standardavvik.

For grasdelen av avlinga, skilde 0 % dekning seg signifikant frå 60-100 % opphavelge dekning. For totalavling gjaldt nesten det same, her skilde 0% dekning seg frå 60-100 % bortsett frå 95%. For ugrasdelen av avlinga skilde ledda med 0% og 50 % dekning seg signifikant frå 70 %.

3.1.5 Avling på timoteifeltet 2018

Timoteifeltet vart slått første gang i 2018 den 4. juni, og avling, registrert som førre år, er vist i Figur 18. Det vart funne kløver i avlinga frå alle ledd med opphavelge dekning mellom 0 og 50 %, og ikkje funne i ledda med dekningsgrad mellom 60 og 100 %. For ledd med opphavelge dekning i svoren på mellom 35 og 100 % bestod den totale avlinga for det meste av gras, medan den for dekning 0-25 % bestod av både gras, ugras og kløver. Mengda kløver i ledda frå 0-25% var veldig lik, mellom 0,15 og 0,19 kg TS/m², men variasjonen stor ved nokre av ledda. Av total avling utgjer raudkløverdelen 10 % ved leddet 35% dekning og opp til 56 % ved leddet 0% opphavelge dekning av svoren.



Figur 18: Avlingsmengd for 1.slått 2018 på timoteifeltet i kg TS/m² for gras-, ugras- og raudkløverdelen på tolv ledd med ulik opphavelg dekning i svoren. Feilfelt markerer standardavvik.

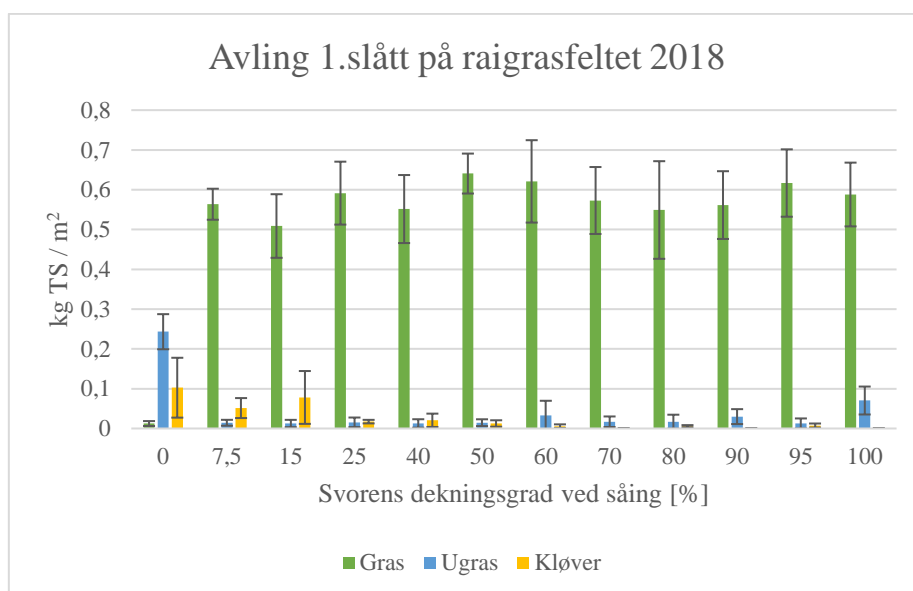
Ein-vegs ANOVA-analyse gav signifikant forskjell mellom ledd med ulik opphavelg dekning i svoren for både gras-, ugras- og raudkløverdelen av tørrstoffavlinga, men ikkje for det totale avlingsnivået ved eit signifikansnivå på $p=0,05$. Vidare gjer Tukey's test at mengda kløveravling på ledd med dekningsgrad på 5%, 10% og 25% skil seg signifikant frå dekningsgrader på 50-100%. Resultat av Tukey's test for gras-, ugras- og raudkløverdel av avlinga synast i Tabell 5. Analyse og grafisk framstilling av avling frå timoteifeltet 2018 er gjort på tre av fire gjentak, som for avlinga frå 2017.

Tabell 5: Effekta av opphavelg dekning i svoren på avlingsmengd av delane gras, ugras og raudkløver; gruppering frå Tukey test etter ANOVA-analyse for dei tre delane av avlinga på timoteifeltet slått den 04.06.2018. Om avlingsmengda for ein av delane er signifikant forskjellig ($p=0,05$) frå eit ledd til eit anna, er dei ikkje gruppert med same bokstav.

Dekningsgrad ved såing [%]	Tukey-gruppering, Grasdelt	Tukey-gruppering, Ugrasdelt	Tukey-gruppering, Kløverdelt
0	d	a	ab
5	cd	ab	a
10	abcd	ab	a
15	bcd	ab	ab
25	bcd	b	a
35	abc	b	ab
50	abc	b	b
60	abc	b	b
75	ab	b	b
80	abcd	b	b
90	abc	b	b
100	a	b	b

3.1.6 Avling på raigrasfeltet 2018

Som for timoteifeltet, vart det ved raigrasfeltet òg funne avlingsmengd og kor stor del av den gras, gras og raudkløver utgjorde neste sesong, ved 1.slått, her den 18.06.2018. Det er vist i Figur 19. Forskjellane mellom ledd er generelt små og gras utgjer den store hovuddelen av avlingsmengda, bortsett frå leddet med 0% dekningsgrad i svoren ved såing. Det er registrert at det finst ugras i alle ledd og raudkløver i dei fleste. Mengda raudkløver var størst i ledda med 0-15% dekning, med mellom 0,05 og 0,10 kg TS/m², som er mindre enn på timoteifeltet. Raudkløverdelen utgjorde 8-26% av total avling i ledda 0-15 % opphavelg dekning og 3% eller mindre i dei andre ledda.



Figur 19: Avlingsmengd for 1.slått 2018 på raigrasfeltet i kg TS/m² for gras-, ugras- og raudkløverdelen på tolv ledd med ulik dekningsgrad i svoren ved såing. Feilfelt markerer standardavvik.

Ved ein-vegs ANOVA-analyse vart det funnen signifikant forskjell på tørrstoffavling av alle deler og totalavling mellom dei tolv ulike opphavelge dekningane svoren hadde ved start. Vidare Tukey's test viser at denne skilnaden for både totalavling, grasdelen og ugrasdelen gjeld mellom leddet med dekningsgrad i svoren ved såing på 0% og resten (7,5% til 100%), som synt i Tabell 6. For raudkløverdelen av avlinga skil dekningsgrad 0% seg signifikant frå dekningsgrad 25-100%. Inkluderast òg dekningsgraden 15% med 0%, skil dei seg signifikant frå dekningsgradene 70%, 80%, 90% og 100% på mengd kløveravling.

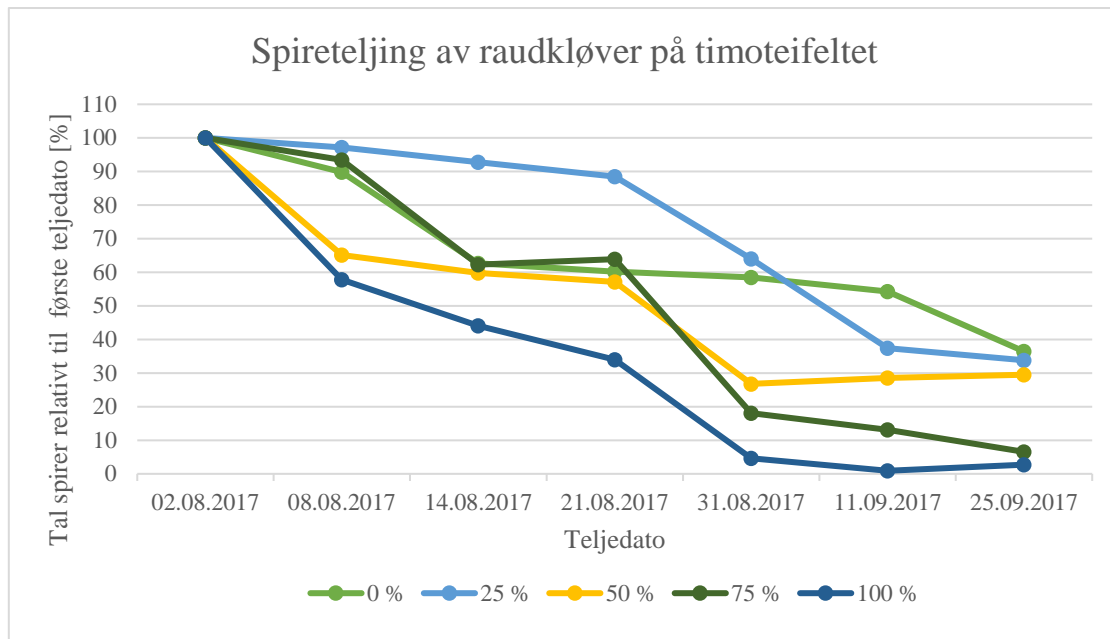
Tabell 6: Effekten av opphavelg dekning i svoren på avlingsmengd av delane gras, ugras og raudkløver; gruppering frå Tukey test etter ANOVA-analyse for dei tre delane av avlinga på raigrasfeltet slått den 18.06.2018. Om avlingsmengda for ein av delane er signifikant forskjellig ($p=0,05$) frå eit ledd til eit anna, er dei ikkje gruppert med same bokstav.

Dekningsgrad ved såing [%]	Tukey-gruppering, Grasdel	Tukey-gruppering, Ugrasdel	Tukey-gruppering, Kløverdel
0	b	a	a
7,5	a	b	abc
15	a	b	ab
25	a	b	bc
40	a	b	bc
50	a	b	bc
60	a	b	bc
70	a	b	c
80	a	b	c
90	a	b	c
95	a	b	bc
100	a	b	c

3.2 Detaljstudium

3.2.1 Spireteljing i felt; timotei

Et detaljstudium vart gjennomført for å studera på plantenivå korleis raudkløver si etablering vert påverka av konkurranse frå svor av ulik tettleik. Talet på spirer vart følgt på fem ledd med ulik dekning av svoren, frå oppspiring (02.08.2017) og seks veker fram til etter hausting. Figur 20 syner dette som plantetal i prosent relativt til første teljedato for timoteifeltet. Den viser at det er ved rundt 25 % dekningsgrad at færrest planter har døydd ut i dei fire vekene etter spiring fram til slått den 30.08.2017. Plantetalet ved 0% dekningsgrad har òg lite nedgang ut perioden, etter har sokke dei to første vekene frå oppspiringsteljing. Det er også det einaste leddet som ikkje ser ut til å la plantetalet bli påverka negativt av slått. Flest planter har døydd ut ved 100% dekningsgrad ved såing, som er leddet med lågast plantetal gjennom heile registreringsperioden.



Figur 20: Talet på raudkløverspirer relativt til oppspiring ved registreringsstart på fem ulike konkurranseforhold av dekningsgrad i svoren ved såing, følgt over sju veker på timoteifeltet.

Forskjellen i plantetal mellom dei fem dekningsgradene var signifikant i veke 3, 4 og 5 etter oppspiring på høvesvis 10%, 1% og 5% nivå. Dette er synt i Tabell 7, der Tukey vidare rangerer 25% på topp som signifikant forskjellig frå 75% og 100% på botn i plantetal for alle dei tre vekene.

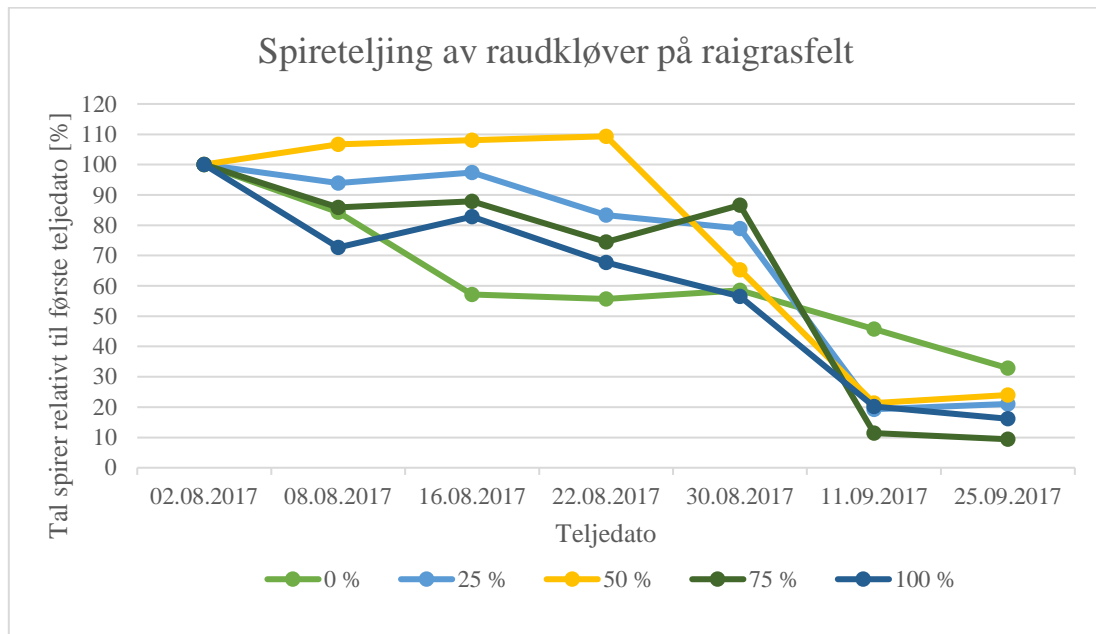
Tabell 7: Gjennomsnittleg tal av raudkløverspirer per m² i svor med fem ulike dekningsgrader ved isåing, tald over sju veker. Forskjellen mellom dekning er signifikant for tre teljingar med oppgitt signifikansnivå. Gjennomsnitta som ikkje deler same Tukey-gruppering er signifikant forskjellige frå ein annan denne teljinga.

Teljedato	Signifikans	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %	
02.08.2017		58,3	68,6	55,3	30,1	53,8	
08.08.2017	is	52,3	66,7	36,0	28,1	31,1	
14.08.2017	is	36,5	63,7	33,1	18,8	23,7	
21.08.2017	10%	35,1	ab 60,7	a 31,6	ab 19,3	b 18,3	b
30.08.2017	1%	34,1	ab 44,0	a 14,8	bc 5,4	c 2,5	c
11.09.2017	5%	31,6	a 25,7	a 15,8	ab 4,0	b 0,5	b
25.09.2017	is	21,2	23,2	16,3	2,0	1,5	

3.2.2 Spireteljing i felt; raigras

Raudkløverspirene si etablering i forhold til opphavelig dekning i svoren vart òg studert på raigrasfeltet. Teljingane over dei sju vekene ved fem ulike dekningsgrader er vist i Figur 21 med plantetal relativt til oppspiring den første teljedatoen. Ved dei fleste dekningsgradene var

det lite utgang av spirer i dei fire vekene etter første teljing, før dei alle hadde ein større nedgang til den femte teljeveka, då feltet vart slått 11.09.2017. Dei tre første vekene etter oppspiring var skilnaden signifikant, som vist i Tabell 8, med høgast plantetal for 25% dekningsgrad alle tre veker. Berre ved 0% dekning hadde plantetalet ein slakare nedgang ut perioden etter å ha sokke dei første to vekene. Ved 50% dekning var det oppgang i plantetal i tre veker etter oppspiring.



Figur 21: Raudkløverspirer relativt til oppspiring ved teljestart, følgt over sju veker registrering på raigrasfeltet, på fem ledd med ulik opphavelg dekning i svoren.

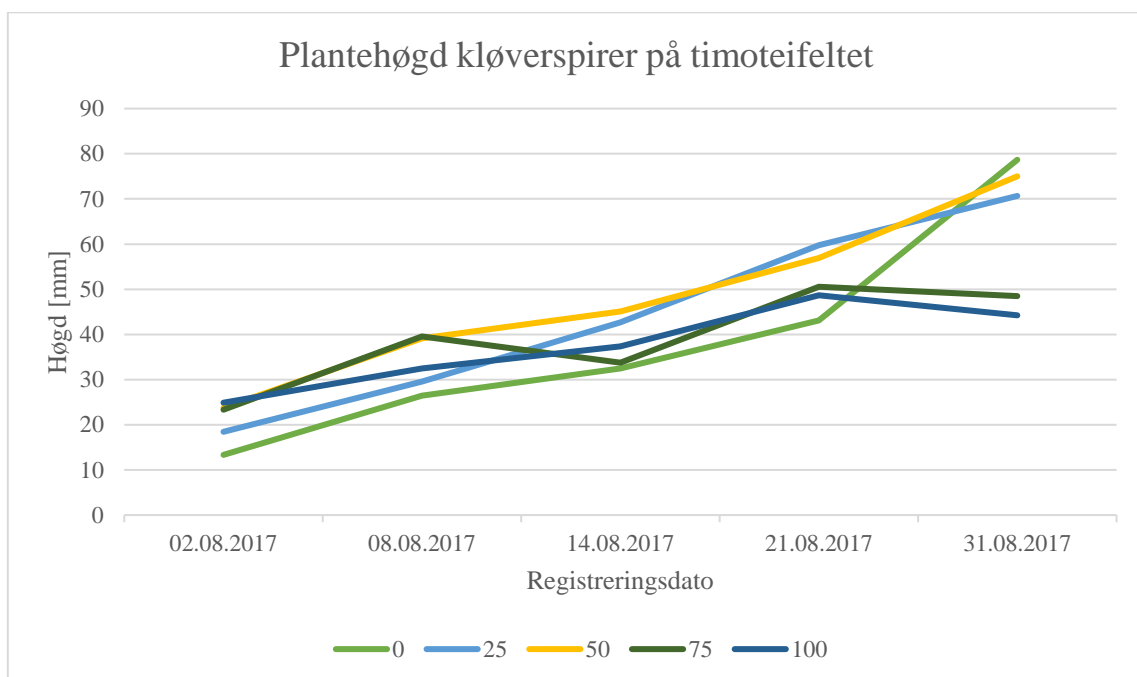
Tabell 8: Gjennomsnittleg tal av raudkløverspirer per m² i fem ledd med ulik opphavelg dekning i svoren, tald over sju veker. Forskjellen mellom dekningar er signifikant for tre av teljingane med oppgitt signifikansnivå. Gjennomsnitta som ikkje deler same Tukey-gruppering er signifikant forskjellige frå ein annan denne teljinga.

Teljedato	Signifikans	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
08.08.2017	5%	29,1 b	52,8 a	34,1 b	34,1 b	35,6 b
16.08.2017	10%	19,8 b	54,8 a	35,1 ab	34,1 ab	40,5 ab
22.08.2017	5%	19,3 b	53,3 a	34,1 ab	31,9 ab	25,7 b
30.08.2017	is	20,2	44,4	27,2	25,9	27,7
11.09.2017	is	15,8	11,4	7,9	7,9	9,9
25.09.2017	is	11,4	11,9	7,4	10,9	5,4

3.2.3 Spirehøgde

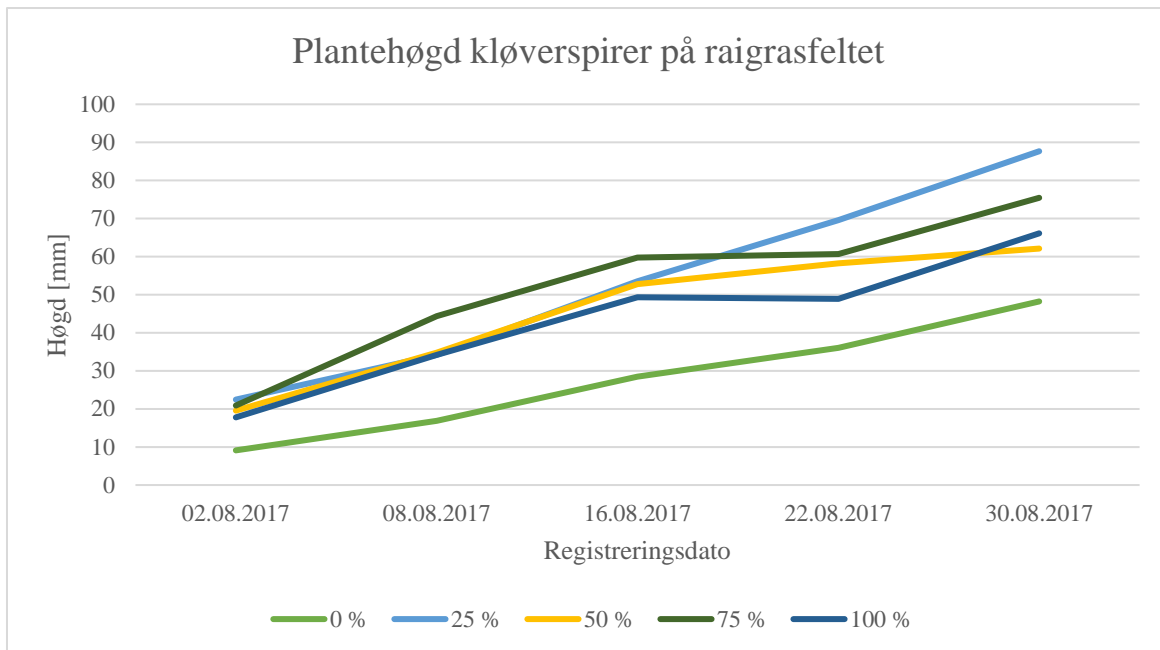
Høgda på raudkløverspirene vart følgt for å undersøke om vekst vert påverka av å verta sådd i svor av ulik dekningsgrad. I Figur 22 er raudkløverspirehøgda på timoteifeltet vist for fem ledd med ulik opphavelag dekning i svoren som det vart målt på over fem veker.

Dekningsgrad hadde ein signifikant effekt på spirehøgde ved dei tre datoane 02.08.2017, 21.08.2017 og 31.08.2017. Likevel er det få trendar som skil ledda bortsett frå at spirehøgda er lågast ved 0% dekning fram til 21.08.2017, støtta med at den på første dato er signifikant lågare enn ved 50%, 75% og 100% og den 21.08.2017 er signifikant lågare enn ved 25%. Spirene på ledda 75% og 100 % har ikkje høgdevekst frå 21.08.2017 til 31.08.2017.



Figur 22: Plantehøgde (mm) for raudkløverspirene på timoteifeltet på fem ulike dekningsgrader i svoren ved såing (%) målt over fem veker.

Figur 23 syner høgda for raudkløverspirene på raigrasfeltet etter opphavelag dekning i svoren, målt over fem veker. På raigrasfeltet gav dekning eit signifikant utslag på spirehøgde ved alle datoar som var målt. Leddet som peika seg ut var 0% dekning med lågast spirehøgde alle datoar, signifikant forskjellig frå alle andre ledd dei første tre datoane, signifikant forskjellig frå 25%, 50% og 75% fjerde dato og signifikant forskjellig frå 25% siste dato. Elles synast ingen trendar.



Figur 23: Plantehøgde (mm) for raudkløverspirene på raigrasfeltet på fem ulike dekningsgrader i svoren ved såing (%).

3.2.4 Utviklingsstadium

For å undersøka om raudkløverspirene si fenologiske utvikling vart påverka av konkurransehøva frå svor med ulik dekningsgrad ved såing, vart gjennomsnittleg utviklingstrinn for rutene registrert ilag med spireteljing. Noteringane for timoteifeltet, som er vist i Tabell 9, syner ein trend i at raudkløverspirene utvikla seg fortare til neste fenologiske trinn når dekningsgraden i svoren var låg ved såing. At nokre ruter manglar data, skuldast at spireteljingane var *null* dei aktuelle registreringsdatoane. Manglande verdiar og ikkje normalfordelte data gjer variansanalyse ikkje aktuelt. Ein annan trend som synast, er at dekning 0% og 25% frå 21.08.2017 låg eit utviklingstrinn føre ledd med høgare svordekning. Den 11.09.2017 og 25.09.2017 ligg 0% og 25% kanskje til og med to utviklingstrinn føre, men her manglar det fleire verdiar til samanlikninga.

Tabell 9: Utviklingstrinn for raudkløverspirene på fem ledd med ulik opphavelg dekning i svoren for timoteifeltet, registrert over sju veker.

Dekningsgrad ved såing	Gjentak	02.08.2017	08.08.2017	14.08.2017	21.08.2017	31.08.2017	11.09.2017	25.09.2017
0 %	1	V0	V1	V1	V2	V2	V4	V4B2
	2	V0	V1	V1	V2	V2	V4	V4B2
	3	V0	V1	V1	V2	V3	V5	V4B2
25 %	1	V0	V1	V1	V1	V2	V3	V4B0
	2	V0	V0	V1	V2	V2	V4	V4B2
	3	V0	V1	V1	V2	V3	V4	V4B1
50 %	1	V0	V0	V1	V1	V2	V2	V2
	2	V0	V0	V1	V1	V2	V2	V2
	3	V0	V0	V1	V2	V2	V3	V4B2
75 %	1	V0	V0	V1	V1			
	2	V0	V0	V1	V1	V2	V2	
	3	V0	V0	V1	V1	V2	V2	V3
100 %	1	V0	V0	V1	V1	V2		
	2	V0	V0	V1	V1			
	3	V0	V0	V0	V1	V2	V2	V3

Tabell 10 viser fenologisk utviklingstrinn for raudkløverspirene på raigrasfeltet ved fem ledd med ulik opphavelg dekning, registrert over sju veker. Ein kan sjå same trend som på timoteifeltet der raudkløverspirene fortare når neste utviklingstrinn ved lågare dekningsgrad, men mykje svakare. Til slutt på raigrasfeltet når ikkje spirene like langt i utviklingstrinn til siste registreringsdato som på timoteifeltet. Heller ikkje data frå raigrasfeltet var normalfordelte for statistisk analyse.

Tabell 10: Utviklingstrinn for raudkløverspirene på fem ledd med ulik opphavelag dekning i svoren for raigrasfeltet, registrert over sju veker.

Dekningsgrad ved såing	Gjentak	02.08.2017	08.08.2017	16.08.2017	22.08.2017	30.08.2017	11.09.2017	25.09.2017
0 %	1	V0	V1	V1	V2	V2	V3	V3B1
	2	V0	V0	V1	V2	V2	V3	V3B2
	3	V0	V1	V1	V2	V2	V3	V3B1
25 %	1	V0	V0	V2	V2	V2	V3	V3
	2	V0	V0	V1	V1	V2	V3	V3
	3	V0	V0	V1	V2	V2	V3	V3
50 %	1	V0	V0	V1	V1	V1	V3	V2
	2	V0	V0	V1	V2	V2	V3	V3B1
	3	V0	V0	V1	V1	V1	V2	V2
75 %	1	V0	V0	V1	V1	V2	V3	V3
	2	V0	V0	V1	V1	V1	V2	V2
	3	V0	V0	V1	V1	V2	V2	V2
100 %	1	V0	V0	V1	V1	V2	V2	V2
	2	V0	V0	V1	V1	V2	V2	V2
	3	V0	V0	V1	V1	V1	V2	

4 Diskusjon

4.1 Raudkløver si etableringsevne i tett og open svor

4.1.1 Timoteifelt

Avlingsresultat frå førsteslått på timoteifeltet i 2018 (figur 18) viser tydeleg respons på at raudkløver har etablert seg betre ved ein lågare opphaveleg dekning i svoren enn høg.

Opphaveleg dekning hadde signifikant effekt på raudkløveravlinga, og det blei funne kløver i ledd med opphaveleg dekning mellom 0-50% og ikkje i det heile i ledd 60-100%.

Kløverteljingsresultat frå bilde (figur 14) viser òg at det er klart mange fleire blad/m² ved låg opphaveleg dekning enn høg.

I 2017 var det ingen raudkløver i avlinga, men det er å rekna som normalt å finne lite av den i avlinga i såingsåret (Sturite og Lunnan 2015, Rivedal 1998). Raudkløver er kjend som ein treig etablerar, og vert ofte tilrådd å ikkje såast for seint på året (Grønnerød, 1994). Dette forsøket viser at såing av raudkløver 20. juli ikkje er for seint på Jæren, som har ein lang vekstsesong.

I ledd med låg opphaveleg dekning av svoren, var både total avling og grasdelen av avlinga veldig låge og komprimert svorhøgde var veldig låg i 2017. Låg biomasse og låg høgde skuggar mindre for raudkløverspirene og gjer at raudkløveren har hatt mindre konkurranse om lys frå svoren ved låge dekningar enn høge under etableringa. Forsøksmessig lukkast det å skapa ein konkurransegradient.

Delen raudkløver utgjorde av avlinga i 2018 var stor i ledda 0-35 % opphaveleg dekning i svoren, der den frå leddet 35% dekning utgjorde 10 % av avlinga og ved leddet 0% dekning utgjorde opp til 56 % av avlingsmengda. I eit perspektiv med berekraftig og effektiv ressursbruk der ein ser på eit system med jord, planter, husdyr og atmosfæren saman, reknar Luscher et al. (2014) ein kløverdel på 30-50% av gras-kløver engblanding som mest optimal. Eit kløverinnhald på rundt 20% er vanleg i Noreg på forsommaren. Basert på dette, var introduseringa av raudkløver i timoteieng vellukka når den hadde ein dekningsgrad mellom 0-25%, og raudkløvermengda gjerne litt liten når eng hadde dekningsgrad på 35%.

Samstundes som opnare svor har gitt rom for meir kløver, har det òg gitt rom for meir ugras. På timoteifeltet var dette for det meste frøugras. Frå slått 2017 til førsteslått i 2018 har ugrasdelen auka spesielt i ledd med opphaveleg lågare dekning i svoren. Frå eit agronomisk perspektiv kan ein då spørja om gevinsten av høgare kløverinnhald er større enn ulempene

med å ha slept inn meir ugras. Ugrasinnhaldet var ikkje signifikant forskjellig frå 0 i ledda frå 25-100% opphavelg dekning, som gjer at ugrasinnhald ikkje er ein negativ effekt å ta med i reknestykket i dette intervallet.

4.1.2 Raigrasfelt

Resultata frå raigrasfeltet gav ikkje like tydeleg og systematisk svar som timoteifeltet. I avlinga frå første slått i 2018 fanst det litt kløver i fleire av ledda, men litt meir i dei tre ledda med lågast opphavelg dekning. Mengda raudkløver ved ledda 0% og 15% dekning skil seg statistisk frå ledd med dekning 70-100%, minus leddet med 95%. Mengdene generelt er små og spesielt små i ledd med dekning >25%, der kløver ikkje utgjer meir enn 2-3% av total avling. Av kløverteljing frå bilde, tatt to veker etter slått 2017, er det berre ved ledd der svoren va komplett nedsprøyta at det tydeleg var fleire planter enn ved høgare opphavelg dekningsgrad. I alt verkar det som raudkløver har enklare for å etablera seg i raigraseng med lågare opphavelg dekning enn høg.

I raigrasfeltet var det mindre skilnad mellom ledd på responsen i raudkløver, ved alle typar registreringar, enn i timoteifeltet. Det skuldast sannsynlegvis at dei to engartane har forskjellig veksemåte. Medan grasavlinga og totalavlinga på timoteifeltet i 2017 viste ein gradvis nedgang med lågare opphavelg dekningsgrad i svoren, var det ingen forskjell mellom ledd, bortsett frå 0 % dekning, for grasavling og totalavling på raigrasfeltet i 2018. Allereie i avlinga frå slått i 2017, er forskjellane mellom ledd så små at det berre er mengda i leddet 0% som skil seg frå ledda 60-100% for grasavlinga og totalavlinga. Ilag med bilda tatt av raigrasfeltet to veker etter slått (figur 11), syner dette at raigraset har vakse kraftig og etter kvart dekker godt uavhengig av kva dekninga i svoren var opphavelg. For komprimert svorhøg, var det mindre forskjellar mellom ledd på i raigrasfeltet enn i timoteifeltet for kva høg, svoren nådde til slått. Når biomasse og komprimert svorhøg ikkje er så forskjellig mellom ledd, vil det ha vore mindre forskjell i konkurransen raudkløver opplevde. Derfor har nok raudkløveren vist liknande respons mellom ledd på raigrasfeltet.

Forsøksmessig lukkast det kanskje ikkje å konstruera ein gradient av konkurranseforhold gjennom heile etableringsperioden til raudkløveren, men kor god gjenvekstevna til raigras kan vera er demonstrert. Det gjer at forsøket ikkje klarer å demonstrera ein gradert effekt, men erfaringane kan nyttast i praktisk tilråding.

Den tette svoren hindra meir enn raudkløver si etablering. Mengda ugras som registrert i 2018 på raigrasfeltet var <4% i alle ledd bortsett frå det som hadde 0% opphavelg dekning. Typen ugras var for det meste diverse frøugras, tunrapp og kvitkløver. Raudkløverdelen utgjorde 8-26% av total avling i ledda 0-15 %, som i minste laget for kva ein ventar av nyetablering. Bortsett frå ved ledd 0%, der raudkløverdelen var på 26%, men her bestod til gjengjeld over 70 % av den hausta avlinga av ugras. Derfor reknast ikkje etableringa av kløver som vellykka i dette forsøket når direktesådd i raigraseng.

4.2 Ein terskel for vellukka etablering

4.2.1 Timoteifelt

Når det er vist at raudkløver etablerer seg betre ved låg dekningsgrad i svoren enn høg i timoteieng, er det nærliggande å tru at det må finnast ein terskel (eller eit visst intervall) imellom som skil kva som vert vellukka ei etablering. Resultat frå kløverteljing på bilde gjer det skarpaste estimatet på rundt 30% svordekning ved såing som terskel. I avlinga hausta 2018 er kløvermengda nokså lik i ledd mellom 0-25% opphavelg dekning, omtrent halvparten av den mengda ved 35% og litt på 50%, som seier at konkurransevna til raudkløveren vert overmannen ein stad mellom 25-60% dekning. Ved spireteljing i felt hadde ledda med 0% og 25% opphavelg dekning minst relativ utgang av planter fram til slått, og 75% og 100% hadde størst relativ utgang av planter. Ei god veke etter slått, den 11.09.17, var denne forskjellen signifikant. Den relative utgangen og tal planter i ledd med 50% dekning låg midt mellom dei som ein ikkje signifikant overgang. Dette peikar på at ein terskel kan ligga i området mellom 25% og 75%. Desse tre estimata er liknande kvarandre, og ikkje i motsetnad til kvarandre. Tre metodar for å måle respons av same faktor legg styrke i ein påstand om at ein terskelverdi i opphavelg dekning i svoren for vellukka etablering av raudkløver i timoteieng med direktesåing ligg ein stad i intervallet 25-75%, og sannsynlegvis nærmare 25% enn 75%.

4.2.2 Raigrasfelt

Den svake tendensen til at opnare raigrassvor gjer betre etablering av kløver enn tettare er ikkje sterk nok til å estimera ein terskel. Av kløverteljing frå bilde er einaste tydeleg skilje mellom ledd 0% og resten. Det er ein tanke fleire blad i ledd frå 0-50% dekning, men dei er alle under 20 blad/m² som er for lite til å reknast som etablert. Frå første slått 2018 var

avlingsmengda av raudkløver høgare i ledda 0-15% opphavelig dekning i svoren enn resten, der 0 og 15% og var statistisk høgare avling enn ved >70% dekning. Avlingsmengda ved >25% dekning er tilnærma null. Om ledda 0-15% dekning skulle reknast som vellukka, så kan det vera ein terskel i området 15-25% opphavelig svordekning. Resultat frå spireteljing felt gjer ikkje klare svar. Leddet 0% dekning har minst relativ nedgang, men hadde ikkje signifikant flest planter. Ut ifrå desse resultata kan det ligga ein terskel for vellukka etablering av raudkløver i raigraseng ved direktesåing i området 15-20% svordekning ved såing, men det er veldig usikkert. Alternativt vil ikkje direktesåing av raudkløver gje vellykka etablering i raigraseng, etter som dei klaraste responsane er skiljet mellom ledd med fullt nedsprøyta svor og resten.

4.3 Utgang av spirer i forhold til tettleik i svoren

I timoteifeltet er det tydeleg at fleire spirer dør ut ved tettare svor. Som vist i figur 20, hadde ledda med 75% og 100% opphavelig svordekning den største relative nedgangen i plantetal, og dei enda registreringsperioden på 1-2 planter/m², der fleire av rutene talde ingen planter.

Det same kan ikkje visast av spireteljingane på raigrasfeltet (figur 21), der alle ledd har ein omtrent like stor relativ utgang av planter i løpet av registreringsperioden, og det skilte lite i spiretal til slutt.

Planteteljingane i timoteifeltet viste òg tendensar til at raudkløverspirene dør ut fortare ved tettare svor, ved at spiretalet på ledd 100% dekning er nede i 35% planter relativt til oppspirte allereie 21.08.17, og samen med ledd 75% er dei begge nede i under 20% planter i forhold til oppspirt veka etter. Medan spiretalet i ledda 0%, 25% og 50% dekning ikkje faller lågare i plantetal til 25.09.17 enn mellom 30-40% relativt til oppspirt.

Planteteljingsdata viste ikkje at raudkløverspirer dør ut fortare ved tett svor i raigrasfeltet, der talet spirer har ein markant nedgang for så godt som alle ledd samtidig frå 30.08.2017 til 11.09.2017. Bortsett ifrå leddet 0% der det relative plantetalet søkk jamt.

Ved elles generelt ulike mønster i responsen for dei to felte, så er forma på kurva til leddet med 0% opphavelig dekning i svoren lik for spiretal relativt til oppspiring for både timoteifeltet og raigrasfeltet. Den søkk dei to første vekene etter oppspiring til rundt 60% av plantetalet, for deretter å flate ut å ha mykje mindre utgang av planter enn andre ledd. At det

var mindre relativ utgang av raudkløverspirer når det ikkje var nokon svor der, kan støtta opp om hypotesen.

Om ikkje plantene direkte døyrr av det, så kan dei framleis visa teikn til å respondera på konkurranse. I dette forsøket kan det bli demonstrert av målingane av plantehøgde og utvikling. Ein typisk skuggerespons (jmf. shade avoidance syndrome) som mange planter har evna til å auka strekningsvekst når dei er utsett for overskugging. Spirehøgdemålingane viste ikkje graderte tendensar, men på begge felt hadde spirene i ledd med opphavelig dekning 0%, og dermed ikkje hadde svor rundt seg som skugga, signifikant lågast høgde på tre av registreringsdatoane i timoteifeltet og alle i raigrasfeltet.

Stengelstrekking er ein strategi for planten til å verta høg nok i forhold til det som lagar skugge at den får tilstrekkeleg lys. Likevel, å gjennomføre morfologisk endring kan og komme med ein kostnad, viste Weijschedé et al. (2006) i eit forsøk med skugge og sterkt vertikalt lys på genotypar av kvitkløver, som uttrykte sin plastisitet i bladstilkengde og bladareal. Det hjalp ikkje planten å bruka energi på å verta høgare om den ikkje kan få noko igjen for det. Det er mogleg at det er det som skjer når kløverspirene i ledda 75% og 100% dekning på timoteifeltet sluttar å vekse frå 21.08.17 til 31.08.17 (figur 22). Samtidig går òg talet planter kraftig ned (figur 20), så det kan tyde på at på dette tidspunktet hadde kløverspirene brukt opp opplagsnæringa og gitt opp konkurransen.

Fenologisk utvikling kan òg verta påverka av konkurranse. Mauro et al. (2014) fann i eit forsøk med ni artar av *Trifolium* sp. og *Medicago* sp., dyrka som dekkvekster under frukttre, at overskygging forskuva den fenologiske utviklinga fram i tid, både spiring og blomstring. Den vegetative vekseperioden og varigheita på livssyklusen blei forlenga. I forsøka til denne oppgåva vart det funne ein trend til at raudkløver utvikla seg til neste fenologiske trinn saktare i ledd med høg opphavelig dekning i svoren enn ved låg dekning, som vist i tabell 9 og 10. Det gjaldt for begge felt, men var mest tydeleg i timoteifeltet. Utviklingstrinna som vart registrert i løpet av perioden var i den vegetative fasen, tal fullt utvikla blad og forgreiningar. Det kan tenkast at plantene som vaks i tett svor og fekk redusert tal blad òg fekk redusert total bladmasse og LAI, og dermed vil forsterka etterslepet meir med tid fordi det fotosyntetiske potensialet nedsett. Videre såg Mauro et al. (2014) at kulturane som vart utsett for skugge og fekk auka høgde, redusert dekning av bakken og lågare biomasse over bakken. Når det skjedde, vart igjen konkurranseevna mot ugras svekka.

4.4 Metodedrøfting

- ❖ Vart dei to felta påverka likt av sprøytebehandlinga? Stubbhøgd, bladvinkel og kor god fart i veksten dei var i kan ha påverka effekten av sprøyting. Då sprøytebehandlinga vart gjort, hadde det gått ein del lengre tid frå førsteslått hadde blitt gjort i timoteifeltet enn raigrasfeltet i juni. Timotei hadde kome lenger i gjenveksten etter denne. Blada til timotei var på det tidspunktet lenger og bredde seg til dels meir horisontalt. Kan det med vår metode ha blitt sprøytebehandla eit større areal i timoteifeltet enn raigrasfeltet når glyfosat er eit systemisk middel og horisontale timoteiblad strekte seg ut og kanskje oftare kunne dekkast av røyret?
- ❖ Utgangspunkt for alle analyser og samanlikningar er den eine faktoren i forsøket; opphøveleg dekningsgrad i svoren. Den vart bestemt visuelt og det kan vera vanskeleg å gjera nøyaktig. Dei same bilda som vart brukt for utgangspunkt i bestemming, kunne meir objektivt ha vore gjort det med bildeanalyse.
- ❖ Kan noko av kløverinnhaldet som er registrert på raigrasfeltet vera kvitkløver? Artsblandinga på feltet bestod av raigras og kvitkløver før forsøket vart etablert. Kvitkløver burde ha vorte sprøyta ned før raudkløver vart sådd for forsøket, men det vart det ikkje. Kvitkløveren vert luka for hand, men ein kan ikkje vita at ein fekk vekk alt. Små stolonar utan blad som ein ikkje fekk auge på kan fint gro opp igjen seinare ilag med raudkløver som gjer dei vanskelege å skilja i registreringane. Dette gjeld spesielt for kløverteljningane frå bilde, og avlingsdata frå 2018 då sorteringsprøvane ikkje var ferdige til dataanalyse for oppgåva og den botaniske samansetnaden er bestemt visuelt frå bilde.
- ❖ Å følga éi såråd i planteteljninga var utfordrande. Ein kunne lett telje planter frå naborada der den låg veldig nært. Sålabbane på såmaskinen var ikkje fiksert, så radavstanden var variabel. Ein del planter spirte og opp mellom sårådene. Til dømes leddet i planteteljning på raigrasfeltet som fekk auka plantetal gjennom perioden når plantetal på alle andre ledd søkk, kan vera eit teikn på at meir planter har blitt tald med enn det som høyrer til den utvalde sårada.

- ❖ Det var stor variasjon i kor mange planter som spirte opp i utgangspunktet. Den variasjonen kunne vera større enn utgangen av planter over tid. Resultata er presentert i relativ endring i figur og brukt ANCOVA-analyse for å korrigera for det.
- ❖ Det var forskjellig personell som gjorde planteteljingane før og etter slått. Vil ein person telja med at fleire/færre planter tilhøyrar den markerte sårada enn ein annan ?

4.5 Agronomisk betydning

Dette forsøket er eit konstruert modellforsøk som er sett opp for å visa effekten tettleiken i svoren har på etableringssuksess ved direktesåing, og det viser at det er ein viktig faktor å ta omsyn til i vurderinga om det skal direktesåast. Erfaringar ein kan trekka ut til agronomisk praksis er at ein sannsynlegvis ikkje vil lukkast med å etablere raudkløver i ei timoteieng som er så tett at ho dekker meir 75 % av bakken, at du sannsynlegvis vil lukkast om enga er så glissen at ho berre dekker 25% av bakken eller mindre, og at om timoteienga di har ein dekningsgrad mellom 25% og 75%, klarer du sannsynlegvis å etablere ein del raudkløver, men ikkje alltid nok. I ei raigraseng er det størst sannsyn for at ei raudkløveretablering ikkje vert vellukka utan vidare tiltak. Ut ifrå dette forsøket tilrådest det derfor ikkje å direkteså inn raudkløver i ei timoteieng før ho er så glissen som ned i rundt 25% dekning. Direktesåing av raudkløver i raigraseng tilrådest ikkje.

Spiringa i forsøket var bra, sjølv om det var veldig tørt i jorda ved såing og då utfordrande for såmaskinen å leggja frøa i jorda. Det er ein fare at spirehøve vert for tørre når frøa ligg grunt og på toppen av jorda, men her kom det regn to dagar etter såing.

Målet med isåinga er av betydning i ei vurdering på om ein skal fornye enga med direktesåing. Ofte er det eit mål å innføra kløver i den botaniske samansetnaden for å auka fôrqualiteten. Det kan og vera eit mål om å auka den totale avlinga. Totalavlinga på raigrasfeltet i ledda med opphaveleg dekning 5-25% låg på mellom 340-430 kg TS/daa for førsteslått 2018 (oppskalert tal, variasjonen på ein m² kan vera ulik variasjonen på eit daa). Det er lågare enn ved ledda med høgare opphaveleg dekning, men ikkje signifikant. Avhengig

av kva krav ein gardbrukar set til avlingsnivå, om den totale avlinga ikkje hadde vorte høg nok med direktesåing på areal der svordekninga opphavelig var låg, kunne tilrådinga heller vore å gjera full fornying. Til dømes med brakking og etablering av ny engblanding eller med pløying og jordarbeid først. Det kjem an på om det berre var plantedekket som var dårleg eller om andre faktorar spelte inn på gjera avlinga låg i tillegg.

Det har ikkje vert prøvd konkurransehemmande tiltak i dette forsøket. Noko som i mange tilfelle er vist å fungera. Moglege tiltak for å redusera svoren si konkurransevne før såing kan vera mekanisk med horv for å riva opp svoren eller kjemisk med sprøyting av herbicid i låg nok dose til at det berre svekker og ikkje drep. For å halda svoren nede i etableringsfasen kan gjentatt pussing og beiting vera tiltak, eventuelt tidleg slått.

I forsøka til Rivedal (1998) si masteroppgåve, gav direktesåing av kløver i eng kombinert med pussing 2-3 gonger fram til første slått ei signifikant auke i avling første engår. Andre engår var det ingen forskjell.

På begge felta er det ein tendens til eit tidspunkt der mange planter døyr ut same veke. I timoteifeltet er det til 31.08.17 (seks veker etter såing) og for raigrasfeltet den 11.09.17 (sju og ei halv veke etter såing). Det er dei same dagane som felta vart hausta, og spirene og teljinga kan ha vorte påverka av det. Skulle det vera tilfelle at dette er eit kritisk punkt i utviklinga, kan ret før dette vera eit godt tidspunkt å gjennomføra konkurransehemmande tiltak.

Etableringssuksess av raudkløver kan og verta påverka av andre miljøfaktorar enn berre tettleiken i svoren ved såing. Erfaringane frå dette forsøket kan ikkje verta påstått å gjelda i alle høve. Derfor bør forsøket gjentakast i andre deler an landet med ulikt klima og veksevilkår, med andre engartar i den opphavelige svoren, anna art for såing, og anna såtidspunkt (tidleg på våren er og ei vanleg tid) for å seia noko om erfaringane er gjeldande andre stader enn på Jæren med såing midt i juli i eng av timotei eller raigras. Vidare treng ikkje forsøka nytte heile skalaen frå 0-100% dekning om det er visse intervall som peiker seg meir ut so interessante.

5 Konklusjon

Forsøket har vist at vellukka etablering av raudkløver ved direktesåing er sterkt påverka av tettleik i svoren under etableringa, gitt i dekningsgrad i svoren ved såing. Dette var tydeleg i timoteieng, og ein svakare tendens i raigraseng.

Engartane som dominerte svoren i dei to felta viste eit forskjellig veksemønster som truleg er årsaka til at raudkløver møtte ulikt konkurransenivå. På grunn av raigras sin veldige evne til rask gjenvekst, så er ikkje etableringa av raudkløver i raigraseng så avhengig som i timoteieng av kva dekningsgrad svoren hadde ved såing, då svoren for det meste rakk å dekke heile arealet før neste slått likevel.

For timoteieng, peiker forsøket på at ein terskel, eller breiare overgangsperiode, for vellykka etablering ligg i området mellom 25% og 75% dekningsgrad i svoren ved såtidspunkt, og sannsynlegvis nærmare 25% enn 75%.

For raigraseng, kunne ikkje dette forsøket gje estimat på ein terskel. Det er mogleg at det ikkje finst ein for raigraseng, då gjenvekstevna er så stor at konkurransen den utøver på raudkløver er hard uansett opphavelig dekning av svoren.

Fleire raudkløverplanter døyr ut i ein tett svor enn opnare svor på timoteifeltet. I raigrasfeltet døydde omtrent like mange planter ut ved alle nivå opphavelig dekning av svoren.

Det var ein tendens til at raudkløverplantene i timoteienga døydde ut fortare når svoren si opphavelige dekning var høg enn låg. I raigrasenga var det ingen forskjell.

Å gjenta forsøket, eller eit liknande, kan gjera resultata mindre usikre og undersøke om etableringsresponsen til raudkløver er forskjellig under andre klimaforhold, vårsåing eller eng av andre artar.

6 Referansar

- Bakken, A. K., Bonesmo, H., Ekker, A. S. & Langerud, A. (2005). Fenologisk utvikling hos grovfôrvekstar vurdert etter ein numerisk skala. *Grønn kunnskap*, 9 (3): 80-90.
- Bakken, A. K., Børresen, T., Gramstad, R., Haugnes, A., Höglind, M., Johansen, A., Paulsen, G., Strand, E., Uhlen, A. K., Øygarden, L., et al. (2017). *Gårdsstudier i Agroprosjektet. Erfaringer fra gårdsstudier i korn og grovfôrbasert husdyrproduksjon*. NIBIO RAPPORT.
- Berntsen, M. (2018). Grovfôr er billigere enn kraftfôr. *Grønt i fokus*, 5 (4).
- Brandsæter, L. O., Haugland, E., Helgheim, M., Gudleifsson, B. E. & Tronsmo, A. M. (2005). Identification of phytotoxic substances in soils following winter injury of grasses as estimated by a bioassay. *Canadian Journal of Plant Science*, 85 (1): 115-123. doi: 10.4141/P03-075.
- Dohrn, W. (2017). *Prosjekt - direktesåing i vinterskadd eng*: Norsk landbruksrådgiving Helgeland.
- Grønlund, A., Bjørkelo, K., Hysten, G. & Tomter, S. (2010). *Co2-opptak i jord og vegetasjon i Norge. Lagring, opptak og utslipp av CO2 og andre klimagasser*: Bioforsk.
- Grønnerød, B. (1994). *Konkurransforhold i plantebestand, artsblandingar*. Lunnan, T. (red.). Bilag til forelesninger i PK30 NLH.
- Hall, M. H. & Vough, L. R. (2007). Forage Establishment and Renovation. I: Barnes, R. F., Nelson, C. J., Moore, K. J. & Collins, M. (red.) b. 2 *Forages - The Science of Grassland agriculture*, s. 343-354: Wiley-Blackwell.
- Haugland, E., Brandsæter, L. O. & Helgheim, M. (2001). Forekomst av veksthemmende forbindelser etter overvintringsskader i eng. *Grønn forskning*, 5 (2): 351-354.
- Husdyrkontrollen, T. R.-. (2018). *Statistikksamling fra Ku- og Geitekonrollen 2017*. medlem.tine.no: TINE.
- Image, N. (2018). *Image-J*. Tilgjengelig fra: <https://imagej.net/Fiji>.
- Inc, M. (2017). *Minitab*.
- Landbruksmeteorologisk_tjeneste. (2018). Klimastatistikk; Særheim (lest 14.11.2018).
- Luscher, A., Mueller-Harvey, I., Soussana, J. F., Rees, R. M. & Peyraud, J. L. (2014). Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science*, 69 (2): 206-228. doi: 10.1111/gfs.12124.
- matdepartement, L.-o. (2016-2017). *Meld. St. 11 - Melding til Stortinget - Endring og utvikling - En fremtidsrettet jordbruksproduksjon*. www.regjeringen.no: Landbruks-og matdepartement.
- Mauro, R. P., Sortino, O., Dipasquale, M. & Mauromicale, G. (2014). Phenological and growth response of legume cover crops to shading. *Journal of Agricultural Science*.
- Mellemstrand, C. (2017). *Marthe Bogstad (26) vant Avlingskampen*. www.norsklandbruk.no: Norsk Landbruk. Tilgjengelig fra: <https://www.norsklandbruk.no/plantekultur/marthe-bogstad-26-vant-avlingskampen/> (lest 11.12.2018).
- Mould, F. L. (1992). Use of a modified rising-plate meter to assess changes in sward and structure. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, 6: 375-382.
- Nesheim, L., Bakken, I., Jarstad, R., Kval-Engstad, O., Skretting, J., Vagle, A. & Vastveit, K. (2010). *Våtsåing av eng- og åkervekstar*: Bioforsk.
- Nesheim, L. & Höglind, M. (2018). *Fornyning av eng uten pløying - En gjennomgang av nylig avsluttede og tidlige forsøk*. I: Lund, M. (red.), 4/110/2018: NIBIO
- Paulsen, G. (2017). *Fornyning av etablert eng med direkte isåing*. NLRs grovfôrnett og

- Buskap nr. 3 2017. Tilgjengelig fra: <https://grovfornett.nlr.no/fagartikler/fornyng-av-etablert-eng/> (lest 09.12.2018).
- Rivedal, S. (1998). *Direktesåing i eng i økologisk drift*. Ås: Norges Landbrukshøgskole.
- Sentralbyrå, S. (2018). *Potet- og grovfôravløsing, tabell 05776*. Statistikkbanken - 05776: Avling per dekar, etter ymse jordbruksvekstar (kg) 2000 - 2017. www.ssb.no: SSB. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/05776/> (lest 11.12.2018).
- Sola, L. K. (2018). *Best i grovfôrkampen 2017*. www.bondevennen.no. Tilgjengelig fra: <https://www.bondevennen.no/aktuelt/best-grovforkampen-2017/> (lest 11.12.2018).
- Steinshamm, H., Nesheim, L. & Bakken, A. K. (2016). Grassland production in Norway. *Grassland Science in Europe*, 21 (The multiple roles of grassland in the European bioeconomy): 15-25.
- Synnes, O. M. (2018). *Vedlikeholdssåing i ung eng*. www.vest.nlr.no: Norsk Landbruksrådgiving Vest SA. Tilgjengelig fra: <https://vest.nlr.no/fagartikler/vedlikeholdssaaing-i-ung-eng/> (lest 11.10.2018).
- Vedlikeholdssåing med våtsåingsmetode*. (2018). Agromiljø

NLR

NIBIO. Upublisert manuskript.

- Volden, B., Vastveit, K. & Haugland, E. (2005). Våtsåing av kløver og flerårig raigras i etablert grasmark. *Grønn kunnskap*, 9 (2).
- Weijschedé, J., Martínková, J., De Kroon, H. & Huber, H. (2006). Shade avoidance in *Trifolium repens*: costs and benefits of plasticity in petiole length and leaf size. *New Phytologist*, 172 (4): 655-666. doi: doi:10.1111/j.1469-8137.2006.01885.x.
- Younie, D. (2012). *Grassland management for organic farms*. Marlborough, UK: Crowood Press.



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway