



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2018 30 stp

Fakultet for biovitenskap
Åshild Ergon

Dominans av flerårig raigras (*Lolium perenne* L.) i ulike artsblandinger

- Konsekvenser for avling og fôrkvalitet

Dominance of perennial ryegrass in different
species mixtures – Consequences for yield and
feed quality

Maren Kjøren Leraand
Plantevitenskap

Sammen drag

Flerårig raigras (*Lolium perenne* L.) er en mye brukt fôrvekst i tempererte områder på grunn av god fôr kvalitet og toleranse for intensiv drift. I Norge har derimot arten ofte ikke blitt inkludert i produksjonen på grunn av utfordringer med lav vinteroverlevelse. Klimaendringer og foredling til mer vinterherdige raigrassorter har ført til økt interesse for flerårig raigras i norsk grovfôrproduksjon.

Artens raske etablering fører med seg utfordringer når den dyrkes i blanding med andre engvekster. Raigraset kan bli dominerende, og utkonkurrere de andre artene, noe som kan få konsekvenser for avlingen på sikt.

I denne undersøkelsen ble grad av dominans av flerårig raigras i ulike artsblandinger studert i forsøksfelt som lå i første engår i Tromsø, Stjørdal og Klepp. En så videre på sammenheng mellom innhold av arten og størrelse og fôr kvalitet på avlingen. Leddene i forsøksfeltene besto to reinbestander (timotei og flerårig raigras) og åtte artsblandinger, fire med og fire uten flerårig raigras. Hver av blandingene ble igjen gjødslet med to nivå av nitrogen, et lavt og et moderat. For hver høsterute, og til hver slått, ble tørrstoffavlingen målt og fôr kvaliteten analysert. For første og siste høsting ble botanisk sammensetning estimert ved å tørke og veie biomassen i de ulike artene i prøver som ble tatt ut og sortert straks før ordinær høsting.

Raigraset som utgjorde fra 14 % til 25 % av frøblandingene som ble sådd med denne arten, ble dominerende i alle blandinger, alle steder. Dette ga økt årlig tørrstoffavling sammenlignet med tilsvarende blandinger uten raigras alle steder, særlig for blandinger med få og seint etablerende arter. Videre hadde flerårig raigras positiv innvirkning på fordøyeligheten i flere artsblandinger, men ga lavere råproteininnhold, sannsynligvis fordi avlingene ble større.

Timotei (*Phleum pratense* L.) utpekte seg som den arten som i størst grad sto imot raigrasdominansen fram mot førsteslått. Etter førsteslått gikk derimot timoteien tilbake, og rødkløver (*Trifolium pratense* L.) ble mer fremtredende, særlig ved lav nitrogengjødsling. Andelen engsvingel (*Festuca pratensis* L.) holdt seg jevnt lav gjennom hele sesongen, mens engrapp (*Poa pratensis* L.) og engkveinandelen (*Agrostis capillaris* L.) var svært liten der flerårig raigras var sådd inn.

Denne undersøkelsen bekreftet at flerårig raigras har stor evne til å dominere plantebestander og avlingen i første engår, sjøl om det ved innsåing utgjør ned mot 14 % av total frømengde. Konkurransen til de andre artene, timotei, engsvingel, engrapp, engkvein, rødkløver og kvitkløver varierte og var påvirka av nitrogengjødsling og sted, men de utgjorde til sammen aldri mer enn 48 % i sisteslått i artsblandinger med flerårig raigras på noen av stedene. Først sesongene etter vil en se om raigraspopulasjonene fikk en knekk, og om den positive effekten på avling og fôr kvalitet i første engår veier opp for forventet nedgang der de andre artene eventuelt ikke kompenserer for raigrasutgangen.

Oppsummeringsvis ble flerårig raigras dominerende under alle klimatiske forhold, også på Holt, som ikke er et typisk dyrkingssted for flerårig raigras. Inkludering av raigras ga økt årlig tørrstoffavling og fordøyelighet, men det gjenstår å se om effekten på avling og fôr kvalitet i første engår veier opp for en eventuelt tapt avling på sikt.

Abstract

Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) is a widely used forage plant in temperate climate, due to good feed quality and tolerance for intensive cutting regime. In Norway, the species has often not been included in the production, because of challenges with low winter survival. Climate change and breeding for more winter-hardy ryegrass cultivars have increased the interest for perennial ryegrass in Norwegian grassland agriculture.

The rapid establishment of the species poses challenges when its grown in mixtures with other forage species. The perennial ryegrass can become dominant and outcompete the other species, which can have consequences for the yield in the long term.

In this study, the degree of dominance of perennial ryegrass in various species mixes was examined in experimental fields that were in the first year of ley in Tromsø, Stjørdal and Klepp. Further, the relationship between the content of the species and the size and quality of the yield. The experimental fields' treatment consisted two pure stands (timothy and perennial ryegrass) and eight species mixtures, four with and four without perennial ryegrass. Each of the mixtures was fertilized with two levels of nitrogen, a low and a moderate. For each plot, and for each harvest, the dry matter yield was measured and the feed quality analyzed. For the first and last harvest, botanical composition was estimated by drying and weighing the biomass of the samples that were taken prior to harvesting and sorted according to present species.

The perennial ryegrass, which makes up 14% to 25% of the seed amount sown in treatments that include this species, became dominant in all mixtures, at all locations. This resulted in increased annual dry matter yield compared to similar mixtures without perennial ryegrass for all locations, especially for mixtures with few and late-established species. Furthermore, perennial ryegrass had a positive effect on digestibility in several species mixtures, but gave a lower crude protein content, probably because of higher yields.

Timothy (*Phleum pratense* L.) was the species that most strongly resisted to the ryegrass dominance at the first harvest. However, after the first harvest, the timothy decreased in proportion, and red clover (*Trifolium pratense* L.) became more prominent, especially at low nitrogen fertilization. The proportion of meadow fescue (*Festuca pratensis* L.) remained steadily but low throughout the season, while smooth meadow grass (*Poa pratensis* L.) and common bent (*Agrostis capillaris* L.) was very small where perennial ryegrass was sown.

This study confirmed that perennial ryegrass has a great ability to dominate plant populations and yield in first year of ley, even if it by sowing accounts for only 14% of total seed amount. The competitiveness of the other species, timothy, meadow fescue, smooth meadow grass, common bent, red clover and white clover, varied and were influenced by nitrogen fertilization and location, but never constituted more than 48% of the composition of the yield in the last harvest of mixtures with perennial ryegrass in some locations. Not until the following seasons it will show whether the perennial ryegrass gets a decline in percentage, and if the positive effect on dry matter yield and feed quality in the first year of ley will be able to compensate for the expected decline in the other species.

Summarising, perennial ryegrass dominated under all climatic conditions, also at Holt, which is not a typical cultivation site for perennial ryegrass. Inclusion of perennial ryegrass

increased annual dry matter yield and feed quality, but it remains to be seen whether the effect on crop and feed quality in first year of ley weighs up for a potentially loss of yield in the long run.

Forord

Min største takk går til mine to veiledere, Åshild Ergon og Anne Kjersti Bakken, som har vært tålmodige og hjulpet meg gjennom hele oppgaven, og gitt god veiledning. Bedre veiledere kunne jeg ikke hatt! Jeg vil også takke Marit Jørgensen for gode råd og veiledning, blant annet under besøket på forsøksfeltet på Holt.

Takk til Yara for stipend, som har gjort dette finansielt mulig. Det er en ære å ha fått stipendet tildelt. Uten stipendet ville mye av arbeidet med oppgaven blitt vanskelig å få til økonomisk. Og takk til NIBIO som lot meg bruke forsøksfeltene til prosjektet «kostnadseffektiv grovfôrproduksjon» til oppgaven.

Takk Heidrun, Bjørg Karin og Åsmund for korrekturlesing, og Mari for hjelp med illustrasjoner.

Sist, men ikke minst vil jeg takke familie og venner for støtte og motivasjon gjennom arbeidet med oppgaven.

Maren Kjøren Leraand

NMBU, Ås 13.05.18

Innhold

1. Innledning.....	2
1.1 Raigras.....	3
1.2 Fôrkvalitet	4
1.2.1 Fordøyelighet.....	4
1.2.2 Råprotein	5
1.3 Effekt av nitrogengjødsling på fôrkvalitet og avling.....	5
2. Metode.....	6
2.1 Forsøkssteder.....	6
2.2 Plantemateriale og forsøksdesign	7
3. Resultater.....	11
3.1 Total tørrstoffavling	11
3.1.1 Botanisk sammensetning.....	12
3.2 Fôrkvalitet	16
3.2.1 Fordøyelighet.....	16
3.2.2 Råprotein	18
4. Diskusjon.....	21
4.1 Avlingsstørrelse og botanisk sammensetning	21
4.1.1 Variasjon mellom artsblandinger	21
4.1.2 Variasjon i avlingsstørrelse	22
4.1.3 Effekt av flerårig raigras.....	24
4.1.4 Effekt av nitrogengjødsling	25
4.2 Feilkilder og begrensninger.....	27
5. Konklusjon	28
6. Litteratur.....	29

1. Innledning

I Norge er kun 3 % av landarealet egnet til jordbruk. Av disse tre prosentene er om lag 2/3 i hovedsak egnet til dyrking av gras til husdyrproduksjonen, på grunn av klima og topografi (Arnoldussen et al., 2014; Höglind et al., 2016; Statistisk Sentralbyrå, 2018).

Husdyrproduksjonen basert på grovfôr er den viktigste landbruksproduksjonen i Norge (Knutsen, 2017). Det er ønsket å bedre både kvaliteten og avlingen av grovfôr, da dette vil gi en mer kostnadseffektiv produksjon, samtidig som en ønsker en bærekraftig husdyrproduksjon med norsk grovfôr som basis. Dette kan gjøres gjennom lokalt tilpassede artsblandinger og målrettede artssammensetninger.

Norge dekker en variasjon i klimatiske forhold, som gjør at et bredt spekter av arter blir brukt i grasproduksjonen (Steinshamn et al., 2016). I dette studiet vil det bli fokusert på effekter av å inkludere flerårig raigras. Flerårig raigras tåler intensiv drift, og har god fôrkvalitet. Arten er tilpasset temperert klima med milde vintre, og tåler derfor dårlig vinteren i Norge (Barnes, 2003). Den har derfor tradisjonelt blitt valgt bort til fordel for mer vinterherdige arter, slik som timotei. Med dagens klimaendringer og foredling av mer vinterherdige sorter, er det potensiale for å kunne ta i bruk flerårig raigras i større grad enn i dag og på flere lokaliteter (Thorsen & Hoglind, 2010).

Engvekstene har forskjellig morfologi og egenskaper som gjør at de ofte komplementerer hverandre i ei artsblanding (Cardinale et al., 2007). Flerårig raigras etablerer seg raskt, men har som nevnt lav vinteroverlevelse på sikt. Andre grasarter etablerer seg sakte, men er mer varige i enga. Disse grasartene er ofte tenkt som buffere, som skal ta over etter at raigraset går ut på grunn av lav vinteroverlevelse. Raigrasets raske etablering i første engår gjør at det kan utkonkurrere de andre artene i blandinga. Når bufferartene blir for fåtallige, vil de ikke kunne tette igjen bar mark som raigraset etterlater seg. De bare flekkene hvor raigras gått ut over vinteren, blir derfor stående som bar mark hvor ugras kan etablere seg (Cullen, 1964). Dette antas at dette på sikt gir lavere avling.

For å kunne produsere grovfôr kostnadseffektivt, er det viktig å ta ut stor avling per arealenhet. Minst like viktig er god fôrkvalitet, som avgjør hvilken næringsverdi avlingen har for en drøvtygger. For å oppnå ønsket fôrkvalitet og avling er det nødvendig med kunnskap om hvilken praksis som gir best resultat. Formålet med dette studiet var å se hvilken effekt inkludering av flerårig raigras i artsblandinger har for:

- i) Tørrstoffavling
- ii) Fôrkvalitet
- iii) Botanisk sammensetning

ved ulike nitrogen gjødslingsnivå for ulike artsblandinger i første engår i Tromsø, Stjørdal og Klepp.

1.1 Raigras

Flerårig raigras, også kalt engelsk raigras, er en art i grasfamilien (Poaceae), med opprinnelse fra Eurasia. Arten har høy produktivitet og fôrkvalitet, noe som har gjort engveksten populær som fôrvekst til husdyrproduksjonen (Barnes, 2003). Den dyrkes i dag over store deler av de tempererte områdene på kloden, hvor klimaet tillater det.



Figur 1: Reinbestand av flerårig raigras, Kvithamar 7/9-17

Flerårig raigras er tilpasset temperert klima, milde vintre og kjølige somre (Barnes, 2003; Peeters et al., 2004). Arten har en bladrik vekst, med hurtig bladomsetning og høy tetthet av buskingsskudd (Peeters et al., 2004). I Norge dyrkes derfor arten først og fremst i fuktig klima langs norskekysten i sør (Thorsen & Hoglind, 2010). Den lave vinteroverlevelsen skyldes begrenset resistens mot ulike former for vinterstress, for eksempel isdekke og angrep av snømugg (*Microdochium nivale*) (Höglind et al., 2010; Pronczuk & Zagdanska, 1993). Det arbeides kontinuerlig med å foredle sorter med bedre vinteroverlevelse.

1.2 Fôrkvalitet

Fôrkvalitet kan betegnes som fôrets potensial til å gi en ønsket respons i for eksempel en drøvtygger (Barnes, 2003). Dette innebærer grasets næringsinnhold, fôropptak og fordøyeligheten i dyra (Barnes, 2003). Fôrkvaliteten avgjøres av fôrartenes genetikk og det fysiske miljøet. Hovedfaktorene som avgjør fôrkvaliteten er art, utviklingsstadium og forhold under høsting (Barnes, 2003).

Planter er grovt sett bygd opp av to hovedbestanddeler: celleveggen og celleinnholdet. Celleveggen består grovt sagt av tung fordøyelige komponenter (deriblant cellulose, hemicellulose og lignin), mens celleinnholdet i større grad er lett fordøyelig. NDF (neutral detergent fibre) utgjør mesteparten av celleveggstoffene, og er fordøyelig i varierende grad. Sammensetninga av NDF avgjør fordøyeligheten i engvekstene, mens andelen celleinnhold avgjør mye av innhold av protein, vannløselige karbohydrater, stivelse og mineraler. I denne oppgaven er fôrkvalitetskomponentene begrenset til fordøyelighet og råprotein. De to komponentene varierer mellom grasartene, men en skal ikke overse at utviklingsstadiet til artene er en mer avgjørende for fôrkvaliteten enn variasjonen artene imellom (Buxton, 1996).

1.2.1 Fordøyelighet

Fordøyelighet er andelen av fôret dyra kan nyttegjøre seg. Ved en fordøyelighet på 70% vil dyret kunne nyttegjøre seg 70 % av fôret, mens resterende 30 % passerer ufordøyd. Fordøyeligheta er derfor viktig for energiomsetninga i dyret. Arter med lav fordøyelighet har høyere innhold av ufordøyelige celleveggstoffer (Jung & Allen, 1995; Kenneth & Jung, 2001). Det er først og fremst konsentrasjonen av lignifiserte cellulosefibre i celleveggene som påvirker fordøyeligheten (Chen et al., 2002; Kenneth & Jung, 2001). Lite fordøyelig fôr blir værende lengre i fordøyelsessystemet til drøvtyggerne enn lettfordøyelig fôr (Barnes, 2003; Jung & Allen, 1995). Dette senker appetitten og dermed også fôrintaket til drøvtyggere (Barnes, 2003; Jung & Allen, 1995). Innholdet av lignifiserte cellulosefibre i gras øker etter utviklingsstadium (Chen et al., 2002; Kenneth & Jung, 2001). Dette skyldes at bestanddelene av plantene har ulik grad av fordøyelighet. Blader er mer fordøyelige enn stive, tykke stengler, som utvikles i senere utviklingsstadium. Det er derfor gunstig med tanke på fôrkvalitet, at grasartene forblir i vegetativt stadium så lenge som mulig. Kløver har lavere innhold av NDF i celleveggene sammenlignet med gras. Forekomst av kløver i artsblandinger vil derfor ofte gi økt fordøyelighet i artsblandinger.

1.2.2 Råprotein

Råprotein er et estimat av proteinkonsentrasjonen i fôr, basert på total nitrogenkonsentrasjon (Harstad & Vangen, 2015). Nitrogenkonsentrasjonen ganges med 6,25 fordi N-konsentrasjonen i proteinet hos planter ligger på gjennomsnittlig 16 % (Harstad & Vangen, 2015). Andelen råprotein er generelt større i kløver enn i gras, men det er også variasjoner mellom grasartene. Inkludering av kløver i blandinger gir derfor ofte økt råprotein i blandinga. Dette kan skje på flere måter, blant annet ved at kløver inneholder mye råprotein, men tidligere studier har også vist at belgvekster kan føre til økte N-verdier i grasarter i artsblandinger (McElroy et al., 2016).

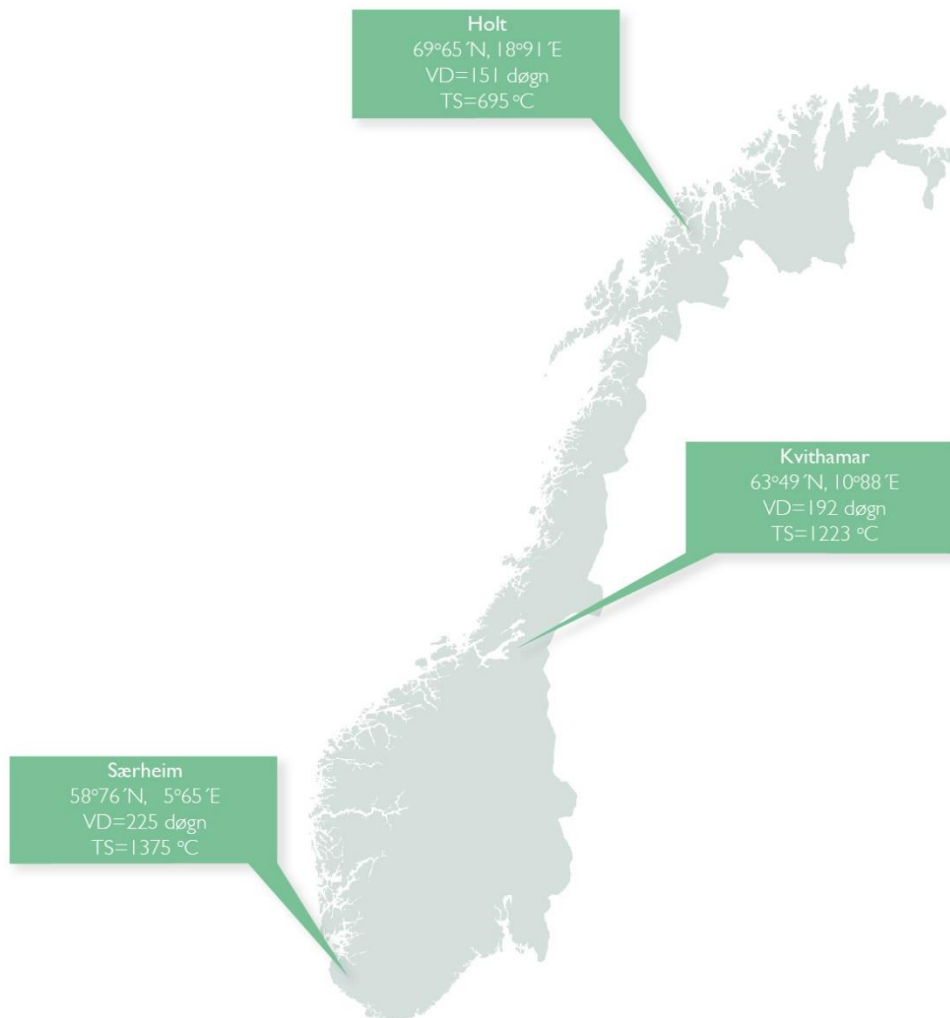
1.3 Effekt av nitrogen gjødsling på fôr kvalitet og avling

Nitrogen regnes som det viktigste næringsstoffet når det kommer til effekt på avling og fôr kvalitet. Det er kjent at nitrogen gjødsling fører til økt avling (McElroy et al., 2016). Dette gjelder først og fremst for gras, da kløveren i stor grad fikserer nitrogenet selv gjennom nitrogenfikserende rhizobiumbakterier på røttene. Effekten av nitrogen gjødsling er derfor størst for eng bestående av en vesentlig andel gras. Nitrogen gjødslingen har effekt på råproteininnholdet, men ikke direkte på fordøyeligheten (McElroy et al., 2016). Økt nitrogen gjødsling gir økt råproteininnhold i gras, men gir indirekte lavere fordøyelighet ved at det framskynder utviklingen til grasarter ved høy nitrogen gjødsling og favoriserer gras framfor den mer proteinholdige kløveren (Elgersma et al., 2000). Nitrogen gjødsling fører til økt skuddtetthet, og økt bladlengde og biomasse for buskingsskuddene (Barnes, 2003; Harris et al., 1996). Tidligere studier har vist at det er en klar sammenheng mellom avling og fôr kvalitet, ved at høye avlinger gir lavere fordøyelighet i forvekster (Bélangier et al., 2001).

2. Metode

2.1 Forsøkssteder

I dette forsøket ble data hentet fra første engår i forsøksfelt etablert av NIBIO på Holt (Tromsø), Kvithamar (Stjørdal) og Særheim (Klepp) i 2016. Den ulike geografiske plasseringen gjør at forsøksfeltene dekker en variasjon av klimatiske forhold, fra kort, vekstsesong i nord, til lengre vekstsesong i kystklima i sør (figur 2).



Figur 2: Koordinater, vekstdøgn (VD- døgn med gjennomsnittstemp >5), temperatursum (TS) i vekstsesongen (>5) for Holt, Kvithamar og Særheim. Tall er hentet fra Steinshamn et. al (Steinshamn et al., 2016).

2.2 Plantemateriale og forsøksdesign

Hvert forsøksfelt består av 60 høsteruter med mål $5,5 \times 1,5 = 8,25\text{m}^2$ (7 x 1,5 med kantsoner). De ulike behandlingene (leddene) var randomisert og det var ingen gjentak (simplex design). I dette studiet fokuserte vi på artsblandinger med og uten flerårig raigras, og reinbestander av flerårig raigras og timotei. Dette ga 10 behandlinger som er vist i tabell 1. De 10 blandingene ble gjentatt ved moderat (a) og lav nitrogen gjødsling (b), slik at det i alt var 20 ledd i forsøket. Artsblandingene besto av 5 grasarter og 2 kløverarter vist i tabell 2. Frømengdeprosenten for hver art ble regnet ut fra mengden frø som ville vært sådd som reinbestand. I blanding C med raigras, var såmengden for raigras 14 prosent. Dette tilsvarer 14 prosent av frømengden som ville vært brukt i en reinbestand med raigras.

Tabell 1: Behandling for hver høsterute med artsblanding og prosent såmengde av hver art. Behandlingene ble gjentatt for moderat (a)- og lavt nitrogennivå (b)

Blandingstype	Forekomst av raigras	Ra	Ti	Es	Er	Ek	Rk	Kk
A	1	100	0	0	0	0	0	0
B	0	0	100	0	0	0	0	0
C	0	0	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
C	1	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3
D	0	0	25	25	25	25	0	0
D	1	20	20	20	20	20	0	0
E	0	0	33,3	33,3	0	0	33,3	0
E	1	25	25	25	0	0	25	0
F	0	0	0	0	33,3	33,3	0	33,3
F	1	25	0	0	25	25	0	25

Tabell 2: Arter og sorter brukt i artsblandingene.

Artsnavn	Sort
Ra Flerårig raigras/Engelsk raigras (<i>Lolium perenne</i>)	Figgjo
Ti Timotei (<i>Phleum pratense</i>)	Grindstad
ES Engsvingel (<i>Festuca pratensis</i>)	Vestar
ER Engrapp (<i>Poa pratensis</i>)	Knut
EK Engkvein (<i>Agrostis capillaris</i>)	Leikvin
RK Rødkløver (<i>Trifolium pratense</i>)	Gandalf
KK Kvitkløver (<i>Trifolium repens</i>)	Litago

2.3 Gjødsling og høstingsregime

Slåtter ble tatt til tidspunktene vist i tabell 3. Førsteslåttene ble tatt ved begynnende skyting for timotei. Andreslått for Kvithamar og Særheim ble tatt ved ca. 550 døgngader. Sisteslått ble tatt i slutten av august på Holt og tidlig i september for Kvithamar. For Særheim ble sisteslått utsatt til slutten av september på grunn av nedbør. Hver behandling ble tilført gjødsel etter stedlig praksis i såingsåret. Det ble tilført samme mengde nitrogen for alle behandlinger i etableringsåret. Det vil si ca. 6 kg N per daa ved etablering av feltet. I første engår ble stedstilpassa nitrogen gjødsling gjort i to nivåer, a og b (tabell 4). Forsøksfeltene ble gjødslet om våren og etter hver slått.

Tabell 3: Slåttedato og utviklingsstadium hos flerårig raigras og timotei, uttrykt ved telling, «mean stage count» (MSC)(Bakken et al., 2005).

	Dato	Raigras	Timotei
Holt	05/7	2,02	2,74
	22/8	1,96	2,05
Kvithamar	15/6	2,93	2,28
	26/7	1,89	2,69
	07/9	1,25	1,55
Særheim	07/6	2,3	2,68
	24/7	1,87	
	25/9	1,26	1,81

Tabell 4: Gjødslingsmengde (kg per daa) for alle steder i første engår ved moderat (a) og lavt nitrogennivå (b).

Sted	Ledd	N	P	K	Ca	S
Holt	a	17	3,6	14,8	1	8,1
	b	8,5	3,6	14,8	1	8,1
Kvithamar	a	24	4	17,7	1,3	8,6
	b	12	4	17,7	1,3	8,6
Særheim	a	26	4,5	18,8	1,3	9,2
	b	13	4,5	18,8	1,3	9,2

2.4 Datainnsamling og registreringer

2.4.1 Botanisk sammensetning

Den botaniske sammensetningen i høsterutene ble anslått gjennom sorteringsprøver. Prøver på 300 gram ble klipt ut fra hver høsterute. Prøvene ble klipt ut som rette linjer, med sårådene, fra et stykke inn i høsteruta og inn mot midten. Dette ble gjentatt langs hele langsiden til høsteruten. Intensjonen var å få prøver som var klipt ut tilfeldig, men jevnt over hele høsteruta, og som i størst mulig grad tilsvarte den faktiske botaniske sammensetningen. Prøvene ble lagt i plastposer og sortert umiddelbart, lagt på kjølerom eller fryst ned for senere separering. Ved sortering ble hvert skudd sortert etter grasart, kløverart, enfrøbladet ugras og tofrøbladet ugras. De ferdig sorterte prøvene ble så lagt i hver sin merkede pose og lagt i tørkeskap for tørking ved 60 °C i minst 48 timer. Ferdig tørkede prøver ble veid og vektfordelingen ble brukt til å anslå prosentvis andel av artene i hver høsterute. Dette ble utført ved første og siste høsting på hvert sted, det vil si, ikke til 2. slått for Kvithamar og Særheim.



Figur 3: Sorteringsprøve for artsblanding D (alle grasarter) fra førsteslått Kvithamar.

2.4.2 Avling og fôrkvalitet

Tørrstoffavling ble målt for hver slått. Friskvekten til hver høsterute ble målt ved hjelp av en Haldrup-høster. Prosent tørrstoff ble målt ved å ta ut prøver fra hver høsterute, som ble tørket etter samme prosedyre som separeringsprøvene (48 timer, 60 °C). Avlinga ble så omrekna til kg tørrstoff per dekar. Fôrkvaliteten ble analysert for hver høsterute til hver slått ved bruk av NIRS metoden ved NIBIO Løken (Fystro & Lunnan, 2006).

2.5 Dataanalyser

Statistiske analyser ble utført med programvaren MiniTab (Minitab, 2017). Til årlig tørrstoffavling og fôr kvalitet ble det utført variansanalyser (ANOVA). En korrelasjonsanalyse med Pearsons korrelasjon koeffisient ble utført for å undersøke korrelasjon mellom prosentandel raigras og fôr kvalitetsvariabler. P-verdi for signifikant verdi var $P < 0,05$.

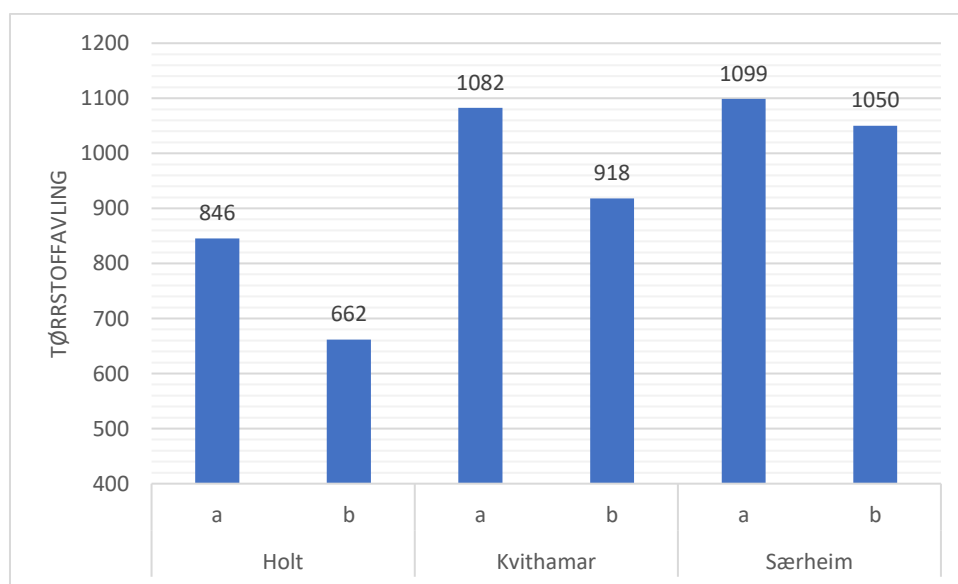
3. Resultater

3.1 Total tørrstoffavling

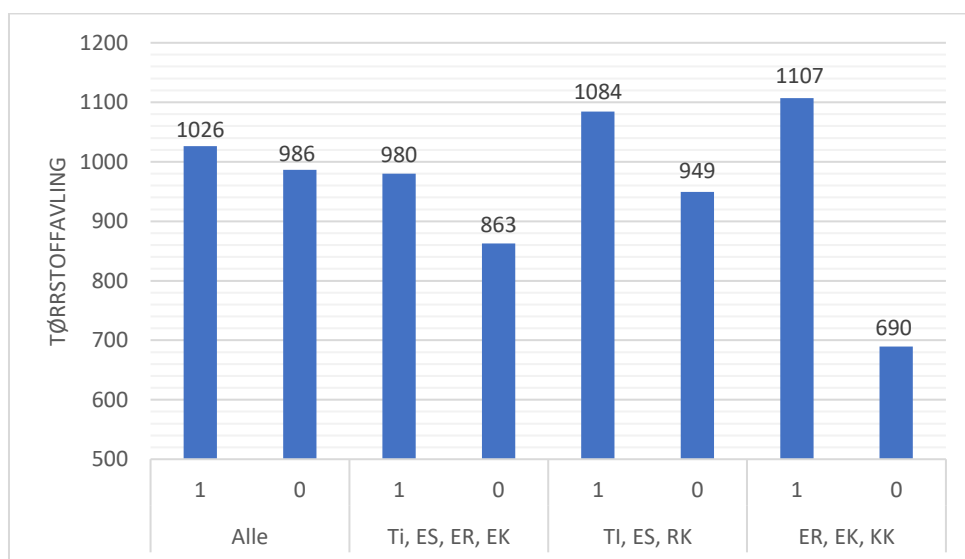
Den gjennomsnittlige årlige tørrstoffavlingen for alle reinbestander og artsblandinger som ble undersøkt i dette forsøket var 942 kg tørrstoff per dekar. For Særheim, var den årlige tørrstoffavlingen størst, med 1074 kg ts per daa, etterfulgt av Kvithamar med avling på 1000 kg ts daa og Holt med 753 kg ts daa. Det var signifikant effekt av sted, artsblanding, N-gjødslingsnivå og inkludering av flerårig raigras på den årlige tørrstoffavlingen, i en analyse der bare artsblandinger var tatt med (tabell 5). Det var signifikant interaksjon mellom nitrogen-nivå og sted, og mellom artsblanding og inkludering av raigras.

Det var signifikant høyere avling ved moderat nitrogengjødsling (a), enn ved lav nitrogengjødsling (b). Særlig på Holt og Kvithamar ga moderat nitrogengjødsling økt tørrstoffavling (figur 4). For Særheim var ikke effekten like tydelig.

Det var signifikant interaksjon mellom raigras og artsblanding (figur 5). For alle typer artsblandinger var det positiv avlingsrespons ved innblanding av raigras, men responsen var størst i blanding F (Er, Ek, Kk) med en differanse på 417 kg tørrstoff. Differansen for de andre artsblandingene var på 135 kg for E (Ti, Es, Rk), og 117 kg for D (Ti, Es, Er, Ek). Blanding C (alle arter) hadde lavest avlingsrespons ved inkludering av raigras, med en differanse på 40 kg tørrstoff.



Figur 4: Gjennomsnittlig årlig tørrstoffavling (kg DM per daa) for alle blandinger (A, B, C, D, E og F) for Holt, Kvithamar og Særheim ved moderat/lavt nitrogengjødsling (a, b). (N = 10 per gjødslingsnivå, sted)



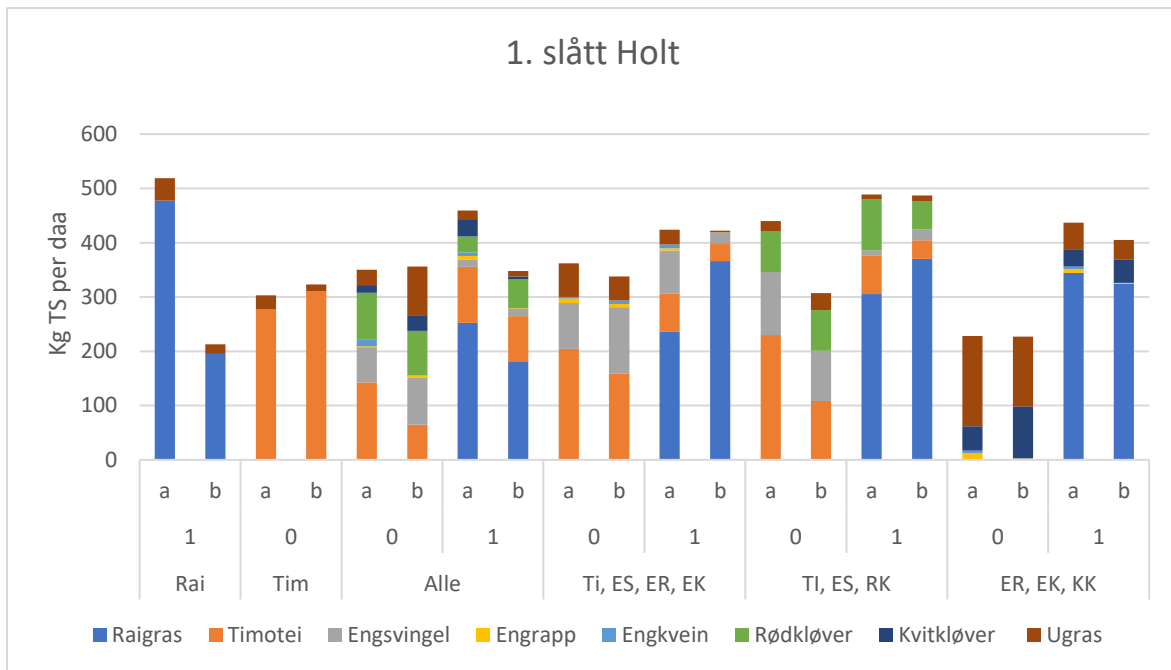
Figur 5: Gjennomsnittlig årlig tørrstoffavling (kg TS per daa og år) for artsblandinger, med og uten raigras (1,0). (N = 6 for 1 og 0 innen hver blanding).

Tabell 5: Effekt av sted, inkludering av raigras, nitrogengjødslingsnivå og type artsblending på årlig tørrstoffavling.

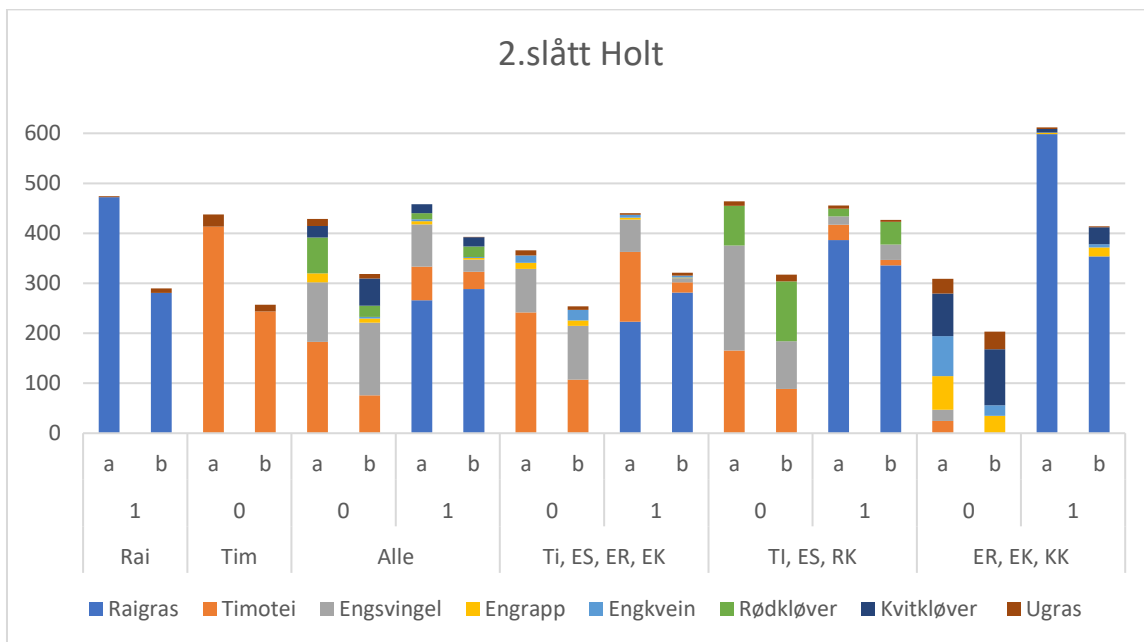
Faktor	Sted	Frihetsgrader	F-verdi	P-verdi
	Raigras	1	80,17	0,001
	Nitrogennivå	1	63,81	0,001
	Artsblending	1	24,15	0,001
	Artsblending	3	7,21	0,001
Interaksjoner:	Raigras*Artsblending	3	13,82	0,001
	Nitrogennivå*Sted	2	3,77	0,038
	Sted*Raigras	2	2,41	0,112
	Sted*Artsblending	6	1,37	0,270
	Nitrogennivå*Raigras	3	1,95	0,176
	Nitrogennivå*Artsblending	3	0,99	0,414

3.1.1 Botanisk sammensetning

På Holt utgjorde flerårig raigras over halvparten av avlingen i høsterutene der raigras var inkludert (figur 6 og 7). Der raigras ikke var inkludert i sådd frøblanding, ble først og fremst timotei mer fremtredende i førsteslåtten, i tillegg til engsvingel. I rutene med artsblending F (Er, Ek og Kk) utgjorde ugras store deler av avlingen der flerårig raigras ikke var sådd. I andreslåtten hadde andelen og avlingen av timotei og kløver gått noe tilbake i noen av artsblandingene. Andelen engsvingel var derimot den samme, eller større.



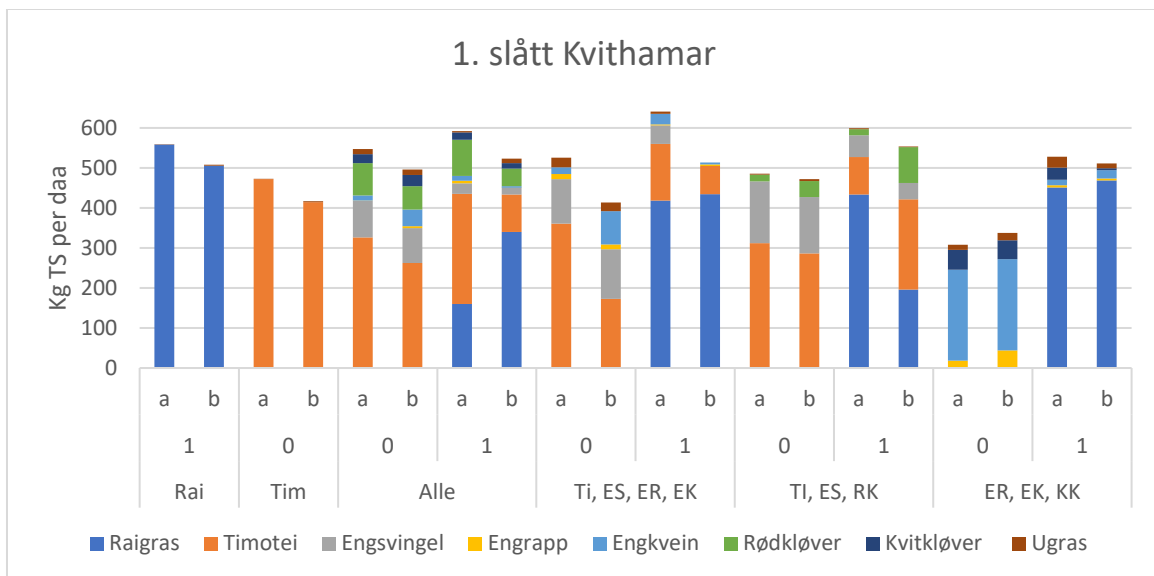
Figur 6: Andel grasarter, kløverarter og ugras av total tørrstoffavling (kg TS per daa) for første-slått Holt. Hver arts andel av tørrstoffavlingen beregnet fra separeringsprøver og tall for tørrstoffavling per dekar. $N = 1$.



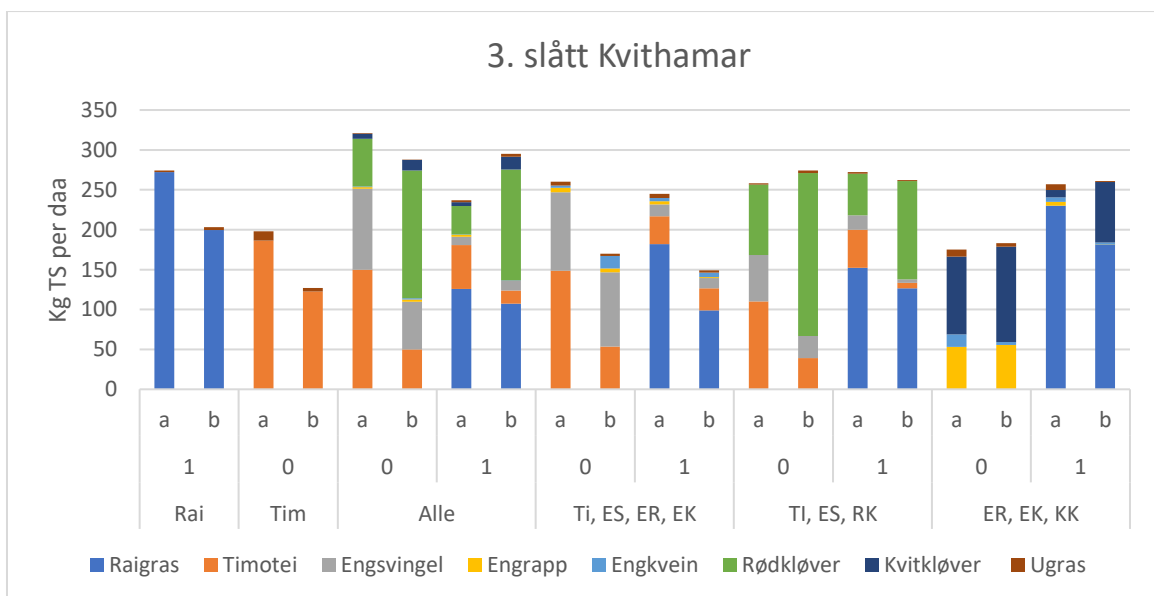
Figur 7: Andel grasarter, kløverarter og ugras av total tørrstoffavling (kg TS per daa) for andreslått Holt. Hver arts andel av tørrstoffavlingen er beregnet fra separeringsprøver og tørrstoffavling per dekar. $N = 1$.

For Kvithamar viste noen av høsterutene samme trend med raigraset som for Holt i førsteslåtten (figur 8 og 9). Raigras var dominerende der det forekom, der raigras ikke forekom var timotei mest fremtredende, deretter etterfulgt av engsvingel. Et unntak var artsblanding C (alle arter) med høyt nitrogenivå. For denne blandingen utgjorde timotei større andel av avlingen enn raigraset i førsteslåtten. I tredjeslåtten viste resultatene for

Kvithamar stor økning i andel kløver fra førsteslåttene. I høsterutene med forekomst av rødkløver og lavt nitrogennivå, ble rødkløveren mer fremtredende, og utgjorde rødkløver opptil 75 % av artsblandingen.



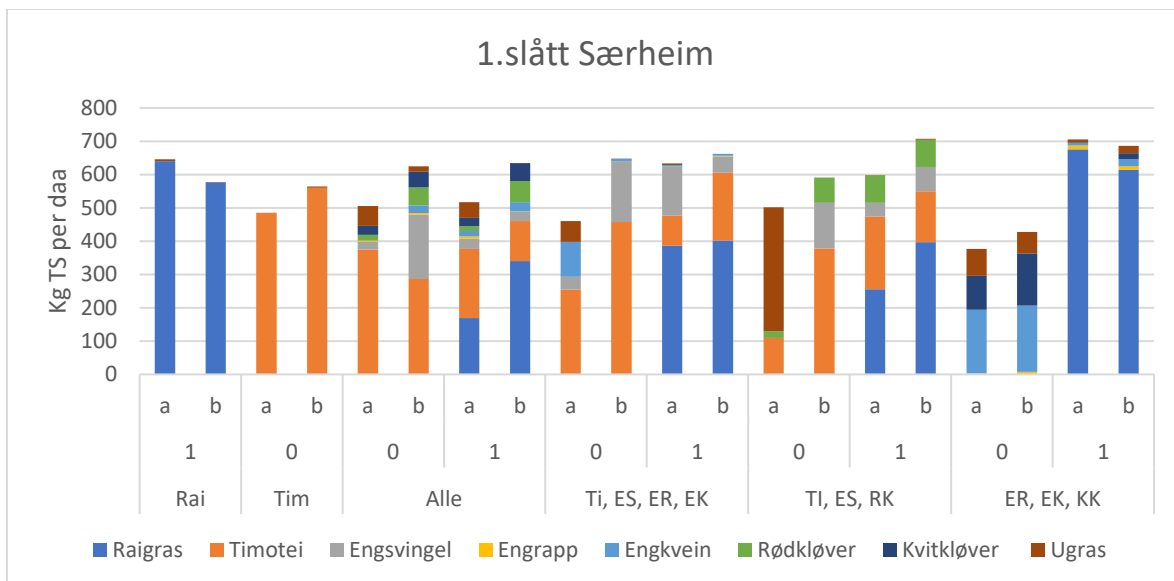
Figur 8: Andel grasarter, kløverarter og ugras av total tørrstoffavling (kg TS per daa) for førsteslått Kvithamar. Hver arts andel av tørrstoffavlingen er beregnet fra separeringsprøver og tørrstoffavling per dekar. N = 1.



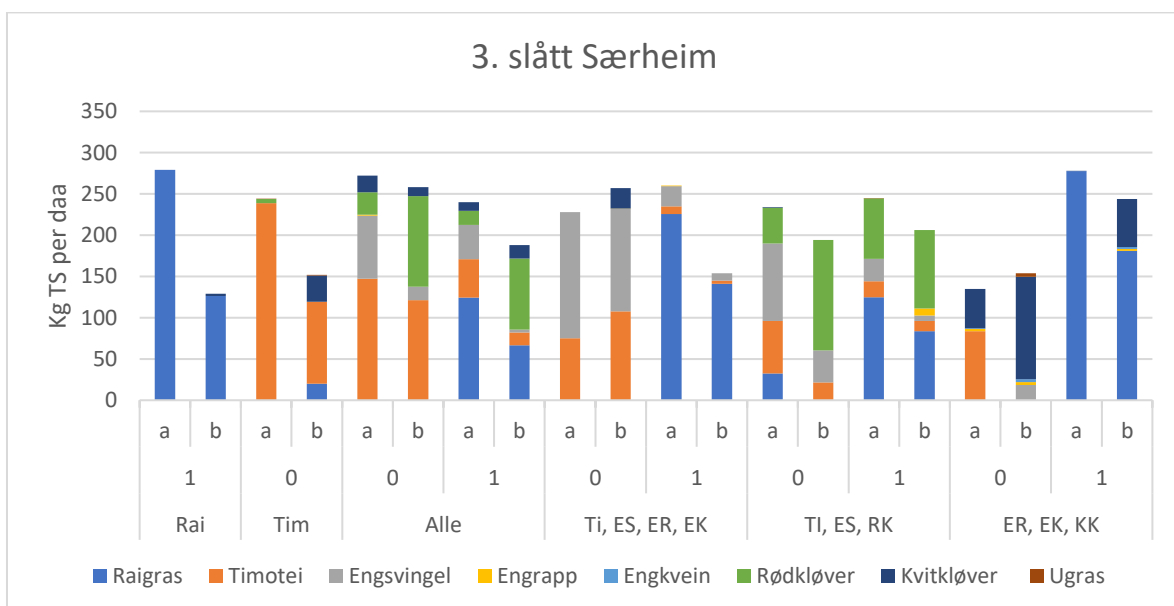
Figur 9: Andel grasarter, kløverarter og ugras av total tørrstoffavling (kg TS per daa) for tredjeslått Kvithamar. Hver arts andel av tørrstoffavlingen er beregnet fra separeringsprøver og tørrstoffavling per dekar. N = 1.

Resultatene for Særheim (figur 10 og 11) hadde de samme trendene som resultatene for Kvithamar. Det var mye raigras i artsblandinger med raigras, med unntak artsblandingen med alle arter når denne var svakt gjødsla. Tredjeslåttene hadde stor økning i andel kløver i høsterutene, særlig for blandinger med lav nitrogen gjødsling. For artsblandingen med kun

grasarter (D: Ti, Es, Er, Ek) og uten forekomst av raigras, ble engsvingel dominerende i tredjeslått. Det var tendens til økt ugrasmengde i høsteruter uten forekomst av raigras for artsblandingene.



Figur 10: Andel grasarter, kløverarter og ugras av total tørrstoffavling (kg per daa) for førsteslått Særheim. Hver arts andel av tørrstoffavlingen er beregnet fra separeringsprøver og tørrstoffavling per dekar. N = 1.



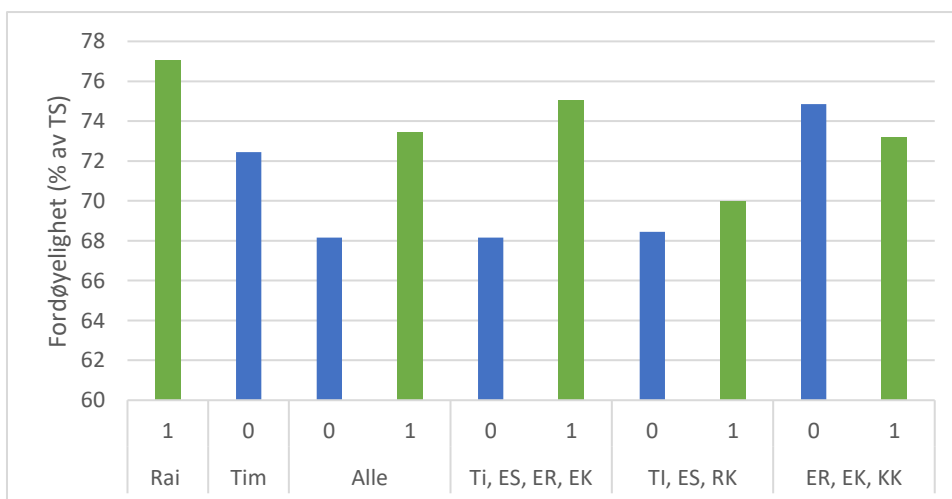
Figur 11: Andel grasarter, kløverarter og ugras av total tørrstoffavling (kg per daa) for tredjeslått Særheim. Hver arts andel av tørrstoffavlingen er beregnet fra separeringsprøver og tørrstoffavling per dekar. N = 1

3.2 Fôrkvalitet

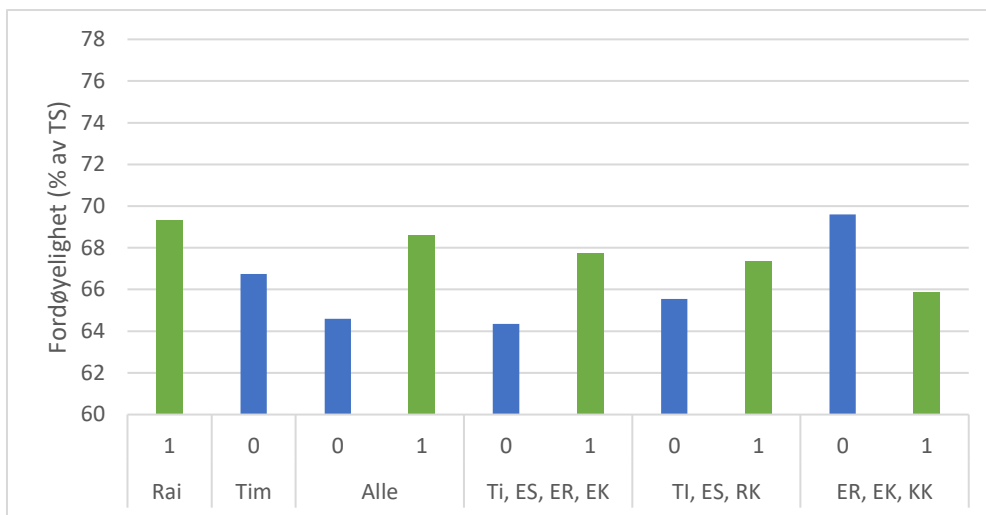
I dette studiet er fôrkvaliteten av avlinga vurdert ut ifra fordøyelighet på tørrstoffet og råprotein. Kun resultatene for Holt og Særheim er omtalt, da det var ingen signifikante utslag for Kvithamar.

3.2.1 Fordøyelighet

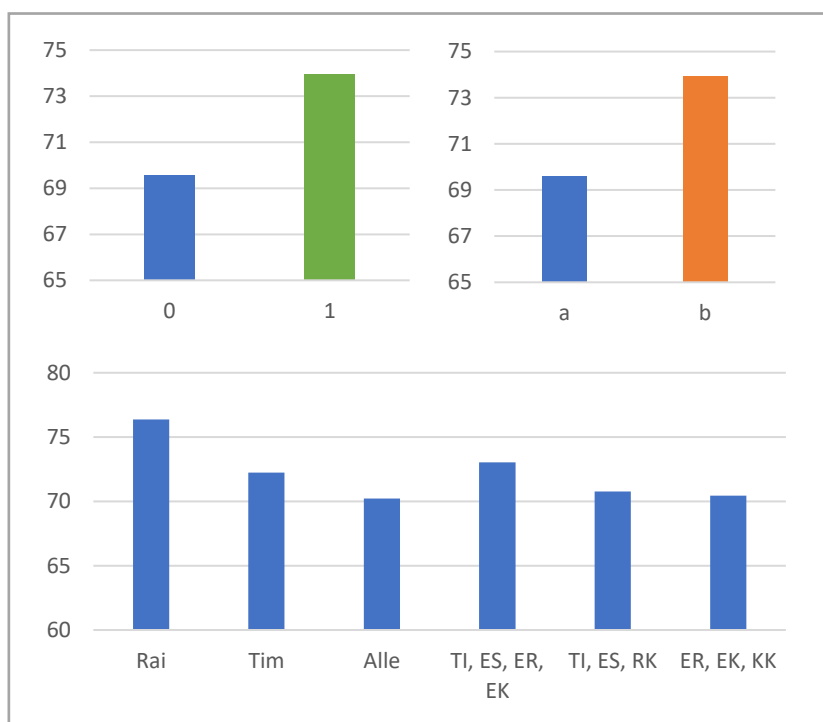
Det var signifikant effekt av flerårig raigras, nitrogen og artsblanding på fordøyelighet av avlinga høsta på Særheim (tabell 7). Inkludering av raigras ga signifikant økt fordøyelighet i 2. og 3. slått (figur 14 og 12). Det var også signifikant effekt av artsblanding i andre- og tredje slått (figur 14, 12 og 15). Artsblanding D (Ti, Es, Er, Ek) hadde signifikant lavere fordøyelighet enn F i andreslått. I tredjeslått hadde E signifikant lavere fordøyelighet enn F. Det var signifikant interaksjon mellom forekomst av raigras og artsblanding for første- og tredjeslått (figur 12 og 13). I førsteslått hadde artsblanding C signifikant lavere fordøyelighet uten forekomst av raigras. I tredjeslått hadde både C og D signifikant lavere fordøyelighet uten forekomst av raigras. Moderat nitrogen gjødsling ga signifikant lavere fordøyelighet i andre og tredje slått (figur 14 og 15). Det var signifikant interaksjon mellom nitrogen gjødsling og artsblanding i tredjeslått (figur 15). Moderat gjødsling ga signifikant høyere fordøyelighet enn lav gjødsling i artsblanding E (Ra, Ti, Es, Rk).



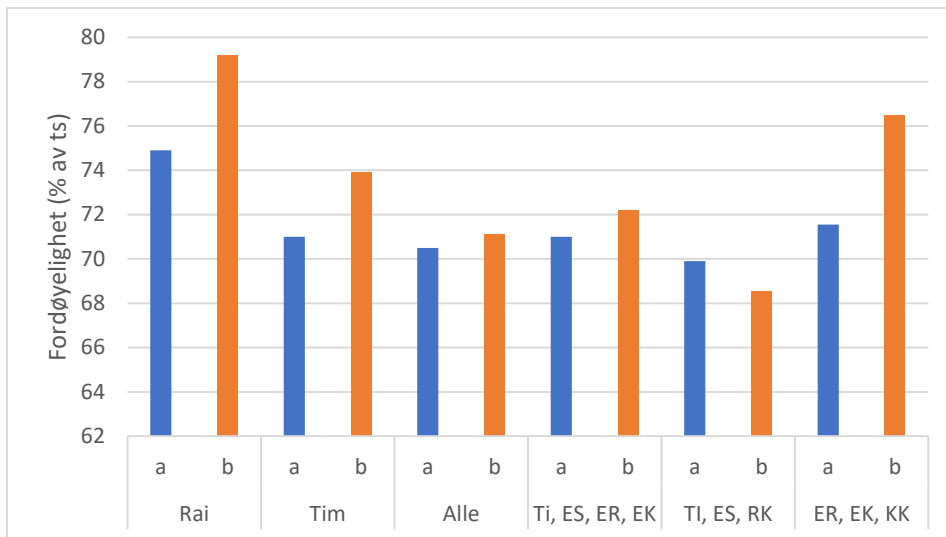
Figur 12: Gjennomsnittlig fordøyelighet (% av TS) for artsblandinger med og uten forekomst av raigras for tredjeslått, Særheim. N = 2.



Figur 13: Gjennomsnittlig fordøyelighet (% av TS) for artsblandinger med og uten forekomst av raigras for førsteslått, Særheim. N = 2.



Figur 14: Gjennomsnittlig fordøyelighet (% av TS) for forekomst/ikke forekomst av raigras (ø. venstre, N = 10), n-gjødslingsnivå (ø. høyre, a = moderat, b = lav, N = 10) og blanding (ned. N = 2 for reinbestander, og N = 4 for artsblandinger) for andreslått Særheim.



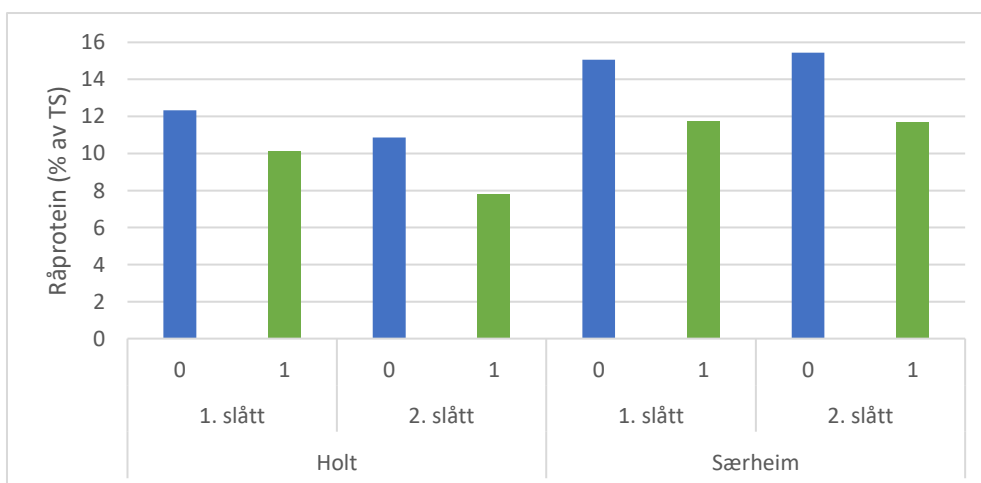
Figur 15: Gjennomsnittlig fordøyelighet (% av TS) for høsteruter etter N-gjødslingsnivå (a = moderat, b = lavt) og artsblanding for tredjeslått, Særheim. N = 1 for reinbestander, og N = 2 for artsblandinger.

3.2.2 Råprotein

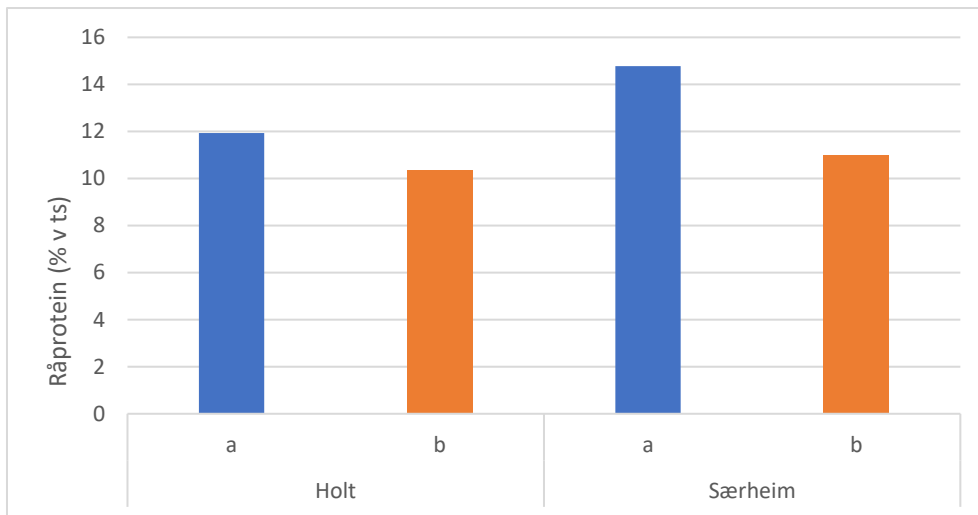
For råprotein var det signifikant effekt av raigras, nitrogen og artsblanding (tabell 7).

Forekomst av raigras ga signifikant lavere råproteininnhold i første- og andreslått for både Holt og Særheim (figur 16). Korrelasjonsanalysen viste sterk negativ korrelasjon for råproteininnhold ved økt andel raigras i førsteslått for Holt (tabell 6). Det var signifikant høyere råproteininnhold ved økt nitrogenmengde for førsteslåttene på Holt og Særheim (Figur 17). For Holt var det signifikant effekt artsblanding i andreslått. Det var også signifikant interaksjon mellom artsblanding og nitrogennivå i andreslått for Holt (figur 18).

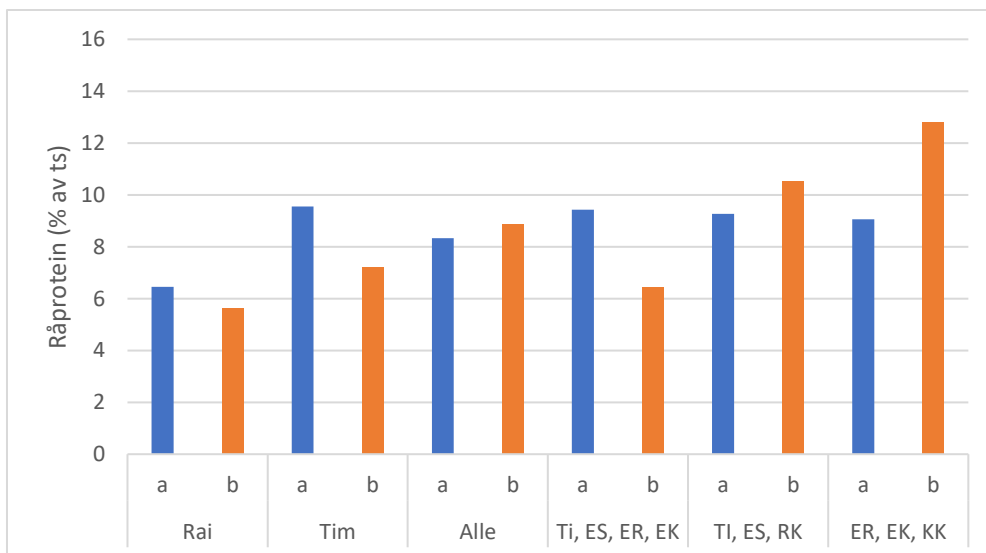
Artsblanding D (RA, TI, ES, ER, EK) hadde signifikant høyere råproteininnhold ved moderat nitrogen gjødsling, i motsetning til de andre artsblandingene.



Figur 16: Gjennomsnittlig innhold av råprotein (% av TS) med eller uten forekomst av flerårig raigras for første- og andreslått, Holt og Særheim. N = 8.



Figur 17: Gjennomsnittlig råproteinandel etter N-gjødslingsnivå (a=moderat, b= lavt) for førsteslåttene for Holt og Særheim. N= 10.



Figur 18: Gjennomsnittlig råproteininnhold for høsteruter etter N-gjødslingsnivå (a=moderat, b= lavt) og artsblending for andreslått, Holt. N = 1 for reinbestander, og N = 2 for artsblandinger.

Tabell 6: Korrelasjoner mellom førkvalitetsvariabler og andel raigras for Holt, Kvithamar og Særheim med tilhørende p-verdier. Alle signifikante p-verdier < 0,05.

	Korrelasjon					
	1. slått			2. slått	3. slått	
	Holt	Kvithamar	Særheim	Holt	Kvithamar	Særheim
Råprotein	-0,804 P<0,016	-	-	-	-	-
Fordøyelighet	-	-	-	-	-	-

Tabell 7: Effekt av nitrogennivå, forekomst av raigras og artsblanding på råproteinandel og fordøyelighet for slått og sted. +; $0,1 > p > 0,05$, *; $0,05 > p > 0,01$, **; $0,01 > p > 0,001$, ***; $0,001 > p$. - = ikke significant.

		Holt		Kvithamar			Sørheim		
		1 slått	2. slått	1.slått	2. slått	3.slått	1.slått	2. slått	3.slått
Råprotein	N-nivå	10,23*	-	-	-	-9,08+	19,56*	-	-
	Raigras	16,29*	109,82**	-	-	-	16,93*	17,10*	-
	Artsbl.	7,47+	21,26*	-	-	-	-	5,72+	-
	N*rai	-	6,86+	-	-	-	-	-	-
	N*artsbl.	-	23,05*	-	-	-	-	-	-
	Rai*artsbl	-	5,64+	-	-	-	5,62+	-	-
Fordøyelighet	N-nivå	-	-	-	-	6,61+	-	117,19**	16,51*
	Raigras	7,07+	-	-	-	6,61+	9,04+	198,47***	82,87**
	Artsbl.	-	-	-	-	8,0+	-	17,10*	36,29**
	N*rai	-	-	-	-	-	-	-	-
	N*artsbl.	-	-	-	-	-	-	5,44+	15,72*
	Rai*artsbl	-	-	-	-	-	14,71*	-	33,38**

I resultatene fra variansanalysene presentert over ble ikke reinbestandene inkludert.

Variansanalyse av reinbestandene viste ingen signifikant forskjell på råproteininnhold eller fordøyelighet av avlinga for flerårig raigras og timotei (data ikke presentert).

4. Diskusjon

4.1 Avlingsstørrelse og botanisk sammensetning

4.1.1 Variasjon mellom artsblandinger

For at raigraset skal bli dominerende, må de miljømessige forholdene ligge til rette for det. Selv om raigraset i denne blandinga utgjorde fra 14 til 25 % av blandinga, kunne den utgjøre opptil 99 % av tørrstoffavlinga. En antok gjerne at dominansen av raigraset ikke ville bli like fremtredende på Holt som på Kvithamar og Særheim, på grunn av de klimatiske forholdene. Separeringsprøvene viste derimot at flerårig raigras i like stor grad var dominerende på Holt. Dette viser at flerårig raigras blir dominerende under svært ulike klimatiske forhold.

Den observerte dominansen av raigras skyldes flere trekk ved raigraset voksemåte, deriblant artens evne til rask etablering om våren. Det er flere egenskaper ved flerårig raigras gir den konkurransefortrinn i artsblandinger. Tusen-frø vekta til raigrassorten brukt i dette forsøket, Figgjo (tetraploid), ligger på mellom 2-4 g (Peeters et al., 2004). Dette er store frø sammenlignet med de andre grassortene, som har mellomstore (f.eks Engsvingel), og små frø (f.eks timotei, engrapp, engkvein) (Peeters et al., 2004). Blant annet frøstørrelsen gjør at flerårig raigras etablerer seg raskt etter spiring, og vil derfor tidlig ha konkurransefortrinn ovenfor arter som etablerer seg tregt etter spiring. Rotsystemet til raigraset setter også tidlig i gang om våren, og danner et tett nettverk i det øverste jordlaget (Peeters et al., 2004). Et annet konkurransefortrinn er den hurtige bladomsettinga og skuddtettheten som gjør at arten tåler godt intensiv høsting (Peeters et al., 2004). Dette gir hurtig gjenvekst, som kan føre til at den overskygger andre arter som allerede er tilbakesatt på grunn av høsting. Tidligere forskning har vist at timoteiandelen reduseres ved intensiv høsting (Bakken, 2007; Peeters et al., 2004). Et forsøk utført av Bakken et al viste at timoteiandelen i artsblandinger hadde positiv effekt av slått ved senere utviklingsstadier enn stengelstrekning for første- og andreslåtter. Forsøket viste også at få slåtter favoriserte timotei. Resultatene i dette forsøket viste at timotei var arten som i størst grad sto imot dominansen av raigraset i førsteslåtten, for så å bli redusert fra første til tredjeslåt, med få unntak. Dette kan støtte opp om at årsaken til at raigrasets dominans i dette forsøket også skyldes rask gjenveksthastighet. Timotei har på sin side evne til å sette generative skudd i gjenveksten, som kan være en fordel i den interspesifikke konkurransen, for å unngå å bli overskygget av raigraset (Bakken, 2007; Heide, 1994). Timotei har også svært god vinteroverlevelse, noe som gjør at den har et godt utgangspunkt til gjenvekst om våren. Uansett, kan det tenkes at reduksjonen til tredjeslåt skyldes at arten tåler

dårlig hyppig slått. Dette forklarer ikke hvorfor høsteregimet på Holt (to slåtter) ikke viste mer forekomst av timotei i sisteslått enn for Kvithamar og Særheim. I tredjeslått for Kvithamar og Særheim ble kløver mer fremtredende, særlig ved lav nitrogen gjødsling. Dette var antagelig et resultat av at lav nitrogen gjødsling favoriserte rødkløveren.

Når det kommer til dominans av flerårig raigras var det særlig artsblanding F (Er, Ek, Kk) som pekte seg ut som artsblandingen hvor raigras var konsekvent dominerende, med en raigrasandel på 65 % som det laveste og opptil 99,8 %. For de andre artsblandingene var det varierende hvor dominerende flerårig raigras fremsto. Artsblanding E (Rai, Ti, Es, Rk), D (Ra, Ti, Es, Er, Ek) og C (alle arter) var i flere slåtter dominert av flerårig raigras, men med unntak.. Det var ingen klar effekt av nitrogen gjødslingsnivå på dominans av raigraset.

4.1.2 Variasjon i avlingsstørrelse

Den totale tørrstoffavlingen var som forventet høyere for Kvithamar og Særheim, sammenlignet med Holt, noe som skyldes lengre vekstsesong og høyere temperaturer. Økt avling ved økt nitrogen gjødsling er godt kjent fra tidligere forskning, og skyldes at store deler av plantebiomassen stammer fra fotosynteseprodukt (Makino, 2011). Fotosyntesekapasiteten er igjen avhengig av N-innholdet i bladet, da N er en av bestanddelene for rubiskoproteinet (Makino, 2011). N-innholdet i bladene øker ved tilførsel av nitrogen gjødsling (Makino, 2011), noe som igjen gir økt fotosyntesekapasitet. Tidligere studier har vist at nitrogen gjødsling gir økt produksjon av buskingsskudd hos flerårig raigras, og økt bladlengde og biomasse for buskingsskudd (Barnes, 2003; Harris et al., 1996). Som tidligere nevnt ga inkludering av raigras økt tørrstoffavling, men samtidig var det ingen klar effekt av nitrogen gjødslingsnivå på dominans av raigraset. Raigraset varierte mellom å være mest dominerende ved lavt og høyt N-nivå, mens timotei var vesentlig mer fremtredende i tørrstoffavlingene ved høyt N-nivå for Holt og Kvithamar. For Særheim var det ingen tydelig sammenheng. Disse resultatene kan tyde på at timotei tar mer effektivt opp nitrogen sammenlignet med flerårig raigras. Dette stemmer ikke med tidligere forskning som viser at flerårig raigras tar mer effektivt opp nitrogen sammenlignet med Timotei ved jevnlig slått og god nitrogen tilgang (McElroy et al., 2016). En annen forklaring på dette kan være Reinbestandene viste økt tørrstoffavling ved høgt n-nivå for begge artene, noe som kan tyde på at begge arter får tatt ut mer av vekstpotensialet ved økt N-gjødsling. Førsteslått Særheim var et unntak, med høyest tørrstoffavling for timotei ved lavt nitrogennivå.

For artsblandingene var også trenden økt årlig tørrstoffavling ved inkludering av raigras. Effekten av inkludering av raigras var særlig stor i artsblandingen hvor det kun var arter som etablerer seg tregt etter såing, og som har lavere produktivitet. Blanding F (Er, Ek, KK) er et eksempel på en slik artsblanding (unntak: kvitkløver). Engrapp er lite produktiv før tredje engår (Peeters et al., 2004), mens engkvein har gjennomsnittlig produktivitet (Peeters et al., 2004). Dette kan være årsaken til at forekomst av raigras i denne artsblandingen, ga betydelig høyere årlig tørrstoffavling, enn uten raigras. Denne artsblandingen hadde høyest gjennomsnittlig tørrstoffavling for alle artsblandingene med raigras, og lavest uten raigras. Minst forskjell ble observert i blanding C (alle arter), der det var størst artsmangfold. Dette kan skyldes at timotei og engsvingel har moderat produktivitet (Peeters et al., 2004), og kan derfor i større grad kompensere for ikke-sådd raigras sammenligna med engrapp og engkvein. Det kan også skyldes at artsmangfold virker positivt på avling ved at artene komplementerer hverandre i blandingen.

For alle steder var det økt årlig tørrstoffavling ved moderat nitrogennivå, sammenlignet med lavt nitrogennivå. Differansen mellom de to nitrogennivåene var størst for Holt, deretter Kvithamar, mens for Særheim var det mindre forskjell. En årsak til dette kan være kløverandelen i artsblandinger på Særheim og Kvithamar, som var vesentlig større enn på Holt. Det er kjent at nitrogenfikseringen til kløver kan kompensere for lav nitrogengjødsling (Ledgard & Steele, 1992). Tilførsel av nitrogen gir økt vekst, først og fremst hos grasarter (McElroy et al., 2016). Høsteruter med lavt nitrogennivå hadde jevnt over høyere tørrstoffavling enn høsterutene med moderat nitrogennivå i første slått på Særheim (data ikke presentert). Det kan være flere forhold som har ført til dette resultatet. Et nitrogengjødslingsforsøk gjort av Elgerma et al. 2000, på grasblandinger med og uten kløver, viste økt avling for grasblandinger ved nitrogengjødsling (Elgersma et al., 2000). Høy nitrogengjødsling endret konkurranseforholdet i den retning at grasarter ble favorisert. Blandinger med kløver og gras hadde ikke høyere avlinger når de ble gjødsla enn når de ikke ble det. Dette skyldtes høy produksjon av kløver som kompenserte for lavt N-nivå i ikke-gjødsla ledd. Høy produksjon av kløver kunne være årsaken til at lavt nitrogennivå ga størst avling i førsteslått på Særheim. Fordelingen av tørrstoffavlingen etter andel art viste ikke stor forskjell i kløverinnholdet i høsterutene for førsteslått. Derimot viste resultatene vesentlig høyere innhold av kløver i høsterutene med lav nitrogengjødsling i tredjeslått. Uansett kan ikke kløver forklaringa på hvorfor noen av artsblandingene uten kløver også

hadde økt avling for lavt nitrogennivå. Det kan også skyldes teknisk feil, eller at avlingen i a-nivårutene ble begrenset av et annet næringsstoff enn nitrogen. En studie gjort av Bakken et al 2007, gjort på avlingsrespons på stigende N-gjødslingsmengde i eng, med S-gjødsling som tilleggsvariabel, viste økt avlingsrespons på N-gjødsling ved tilførsel av S-gjødsling for forsøksfelt. Det kan tenkes at et annet næringsstoff enn nitrogen begrenset avlingen i førsteslått.

4.1.3 Effekt av flerårig raigras

4.1.3.1 Effekt av flerårig raigras på fordøyelighet

Inkludering av flerårig raigras ga høyere fordøyelighet for andre og tredje slått på Særheim, noe som kan tyde på at flerårig raigras inneholder mindre tungt fordøyelige celleveggstoffer enn flere av andre artene. En annen forklaring kan være at raigraset ble slått på et bedre høstetidspunkt før kvalitetsmessig. MSC-verdiene for raigraset var lavere enn timoteiens verdier ved andre- og tredjeslått, noe som kan tyde på det sistnevnte. Buskingsskuddene til flerårig raigras forblir i større grad værende som vegetative, sammenligna med timotei, som produserer flere generative skudd i gjenveksten. Som nevnt, stiger mengden tungt fordøyelig celleveggkomponenter ved høyere utviklingsstadium (Chen et al., 2002; Kenneth & Jung, 2001). Det kan derfor være kvalitetsmessig gunstig å inkludere flerårig raigras i artsblandinger. Interaksjonen mellom raigras og artsblanding viste signifikant lavere fordøyelighet for artsblanding C (alle arter) og D (kun grasartene) uten forekomst av raigras for andre og tredjeslått Særheim. I blanding C (alle arter) var andelen kløver relativt lik for høsterutene med og høsterutene uten raigras for begge slåtter. Dette kan tyde på at variasjonen ikke skyldes kløver, som har høy fordøyelighetsgrad, men heller variasjon på grunn av grasartsinnhold. Flerårig raigras utgjorde en vesentlig del av avlingen i høsterutene der det forekom i blanding C (alle arter). Der raigraset ikke forekom utgjorde timotei en vesentlig del av avlingen. Dette kan tyde på at raigras gir bedre fordøyelighet i artsblandinger sammenligna med timotei, når det er lik mengde kløver til stede. Dette stemmer med MSC-verdien i tredjeslått, som viste større telling for timotei. I artsblanding D (kun grasartene) i tredjeslått var det engsvingel som utgjorde hoveddelen av avlinga, i lag med timotei. Dette kan tyde på at raigras også har bedre fordøyelighet enn engsvingel ved høstetidspunktet.

4.1.3.2 Effekt av flerårig raigras på råprotein

Raigras er kjent for høyt innhold av råprotein (Peeters et al., 2004). Resultatene viste derimot at forekomst av raigras ga signifikant lavere råproteininnhold for slåttene med signifikant effekt. Siden raigras ga økt tørrstoffavling i artsblandinger, kan det tenkes at dette skyldes en fortynningseffekt på grunn av høyere tørrstoffavling. Den botaniske sammensetningen viste ingen klar trend av større andel kløver i høsterutene uten flerårig raigras, sammenligna med. Dette kan tyde på at større kløverinnhold i høsteruter uten raigras ikke er forklaringen.

Det var ingen signifikante effekter for fôr kvalitetsvariablene på Kvithamar. Dette kunne tyde på at flerårig raigras ikke har så stor innvirkning på fôr kvaliteten som først antatt. Men kan også skyldes andre faktorer. Det var mye kløver i tredjeslått, men ikke mer i ruter uten raigras enn ruter med raigras. Det er derfor ikke tydelig at økt fordøyelighet på grunn av kløver kan ha vært årsak til at det ikke ble signifikante resultater for Kvithamar. Uansett, var det heller ikke signifikant effekt av flerårig raigras i artsblanding D (kun grasartene). Det var større avling for høsterutene med raigras for artsblanding D i førsteslått, men i sisteslått hadde høsterutene uten raigras høyere avling. Dette tyder på at heller ikke uttynningseffekten på grunn av økt avling med raigras er årsaken. MSC for førsteslått for flerårig raigras var høy.

4.1.4 Effekt av nitrogengjødsling

4.1.4.1 Effekt på fordøyelighet

Økt nitrogennivå ga signifikant lavere fordøyelighet i andre og tredjeslått på Særheim. Den lavere fordøyeligheten kan skyldes økt avling, siden økt nitrogennivå stimulerer til økt avling. Dette stemmer overens med tidligere studier som har vist at næringsverdien til timotei blir lavere ved økt avling (Bélanger et al., 2001). I tredjeslått for Særheim viste tørrstoffavlingsfordelingen etter art tendens til større avlinger for moderat nitrogennivå, men dette gjelder ikke alle høsteruter. En annen årsak til forskjellen kan være kløver.

Kløverinnholdet i høsteruter med gjødslingsnivå b vesentlig høyere enn høsteruter med gjødslingsnivå a. Dette skyldes antagelig at lav nitrogengjødsling favoriserer kløver, mens høy nitrogengjødsling favoriserer gras, som nevnt i litteraturstudiet. Konsekvensen av dette kan bli høyere proteininnhold og fordøyelighet i artsblandinger, da kløver har høyere proteininnhold og er mer fordøyelig enn gras. Årsaken til lavere fordøyelighet ved moderat gjødsling er antagelig en kombinasjon av flere faktorer, deriblant avlingsmengde og mindre

kløver. Reinbestandene hadde også høyere fordøyelighet for lavt nitrogennivå, noe som viser at kløver ikke forklarer all effekten. En eventuell annen forklaring kan være at nitrogen gjødsling framskynder utvikling, men siden fenologi prøver kun ble tatt for et gjødslingsnivå i dette forsøket, finnes det ingen grunnlag til å diskutere dette (Barnes, 2003).

For tredjeslått på Særheim var det signifikant interaksjon mellom nitrogennivå og artsblanding. Artsblanding E (Ra, Ti, Es, Rk) hadde høyest fordøyelighet for moderat N-gjødslingsnivå, i motsetning til de andre artsblandingene som hadde høyest fordøyelighet ved lav nitrogen gjødsling. Fordelingen av tørrstoffavlingen etter andel arter, viste vesentlig høyere innhold av kløver i høsterutene for lavt nitrogennivå uten forekomst av raigras. Høsterutene med moderat gjødsling hadde også høyere avling. Dette resultatet viser dermed det motsatte av den nevnte effekten av kløver og avlingsmengde som ble nevnt over. Her hadde høsterutene med størst grasinnhold og avlingsmengde hadde høyest fordøyelighet.

4.1.4.2 Effekt på råprotein

Moderat gjødsling ga økt råproteininnhold i slåtter for Holt og Særheim. Dette støtter teorien som er antatt ut fra tidligere forskning, om at nitrogen gjødsling gir økt råproteininnhold i artsblandinger, og da først og fremst i gras. Det var signifikant interaksjon mellom nitrogennivå og artsblanding for andreslått Holt. Artsblanding D (Ra, Ti, Es, Er, Ek) hadde signifikant høyere råproteinandel ved lavt N-gjødslingsnivå. De andre blandinger, med unntak reinbestandene som ikke ble tatt med i variansanalysen, hadde høyest råproteinandel ved moderat N-gjødslingsnivå. Dette kan derimot tyde på at raigras har lavere råproteininnhold sammenligna med timotei og engsvingel. Det var svært lite kløver i separeringsprøvene, som indikerer at det økte råproteininnholdet ikke skyldes kløverinnhold, men skyldes andre forhold.

4.2 Feilkilder og begrensninger

En begrensning i dette forsøket er at det av praktiske årsaker ikke var gjentak av sorteringsprøver per slått. Ingen gjentak av leddene i forsøksfelt gjør at statistiske resultater er mindre sikre. Resultatene for tørrstoffandel for hver art er derfor basert på kun en separeringsprøve for hver høsterute for hver slått. Sorteringen kan ha blitt påvirket av sortererens utførelse og dens oppfatning av arter. Det samme gjelder uttaket av sorteringsprøvene. Dette ble gjort av flere personer. Under uttak av prøvene vil prøvene aldri kunne gjenspeile den faktiske botaniske sammensetningen eksakt, selv om dette er målet. Siden dette var et forsøk i ute felt, vil det også være en sjanse for arter som ikke er inkludert i frøblandingene å komme inn i forsøksleddene og ha innvirkning på både førkvalitet og tørrstoffavling, og samspillet ellers i enga, f.eks ugras. Et godt eksempel på dette er artsblanding E (Ti, Es, Rk), med høy nitrogengjødsling, uten flerårig raigras inkludert. I både første og siste slått på Særheim utgjorde flerårig raigras en vesentlig del av prøven (markert som ugras i figur 10 og 11). Behandlinger, både gjødslingsbehandlinger og tidligere dyrka arter i forsøksfelt kan henge igjen fra tidligere år. Uønskede arter kan også ha kommet inn gjennom frøblandingene.

5. Konklusjon

Flerårig raigras som ved innsåing utgjorde fra 14 til 25 % av frøblandingene, dominerte alle typer blandinger i alle slåtter og på alle tre lokaliteter i første engåret. Dominansen var ikke mindre i Tromsø enn på Stjørdal og i Klepp, selv om det normale vinterklimaet på det første stedet ofte gjør at raigras går ut. Timotei var arten som i størst grad konkurrerte mot flerårig raigras fram til førsteslått, men i gjenveksten utgjorde den en mindre del av avlinga. Fram mot tredjeslått konkurrerte rødkløveren best mot raigraset, særlig på Holt og Kvithamar, og ved lavt N-gjødslingsnivå. Andelen engkvein og engrapp ble svært liten i artsblandingene der flerårig raigras var sådd inn.

I første engår bidro flerårig raigras til større avlinger, delvis med høyere fordøyelighet på de tre stedene. Avlingseffekten av flerårig raigras var minst i artsblandingen med stort artsmangfold, og ved lav nitrogengjødsling.

Flerårig raigras har evne til å dominere bestander av andre engvekster i første engår på klimatisk svært ulike lokaliteter. Arten kan bidra positivt til avlingsstørrelse og kvalitet, men den observerte dominansen kan imidlertid utgjøre en risiko for avlingsreduksjoner i etterfølgende engår dersom det vintersvake raigraset går ut.

6. Litteratur

- Arnoldussen, A., H, Forbord, M., Grønlund, A., Hillestad, M. E., Mittenzwei, K. & Pettersen, I. (2014). Økt matproduksjon på norske arealressurser. *Agrianalyse*, 6.
- Bakken, A. K., Bonesmo, H., Ekker, A. S. & Langerud, A. (2005). Fenologisk utvikling hos grøvførvekstar vurdert etter numerisk skala. *Grønn Kunnskap*, 9 (3): 80-90.
- Bakken, A. K. (2007). Andel og kvalitet av timotei i blandingsenger under ulike hausteregime. *Bioforsk Fokus 2*, 7 (Fiks denne kilden): 6-10.
- Barnes, R. F. (2003). *Forages : the science of grassland agriculture. vol. I, b. Vol I*. Ames, Iowa: Blackwell Pub.
- Bélanger, G., Michaud, R., Jefferson, P. G., Tremblay, G. F. & Bréard, A. (2001). Improving the nutritive value of timothy through management and breeding. *Canadian Journal of Plant Science*, 81 (4): 577-585. doi: 10.4141/P00-143.
- Buxton, D. R. (1996). Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Animal Feed Science and Technology*, 59 (1-3): 37-49. doi: 10.1016/0377-8401(95)00885-3.
- Cardinale, B. J., Wright, J. P., Cadotte, M. W., Carroll, I. T., Hector, A., Srivastava, D. S., Loreau, M. & Weis, J. J. (2007). Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104 (46): 18123.
- Chen, L., Auh, C., Chen, F., Cheng, X. F., Aljoe, H., Dixon, R. A. & Wang, Z. Y. (2002). Lignin deposition and associated changes in anatomy, enzyme activity, gene expression, and ruminal degradability in stems of tall fescue at different developmental stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (20): 5558-5565. doi: 10.1021/jf020516x.
- Cullen, N. A. (1964). Species competition in establishing swards: Suppression effects of ryegrass on establishment and production of associated grasses and clovers. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 7 (4): 678-693. doi: 10.1080/00288233.1964.10416397.
- Elgersma, A., Schlepers, H. & Nassiri, M. (2000). Interactions between perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.) under contrasting nitrogen availability: productivity, seasonal patterns of species composition, N₂ fixation, N transfer and N recovery. *Plant and Soil*, 221 (2): 281-299. doi: 10.1023/a:1004797106981.
- Fystro, G. & Lunnan, T. (2006). Analysar av grovførkvalitet på NIRS. *Bioforsk Fokus*, 1 (3): 180-181.
- Harris, S. L., Thom, E. R. & Clark, D. A. (1996). Effect of high rates of nitrogen fertiliser on perennial ryegrass growth and morphology in grazed dairy pasture in northern New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 39 (1): 159-169. doi: 10.1080/00288233.1996.9513174.
- Harstad, O. M. & Vangen, O. (2015). Råprotein. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/r%C3%A5protein> (lest 10.05.18).
- Heide, O. M. (1994). Control of flowering and reproduction in temperate grasses. *New Phytologist*, 128 (2): 347-362. doi: 10.1111/j.1469-8137.1994.tb04019.x.
- Höglind, M., Bakken, A. K., Jørgensen, M. & L., Ø. (2010). Tolerance to frost and ice encasement in cultivars of timothy and perennial ryegrass during winter. *Grass and Forage Science*, 65 (4): 431-445. doi: doi:10.1111/j.1365-2494.2010.00762.x.
- Höglind, M., Bakken, A., Hovstad, K., Kallioniemi, E., Riley, H., Steinshamm, H. & Østrem, L. (2016). *The multiple roles of grassland in the European bioeconomy. Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation, Trondheim, Norway, 4-8 September 2016.* The multiple roles of grassland in the European bioeconomy. Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation, Trondheim, Norway, 4-8 September 2016.: NIBIO.

- Jung, H. G. & Allen, M. S. (1995). Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *Journal of Animal Science*, 73 (9): 2774-2790. doi: 10.2527/1995.7392774x.
- Kenneth, J. M. & Jung, H.-J. G. (2001). Lignin and Fiber Digestion. *Journal of Range Management*, 54 (4): 420-430. doi: 10.2307/4003113.
- Knutsen, H. (2017). Utsyn over norsk landbruk - Tilstand og utviklingstrekk 2017. *NIBIO BOK*, 3.
- Ledgard, S. F. & Steele, K. W. (1992). Biological nitrogen fixation in mixed legume/grass pastures. *Plant and Soil*, 141 (1): 137-153. doi: 10.1007/bf00011314.
- Makino, A. (2011). Photosynthesis, Grain Yield, and Nitrogen Utilization in Rice and Wheat. *Plant Physiology*, 155 (1): 125.
- McElroy, M. S., Papadopoulos, Y. A., Glover, K. E., Dong, Z., Fillmore, S. A. E. & Johnston, M. O. (2016). Interactions between cultivars of legume species (*Trifolium pratense* L., *Medicago sativa* L.) and grasses (*Phleum pratense* L., *Lolium perenne* L.) under different nitrogen levels. *Canadian Journal of Plant Science*, 97 (2): 214-225. doi: 10.1139/cjps-2016-0130.
- Minitab, I. (2017). *Minitab 18 Statistical Software [Computer software]*. State College, PA.
- Peeters, A., Vanbellingen, C. & Frame, J. (2004). *Wild and Sown Grasses: Profiles of a Temperate Species Selection, Ecology, Biodiversity and Use*: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Pronczuk, M. & Zagdanska, B. (1993). Effect of *Microdochium-nivale* and Low-temperature on winter survival of perennial ryegrass. *Journal of Phytopathology-Phytopathologische Zeitschrift*, 138 (1): 1-8. doi: 10.1111/j.1439-0434.1993.tb01355.x.
- Statistisk Sentralbyrå. (2018). Strukturen i jordbruket. I: *Statistisk Sentralbyrå*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/stjord/aar> (lest 10.05).
- Steinshamn, H., Nesheim, L. & Bakken, A. K. (2016). *Grassland production in Norway*.
- Thorsen, S. M. & Hoglind, M. (2010). Assessing winter survival of forage grasses in Norway under future climate scenarios by simulating potential frost tolerance in combination with simple agroclimatic indices. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150 (9): 1272-1282. doi: 10.1016/j.agrformet.2010.05.010.



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway