



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Effektar av traktorkøyning, gjødsling og frøblanding på avling, botanisk samansetjing, fôrqualität, nitrogenopptak og nitrogenfiksering i eng

Delrapport frå prosjektet: Proteinrike engbelgvekster under ulike dyrkings- og klimaforhold

NIBIO RAPPORT | VOL. 3 | NR. 81 | 2017



Tor Lunnan, Synnøve Rivedal, Ilevina Sturite
Divisjon for matproduksjon og samfunn/Fôr og husdyr

TITTEL/TITLE

Effektar av traktorkøyring, gjødsling og frøblanding på avling, botanisk samansetjing, fôr kvalitet, nitrogenopptak og nitrogenfiksering i eng

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Tor Lunnan, Synnøve Rivedal, Ievina Sturite

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
07.06.2017	3/81/2017	Open	4210136	17/01957
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17- 01873-5		2464-1162	27	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

NIBIO

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Tor Lunnan

STIKKORD/KEYWORDS:

Jordpakking, eng, avling, kvalitet, N-fiksering

Soil compaction, grassland, yield, quality, N fixation

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Fôr og husdyr, agronomi

Grassland and livestock, agronomy

SAMMENDRAG/SUMMARY:

The weight of tractors and farm machinery has increased in recent years. We have examined how tractor traffic affects physical properties of soil, grassland yields, botanical composition and forage quality of pure grass and mixtures of grass and clover stands at three locations in Norway; Tjøtta in Nordland county, Fureneset in Sogn and Fjordane and Løken in Oppland. Tractor traffic reduced yields (20 %) on silty soil at Løken, while there was a moderate decline (6 %) on silty sand at Fureneset, and no yield effect on sandy soil at Tjøtta. The tractor weight gave small yield effects, however, the results show that one should avoid traffic on silty soils under wet conditions whenever possible. Tractor traffic on silty soil changed the botanical composition at Løken. Red clover and dicot weeds decreased by traffic, while white clover and grass weeds (*Poa annua*, *Alopecurus geniculatus*) increased. Traffic on silty soil also reduced nitrogen uptake and biological N fixation. Use of clover in the seed mixture gave a large positive effect on yield and forage quality. Use of 60 kg N in mineral fertilizer after the first cut increased grass yields, but reduced the clover content and the biological N fixation. Nitrogen fertilizer and use of clover changed the grass composition in direction of more timothy and less meadow fescue. An increase from 15 % to 30 % clover in the seed mixture gave small effects on yields and botanical composition, but increased the biological N fixation by 5 kg N ha⁻¹ year⁻¹.



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

LAND/COUNTRY: Norge
STED/LOKALITET: Løken, Fureneset, Tjøtta

GODKJENT /APPROVED

Ragnar E. Øien

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Terina Sturte

NAVN/NAME



Føreord

Utviklinga mot stadig tyngre traktorar og hausteutstyr i eng er ein realitet i praktisk engdyrking. I 2010 vart det etablert forsøksfelt på tre NIBIO-stasjonar (Fureneset, Løken og Tjøtta) og tre felt i samarbeid med Norsk Landbruksrådgiving (NLR) i Buskerud, Sogn og Fjordane og Troms for å undersøke verknaden av køyring på jordpakking, engavling, varigheit av kløver og nitrogenfiksering. Dette arbeidet var ein del av prosjektet «Proteinrike engbelgvekster under ulike dyrkings- og klimaforhold» (prosjektnummer i NFR 199397/199; prosjektperiode 2010-2014) som var finansiert via Fondet for forskningsavgift på landbruksprodukter (FFL) og Forskningsmidler over Jordbruksavtalen (JA). I tillegg fekk prosjektet finansiell støtte frå FMLA i Nordland, Troms, Finnmark, Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane, Oppland, Buskerud og Hedmark og frå Felleskjøpet Agri og Strand Unikorn. Denne rapporten omfattar delar av arbeidspakke 1 i prosjektet og omhandlar resultat frå feltforsøka på NIBIO-stasjonane. Rapporten er utarbeidd av Tor Lunnan, som hadde ansvar for feltet på Løken. Synnøve Rivedal hadde ansvar for feltet på Fureneset og Ievina Sturite for feltet på Tjøtta. Ievina Sturite var prosjektleiar for dette prosjektet.

Med hjelp av tilleggsfinansiering frå AGROPRO-prosjektet vart forsøksperioden utvida med to år på Løken og Fureneset.

Løken, 07.06.17

Tor Lunnan

Innhold

1 Samandrag.....	6
2 Innleiing	7
3 Materiale og metode.....	8
4 Resultat.....	10
4.1 AVLING.....	10
4.1.1 Effektar av traktorkøyring.....	10
4.1.2 Effektar av frøblanding og gjødsling.....	10
4.2 Plantebestand.....	11
4.2.1 Kløver	12
4.2.2 Sådde grasartar	15
4.2.3 Ugras	16
4.3 Fôrqualität.....	17
4.3.1 Energiverdi, innhald av fiber (NDF, ufordøyeleg NDF).....	17
4.3.2 Protein, aske og vassløyseleg karbohydrat	18
4.4 Nitrogenopptak og nitrogenfiksering	19
4.4.1 Nitrogenopptak.....	19
4.4.2 Nitrogenfiksering.....	21
5 Diskusjon.....	23
5.1 Effektar av traktorkøyring	23
5.2 Effektar av gjødsling etter førsteslåttan	23
5.3 Effektar av frøblanding	24
6 Konklusjon	25
Litteratur	26

Samandrag

Vekta på traktorar og utstyr har auka mykje sidan eldre feltforsøk med jordpakking i eng vart utført i Noreg. Vi har undersøkt korleis køyring med dagens traktorar påverkar jordfysiske forhold, avling, plantesetnad og førkvalitet av rein graseng og kløverblanda eng i ein forsøksserie på tre einingar i NIBIO, på Tjøtta i Nordland, på Fureneset i Sunnfjord og på Løken i Valdres. Traktorkøyring gav stor avlingsnedgang (20 %) på siltjord i Valdres, medan nedgangen var meir moderat (6 %) på siltig sandjord på Fureneset og det var ingen avlingseffekt på sandjord med god luftveksling på Tjøtta. Det var små forskjellar mellom bruk av lett eller tung traktor, og resultatene viser at ein i størst mogleg grad bør unngå køyring under våte forhold på jord som er utsett for pakkingskade. Køyring på siltjord førte til endringar i den botaniske samansetnaden i enga ved at raudkløver og tofrøblada ugras gjekk tilbake og kvitkløver og grasugras gjekk fram. Køyring på siltjord reduserte også opptak og fiksering av nitrogen. Bruk av kløver i frøblandinga gav stor positiv effekt på avling, protein- og mineralinnhald og gav lågare fiberinnhald i fôret. Bruk av 6 kg N i mineralgjødning etter førsteslåt gav god avlingseffekt, men reduserte kløverinnhald og biologisk nitrogenfiksering. Sterkare nitrogengjødsling og bruk av kløver endra grasbestanden i enga i retning av meir timotei og mindre engsvingel. Auke i sâmengda av kløver frå 15 % til 30 % på vektbasis gav små utslag på avling og botanisk samansetjing, men auka N-fikseringa med 0,5 kg per dekar og år.



Bilete 1. Kløver i frøblandinga gav stor positiv effekt på avling, protein- og mineralinnhald. Foto: Synnøve Rivedal

1 Innleiing

Jordpakking kan redusere engavlingane gjennom redusert rotvekst og næringsopptak og redusert porevolum og mindre luftveksling i jorda. I tillegg kjem direkte fysisk skade på engplantane ved køyring. Den fysiske skaden blir mykje større når traktoren slurar, og i forsøk gav sluring større negativ effekt på avlinga enn tyngda på traktoren (Ullring og Lunnan 1993).

Verknad av køyring på grasavlingane på forskjellige jordtypar er godt belyst under norske forhold (Tveitnes og Njøs 1975, Myhr og Njøs 1983, Volden et al. 2002; Rivedal et al. 2016). Effektar av køyring på botanisk samansetjing i enga, førkvalitet og nitrogenfiksering hos kløver er mindre undersøkt. Celius (1991) fann at hundegras (*Dactylis glomerata*) var meir ømtålig for køyreskadar enn engsvingel (*Festuca pratensis*), timotei (*Phleum pratense*) og strandrøyr (*Phalaris arundinacea*) i forsøk i Trøndelag. I forsøk i Valdres var det tendensar til at hundegras og bladfaks (*Bromus inermis*) vart mindre påverka av køyring enn engsvingel og timotei (Ullring og Lunnan 1993). Myhr og Njøs (1983) fann mindre krypsoleie (*Ranunculus repens*) og engrapp (*Poa pratensis*) på pakka enn på upakka ledd i forsøk på Fureneset og Vågønes. I forsøk i Tromsø vart derimot sådd gras redusert av pakking, og innhaldet av tunrapp (*Poa annua*), knereverumpe (*Alopecurus geniculatus*) og krypsoleie auka (Haraldsen et al. 1995). Dette skuldast større overvintringsskade på pakka enn på upakka ledd. Hansen (1996) fekk reduksjon av raudkløver (*Trifolium pratense*), og auke i kvitkløver (*Trifolium repens*) og alsikekløver etter pakking. Ugrasfloraen endra seg også, slik at det vart meir grasugras og mindre tofrøblada ugras etter pakking.

Vekta på traktorar og utstyr har auka mykje sidan ein del av dei tidlegare feltforsøka i Norge vart utført. Målet med denne undersøkinga var å undersøke korleis køyring med dagens traktorar påverkar jordfysiske forhold, avling, plantesetnad og førkvalitet av rein graseng og kløverblanda eng. Det er køyrt ein forsøksserie på tre einingar i NIBIO, der traktorkøyring, gjødslingsnivå og frøblandingar med og utan kløver går inn. Resultat for jordfysiske målingar er viste i ein annan rapport (Rivedal et al. 2016). Denne rapporten har fokus på avling, botanisk samansetjing, førkvalitet og biologisk nitrogenfiksering hos kløver.



Bilete 2. Vekta på traktor og utstyr har auka mykje dei siste åra. Foto: Synnøve Rivedal.

2 Materiale og metode

Forsøksfelt med jordpakking vart lagt ut ved tre NIBIO-stasjonar, Fureneset i Sunnfjord (61°22'N, 5°24'Ø; 10 m o.h.), Tjøtta på Helgeland (65°49'N, 12°25'Ø; 10 m o.h.) og Løken i Valdres (61°14'N, 09°07'Ø; 495 m o.h.), våren 2010. På Tjøtta vart feltet lagt ut på mellomsand, på Fureneset var jordarten siltig mellomsand og på Løken silt. Detaljerte opplysningar om vêrforhold, jord og jordfysiske forhold er gitt hos Rivedal et al. (2016). Feltet på Tjøtta vart avslutta våren 2014, medan felta på Løken og Fureneset gjekk vidare ut vekstsesongen 2015.

Forsøksplanen var faktoriell (split-plot) med tre gjentak med følgjande faktorar randomiserte:

A. Jordpakking

- A1: Inga køyring
- A2: Lett traktor (3-4 tonn), dobbel spordekking
- A3: Tung traktor (6-7 tonn), dobbel spordekking

B. Gjødsling

- B1: Husdyrgjødsling, ca. 11 kg total-N/daa om våren
- B2: Husdyrgjødsling, ca. 11 kg total-N/daa om våren + 6 kg N i mineralgjødsling etter 1. slått

C. Frøblandingar

- C1: Gras (60 % timotei, 30 % engsvingel og 10 % engrapp)
- C2: Gras + 10 % raudkløver + 5 % kvitkløver
- C3: Gras + 20 % raudkløver + 10 % kvitkløver

På Tjøtta og Fureneset var gjødsling på storruter, pakking på medium store ruter og frøblandingar på småruter. På Løken var det pakking på store ruter og gjødsling og frøblandingar på småruter. Pakking vart utført etter kvar slått ved køyring fram og tilbake hjul i hjul på tvers av rutene (doppel spordekking). Detaljerte opplysningar om traktorar og lufttrykk er gitt hos Rivedal et al. (2016).

Husdyrgjødsling var tilført som gylle – om lag halvblending av blautgjødsling storfe og vatn – i lik mengd til alle ruter om våren. Ein streva etter å tilføre 11 kg total-N per dekar, men analysar av husdyrgjødsla viste at mengdene varierte i praksis frå 7 til knapt 13 kg N/daa (Rivedal et al. 2016). Tilleggsgjødsling med 6 kg N etter førsteslåtten vart tilført som NPK-gjødsling.

I fjerde og femte engår på Fureneset vart gjødslinga på B2 auka på C1 og C2, medan ein på C3 heldt fram med same gjødslinga som i åra før. Den auka gjødslinga var i tillegg til gylle 6 kg N om våren, 9 kg N etter første slått og 5 kg N etter andre slått. N vart tilført som fullgjødsling N-P-K (22-2-12). Det vart også teke tre haustingar her fjerde- og femte engåret og ein brukte eit høgare lufttrykk i dekk på den tunge traktoren (Rivedal et al. 2016).

Sortsval i frøblandingane vart tilpassa til forsøksstadene. 'Grindstad' timotei og 'Fure' engsvingel vart brukte på Fureneset, medan ei halvblending av 'Grindstad' og 'Noreng' timotei og av 'Fure' og 'Norild' engsvingel vart nytta på Tjøtta og Løken. 'Knut' engrapp og 'Lea' raudkløver vart brukt alle stader, medan 'Sonja' kvitkløver vart brukt på Fureneset og 'Snowy' kvitkløver på Tjøtta og Løken. Det vart brukt 3 kg såfrø per dekar alle stader. Havre vart brukt som dekkvekst på Fureneset og Tjøtta, medan feltet på Løken vart sådd utan dekkvekst.

Felta er hausta med avlingsregistrering to gonger per sesong. Ved hausting er det teke ut prøver til bestemming av tørrstoff ved tørking i to døgn ved 60°C. Tørkeprøvene er vidare brukte til kvalitetsanalyse. Før kvar hausting er det utført skjønsmessig botanisk analyse. I tillegg vart det teke ut

prøver til botanisk analyse ved sortering ved førsteslått både første- og tredje engåret. På Fureneset vart i tillegg andreslått sortert femte engåret. Prøvene vart sorterte artsvis for sådde artar, andre gras og tofrøblada ugras og vege etter tørking. Sorteringa vart i hovudsak gjort på frosne prøver utover vinteren.

Bestanden av raudkløver er følgd gjennom forsøksperioden ved at plantetalet av raudkløver vart talt to gonger i sesongen i 5 sårader à 1 m på ruter med kløver.

Kvalitetsanalyse er utført på tørka prøver ved hjelp av NIRS-analyse ved NIBIO Løken (Fystro og Lunnan 2006). Her er det eit breitt kalibreringsgrunnlag med ulik botanisk samansetjing av gras og kløver.

Nitrogenopptak er rekna ut som eit produkt av avling og N-innhald (råprotein/6,25). Biologisk nitrogenfiksering er estimert med differansemetoden. Fiksert mengd blir da rekna ut som differansen i nitrogenopptak mellom ruter med og utan kløver. Dette er eit grovt estimat som føreset at grasruter og kløverblanda ruter har likt opptak av nitrogen frå jord og gjødsel. Vidare er estimatet for lågt på grunn av at mykje fiksert nitrogen blir bunde i stubb og røter, og noko også i jorda. I ein dansk modell (Høgh-Jensen et al. 1998) blir det rekna med at den totale fikseringa er rundt 50 % høgare enn det ein finn att i hausta avling.

Statistisk analyse er utført ved hjelp av variansanalyse med GLM i MINITAB, versjon 16. Ved feltvis analyse er gjentak brukt som tilfeldig variabel og forsøket analysert som split-plot. Ved analyse over felt er felt og gjentak innan felt rekna som tilfeldige variablar og dei faste effektane er testa mot sine samspel med felt. For pakkingseffekten på Løken-feltet er avlinga i førsteslått første engåret i tillegg brukt som kovariat, da dette reduserte forsøksfeilen og gav sikrere resultat. På dei andre felta gav ikkje kovariat mindre feil, og er derfor ikkje brukt.

Utslag for køyring er i nokre tilfelle presenterte som to kontrastar, der kvadratsummen for køyring er delt i lett versus tung traktor og i køyring versus utan køyring for å lette tolkinga av forsøket. Deling er i nokre tilfelle også gjort for frøblanding, med gras versus kløver og i 15 % versus 30 % kløver.

Resultata er presenterte med middeltal, standardavvik (SE) for middeltala og p-verdiar. P-verdiar under 0,15 er viste i tabellane, høgare verdiar er merka i.s. (ikkje signifikant).



Bilete 3. Lett og tung traktor brukt til pakking på Tjøtta. Foto: levina Sturite.

3 Resultat

3.1 AVLING

3.1.1 Effektar av traktorkøyning

Utslaga av traktorkøyning varierte mellom stader, og gjennomsnittstal for kvar stad er presenterte i Tabell 3.1. Det var stort negativt avlingsutslag for køyning på Løken (20 % nedgang), litt på Fureneset (6 %) og ingen utslag på Tjøtta (0 %). Det var ikkje statistisk sikre forskjellar mellom lett og tung traktor, men på Fureneset var det klar tendens til størst avlingsnedgang ved bruk av tung traktor. Fjerde- og femte engåret vart det også teke ein tredjeslått på Fureneset. Her var det sikker avlingsnedgang for køyning og også sikkert større avlingsnedgang for bruk av tung versus lett traktor. Gjennomsnittleg avling i tredjeslått var 176 kg tørrstoff/daa utan køyning, 145 kg ved bruk av lett traktor og 105 kg ved bruk av tung traktor.

Tabell 3.1. Avlingsutslag (kg ts/daa) for traktorkøyning på forsøksstadene. Middel av to år for førsteslått og sumavling og for tre år i andreslått på Tjøtta, og for fire år i førsteslått og fem år i andreslått på Fureneset og Løken. Middel av ulike frøblandingar og gjødslingar

	Fureneset			Tjøtta			Løken		
	1. sl	2. sl	Sum	1. sl	2. sl	Sum	1. sl	2. sl	Sum
Utan køyning	595	297	979	435	331	741	369	267	649
Lett traktor	600	280	953	445	323	744	294	195	503
Tung traktor	585	259	898	438	314	730	310	209	530
SE	15,3	5,9	19,8	8,6	5,7	10,7	6,2	7,7	9,1
p lett vs tung	i.s.	0,07	0,12	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.
p køyning	i.s.	0,02	0,09	i.s.	i.s.	i.s.	<0,001	0,002	<0,001

Det var ikkje samspel mellom frøblanding og køyning, det vil seie at meiravlinga for bruk av kløver i frøblandinga var uavhengig av køyning.

På Løken var det samspel mellom køyning og gjødsling ($p=0,04$). Avlingsutslaget for tilleggsgjødsling var her litt mindre med enn utan køyning (Tabell 3.2).

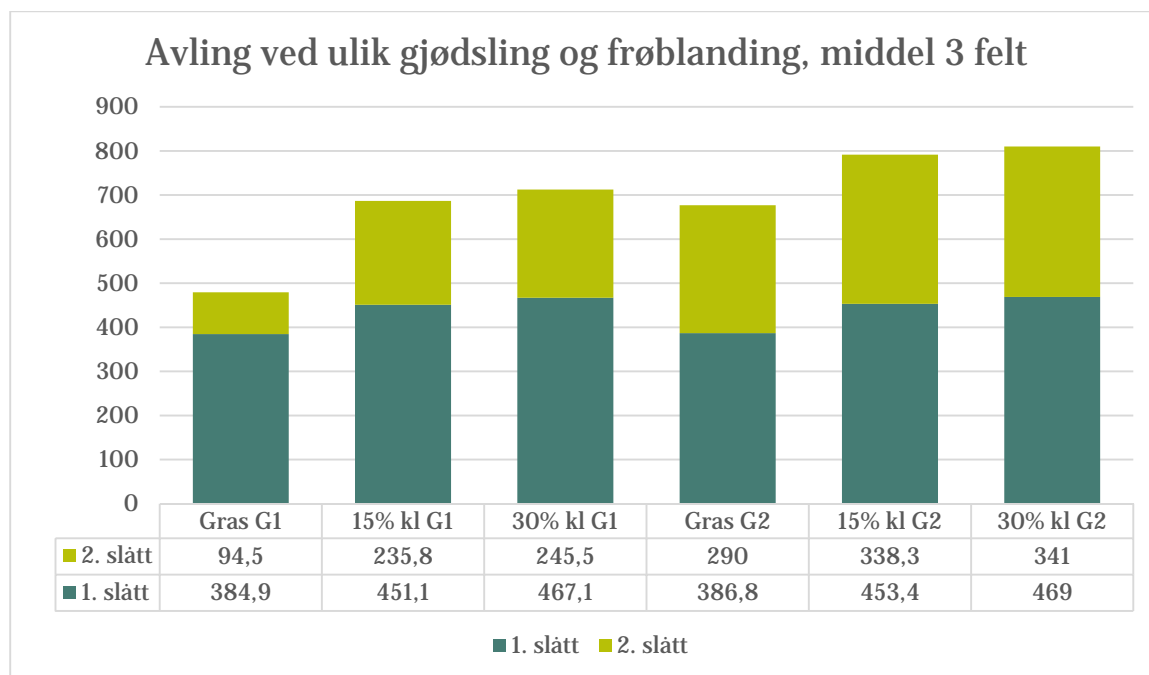
Tabell 3.2. Meiravling (kg ts/daa) ved bruk av 6 kg N i tillegg til husdyrgjødsel ved ulike pakkingar for feltet på Løken

	Husdyrgjødsel	Meiravling for 6 kg N
Utan køyning	568	+ 157
Lett traktor	420	+ 132
Tung traktor	482	+ 136

3.1.2 Effektar av frøblanding og gjødsling

Avlingsutslaget for gjødsling var høgare for reint gras enn for kløverblandingar (Figur 3.1). I middel for felte var meiravlinga for gjødsling med 6 kg N etter førsteslått 197 kg tørrstoff/daa for reint gras og 101 kg tørrstoff/daa for kløverblandingar (samspel $p=0,009$). Størsteparten av avlingsutslaget for gjødsling kom i andreslått, men det var også ein liten positiv ettereffekt av gjødsling på avlinga i førsteslått året etter. Bruk av kløver i frøblandinga hadde i middel litt større avlingseffekt enn gjødsling med 6 kg N til gras.

Såmengda av kløver hadde mindre å seie. I middel gav bruk av 30 % kløver i såfrøet 22 kg tørrstoff per dekar og år meir enn bruk av 15 % kløver. Meiravlinga var ikkje statistisk signifikant på grunn av ulikt utslag dei tre stadene. Størst meiravling hadde feltet på Fureneset med 48 kg tørrstoff per dekar og år ($p=0,02$), feltet på Løken hadde ei meiravling på 18 kg ($p=0,15$) medan feltet på Tjøtta ikkje hadde utslag i det heile (0 kg, i.s.).



Figur 3.1. Avling (kg tørrstoff/daa) ved ulik frøblanding og gjødsling, middel av tre felt, tre engår og tre køyringsledd.

3.2 Plantebestand

Plantebestanden var sterkt prega av dei sådde artane på alle forsøksstadene (Tabell 3.3). Fureneset hadde sterkare dominans av timotei frå starten enn Løken og Tjøtta. Frå første til tredje året gjekk engsvingel mykje fram alle stader, og timotei gjekk tilbake, sterkast på Tjøtta. Ved sortering på Fureneset i andreslått femte engåret var det derimot meir timotei i forhold til engsvingel. Det var lite engrapp første året, og engrapp er her teke med under andre gras. Engrapp kom litt inn tredje året, spesielt på Løken, der engrapp fortsette å auke fjerde- og femte året, da nokre ruter vart noterte til over 40 % engrapp i andreslått. Raudkløver etablerte seg bra alle stader. Raudkløver heldt bestanden godt oppe også tredje året på Tjøtta og Løken, men gjekk tilbake på Fureneset. Løken hadde meir kvitkløver enn dei andre felte, men også Fureneset fekk mykje kvitkløver i andreslått femte engåret. Tofrøblada ugras auka frå første- til tredje engåret, mest på Tjøtta, og det var også sterk auke frå tredje til femte engåret på Fureneset.

Tabell 3.3. Oversyn over plantebestanden (% av tørrstoff) i forsøka på Fureneset, Løken og Tjøtta. Middell av alle ruter ved sortering av prøver i førsteslått første- og tredje engår, samt ved sortering i andreslått femte engår på Fureneset

	Fureneset			Tjøtta		Løken	
	År 1	År 3	År 5	År 1	År 3	År 1	År 3
Timotei	70,2	59,4	51,8	46,2	18,8	42,8	33,5
Engsvingel	5,6	31,0	15,3	31,7	59,6	26,9	29,4
Engrapp	-	0,3	-	-	0,7	-	7,0
Andre gras	3,1	0,1	0,7	3,4	0,2	0,6	1,1
Raudkløver	20,0	6,3	6,7	13,5	11,1	16,0	14,3
Kvitkløver	0,9	1,0	17,1	1,5	1,1	10,7	10,1
Tofrøbl. ugras	0,2	1,9	8,4	3,6	8,5	3,0	4,7

Av andre gras var det på Løken-feltet litt tunrapp (*Poa annua*) på dei fleste rutene, og på nokre ruter var det sølvbunke (*Deschampsia cespitosa*), siv (*Juncus spp.*), knereverumpe (*Alopecurus geniculatus*) eller engkvein (*Agrostis capillaris*). På Tjøtta var det noko kveke (*Elymus repens*) og ein del tunrapp og engkvein. På Fureneset var det mest av tunrapp og markrapp (*Poa trivialis*).

Av tofrøblada ugras var det på Løken mest av krypsoleie (*Ranunculus repens*), løvetann (*Taraxacum officinale*) og marikåpe (*Alchemilla spp.*). I tillegg var det innslag av snauveronika (*Veronica serpyllifolia*), engsyre (*Rumex acetosa*), ryllik (*Achillea millefolium*), vier (*Salix spp.*) og linbendel (*Spergula arvensis*). På Tjøtta var det innslag av løvetann, ryllik og høymole (*Rumex longifolius*), medan det på Fureneset var mest av høymole og krypsoleie.

3.2.1 Kløver

3.2.1.1 Effektar av traktorkøyning

Traktorkøyning hadde ingen statistisk signifikante effektar på det totale kløverinnhaldet på nokon av felta ved analyse i førsteslått tredje engåret. På Løken reduserte pakking avlinga, men reduksjonen var om lag lik for gras- og kløveravling. Sortering av avlinga i førsteslått tredje engåret viste at sjølv om totalt kløverinnhald ikkje var påverka, var samansetjinga av kløveren endra (Tabell 3.4). På Løken dominerte raudkløver på ruter utan køyning med tre til fire gonger meir raudkløver enn kvitkløver, medan det var om lag like mykje av raud- og kvitkløver på ledd med køyning. Planteteljingar på Løken viser også at køyning sette bestanden av raudkløver tilbake. Hausten tredje engåret var det i middel 25 plantar/m² på ruter utan køyning og 18 plantar/m² på ruter med køyning. Sorteringsprøvene frå Tjøtta viste ikkje statistisk signifikante forskjellar for kløver. På Fureneset påverka ikkje køyninga raudkløver, medan det var mest kvitkløver på ledd med køyning. Sortering av andreslått femte engåret på Fureneset viste store utslag med meir kvitkløver og mindre raudkløver etter køyning. Her var også det totale kløverinnhaldet høgare etter køyning (p=0,03) på grunn av den store auken av kvitkløver.

Tabell 3.4. Verknad av køyring på innhald av raud- og kvitkløver (% av tørrstoff) i førsteslåtten tredje engåret ved sortering på Fureneset, Tjøtta og Løken og i andreslåtten femte engår på Fureneset. Sorterte prøver, middel av ulik gjødsling og av ruter med 15 eller 30 % kløver i såfrøet

	Fureneset år 3		Fureneset år 5		Tjøtta		Løken	
	raudkl	kvitkl	raudkl	kvitkl	raudkl	kvitkl	raudkl	kvitkl
Upakka	8,7	0,9	13,3	15,1	18,5	0,5	29,0	8,6
Lett traktor	11,1	1,5	9,4	28,3	15,1	0,9	15,2	19,7
Tung traktor	8,6	2,1	7,3	29,9	14,6	0,9	20,1	16,8
SE	1,9	0,2	0,5	2,1	3,5	0,5	3,3	1,5
p lett vs tung	i.s.	0,11	0,04	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.
p køyring	i.s.	0,03	0,001	0,006	i.s.	i.s.	0,05	0,006



Bilete 4. Køyring gav mindre raudkløver og meir kvitkløver. Foto: Synnøve Rivedal

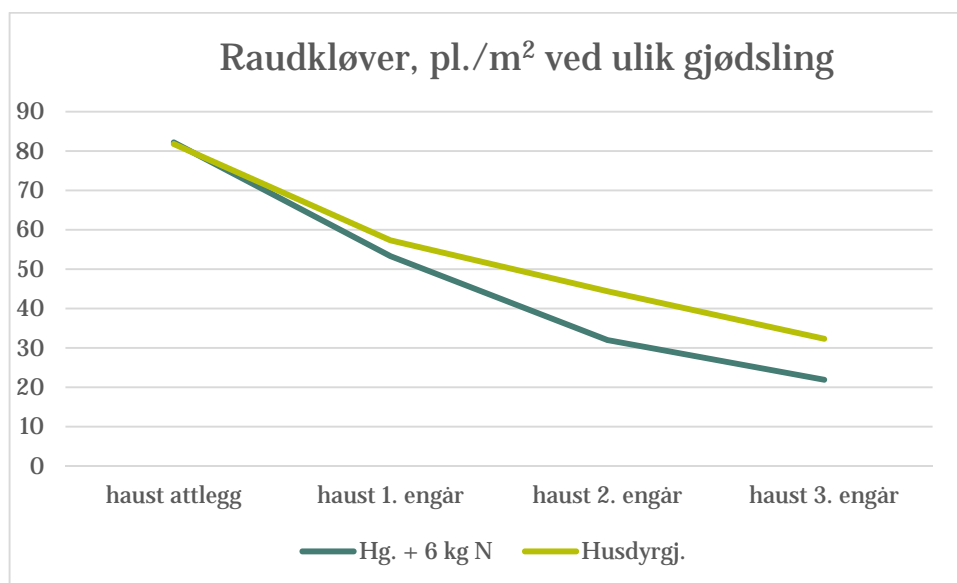
3.2.1.2 Effektar av gjødsling og frøblanding

Den sterkaste gjødslinga reduserte kløverinnhaldet på alle felta (Tabell 3.5). Ved sortering av prøver tredje engåret var kløverinnhaldet 27 % på tørrstoffbasis med berre husdyrgjødsel og 16 % med tilleggsgjødsling med 6 kg N/daa etter førsteslåtten. Det var nedgang både for raud- og kvitkløver.

Tabell 3.5. Kløver (% av tørrstoff). Sorterte prøver i førsteslåttd tredje engår, effektar av ulik gjødsling. Middel av tre felt

	Raudkløver	Kvitkløver	Sum kløver
Husdyrgjødsel	20,2	7,0	27,2
Husdyrgj. + 6 kg N	11,1	4,5	15,7
SE	1,3	1,1	2,1
p-verdi	0,04	i.s.	0,06

Den sterkaste gjødslinga reduserte også plantetalet for raudkløver (Figur 3.2). Nedgangen var statistisk sikker ($p < 0,05$) frå og med hausten første engåret. Nedgangen i kløverinnhald med sterkare gjødsling i sorteringsprøvene var sterkare enn det nedgangen i plantetalet tilseier. Mindre kløver ved sterkare gjødsling var derfor eit resultat både av lågare plantetal og lågare avling per plante.



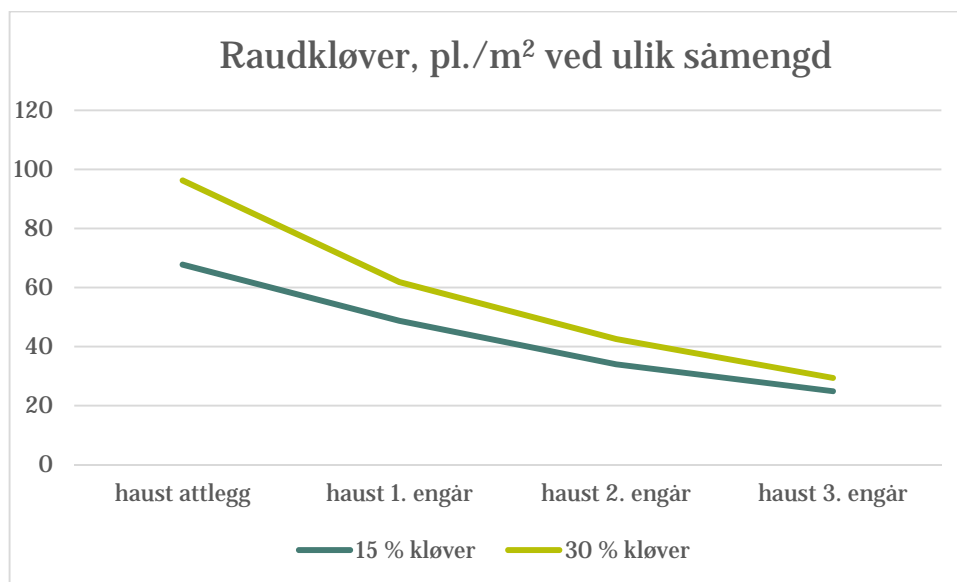
Figur 3.2. Plantetal av raudkløver ved ulik gjødsling om hausten. Middell av tre felt, tre nivå av køyring og to sâmengder.

Høg sâmengd av kløver verka positivt inn på innhaldet av raudkløver i starten av forsøket, men effekten minka med tida (Tabell 3.6). Sorteringsprøver første engåret gav i middell 6,0 prosent-einingar høgare innhald av raudkløver ved bruk av 30 % kløver i sâfrøet enn ved bruk av 15 %. Effekten var ulik for forsøksstadene, og utslaget er ikkje statistisk sikkert for alle felta sett under eitt ($p=0,17$). På Fureneset var det ikkje sikker skilnad mellom sâmengdene, medan Tjøtta hadde ein auke på 7,1 %-einingar ($p=0,005$) ved bruk av 30 % kløver og Løken ein auke på 10,3 %-einingar ($p=0,002$). Tredje engåret var det ikkje statistisk sikre utslag på kløverinnhaldet på Fureneset og Tjøtta, men på Løken var det 5,5 %-einingar høgare innhald av raudkløver ved bruk av 30 % kløver i sâfrøet ($p=0,01$). På Løken var det også ein tendens til meir kvitkløver der det var sâdd minst kløver ($p=0,10$). Innhaldet av kvitkløver var elles ikkje påverka av sâmengda.

Tabell 3.6. Kløver (% av tørrstoff) ved ulik sâmengd i sorterte prøver i førsteslått første- og tredje engår. Middell av tre felt, tre nivå av køyring og to gjødslingar

	Raudkløver		Kvitkløver	
	1. engår	3. engår	1. engår	3. engår
15 % kløver	21,7	14,6	6,0	6,2
30 % kløver	27,7	16,7	6,7	5,3
SE	2,0	1,2	0,7	0,5
p-verdi	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.

Planteteljingar av raudkløver viste også at forskjellen mellom bruk av 15 % og 30% kløver i såfrøet minka med aukande engalder (Figur 3.3). Likevel var det statistisk sikker forskjell også tredje engåret ($p=0,04$), slik at det ikkje jamna seg heilt ut.



Figur 3.3. Plantetal per m² av raudkløver ved 15 % og 30 % kløver i såfrøet. Gjennomsnitt av tre forsøksstader, tre nivå av køyring og to gjødslingar.

3.2.2 Sådde grasartar

3.2.2.1 Effektar av traktorkøyring

Traktorkøyring hadde små effektar på grasbestanden, men sorteringsprøvene tredje engåret viste i middel at køyring førte til auke i engsvingel og tendens til nedgang i timotei (Tabell 3.7). Utslaget var sikrast på Fureneset. Det var ingen forskjellar mellom køyring med lett eller tung traktor.

Tabell 3.7. Innhald av timotei, engsvingel og engrapp i sorteringsprøver av førsteslått tredje engår. Middel av tre felt og ulike gjødslingar og frøblandingar

	Timotei	Engsvingel	Engrapp
Upakka	40,5	35,2	2,6
Lett traktor	35,5	42,1	2,8
Tung traktor	35,7	42,6	2,6
SE	2,5	1,9	0,1
p lett vs tung	i.s.	i.s.	i.s.
p køyring	i.s.	0,04	i.s.

3.2.2.2 Effektar av gjødsling og frøblanding

Både gjødsling og frøblanding verka inn på forholdet mellom timotei og engsvingel i enga (Tabell 3.8). Tilleggsgjødsling med 6 kg N førte til auka timoteiinnhald, medan innhaldet av engsvingel og engrapp ikkje vart påverka. Tilsetjing av kløver i frøblandinga reduserte innhaldet av gras. Dette gjekk i særleg grad ut over engsvingel, medan timoteiinnhaldet heldt seg oppe. Forholdet mellom timotei og engsvingel var derfor sterkt påverka av kløver i frøblandinga, og gjekk opp med stigande kløverandel. Det

var lite engrapp dei tre første engåra, og denne arten vart ikkje påverka av gjødsling og frøblanding med unnatak for feltet på Løken der gjødsling auka engrappinnhaldet.

Tabell 3.8. Effekt av gjødsling og frøblanding på innhaldet av timotei, engsvingel og engrapp (% av tørrstoff) i sorterte prøver i førsteslått tredje engår. Middell av tre felt

	Timotei	Engsvingel	Engrapp
Husdyrgjødsel	31,8	41,8	2,1
Husdyrgj. + 6 kg N	42,6	38,2	3,2
SE	0,8	1,5	0,6
p gjødsling	0,01	i.s.	i.s.
Gras	35,3	52,8	3,2
Gras + 15 % kløver	37,7	34,5	2,6
Gras + 30 % kløver	38,7	32,7	2,2
SE	2,3	1,7	0,4
p frøblanding	i.s.	0,002	i.s.

3.2.3 Ugras

3.2.3.1 Effektar av traktorkøyning

Køyning med traktor gav ingen effektar på ugrasinnhaldet på Fureneset og Tjøtta dei tre første åra. På Løken førte køyning til meir grasugras, sjølv om ugrasmengda var lita (Tabell 3.9). Utslaget var størst ved svak gjødsling (samspel pakking x gjødsling $p=0,04$). Det var ingen forskjellar mellom lett og tung traktor.

Tabell 3.9. Innhald av grasugras (% av tørrstoff) på feltet på Løken ved sortering i førsteslått tredje engår

	Grasugras		hg + 6 kg N
	middel	husdyrgj	
Utan traktorkøyning	0,1	0,1	0,2
Med traktorkøyning	1,5	2,2	0,8
p-verdi køyning	0,01		

Frøblanding og gjødsling gav ingen statistisk sikre utslag på tofrøblada ugras på Fureneset og Tjøtta dei tre første åra. På Løken var det mest tofrøblada ugras på grasruter utan sådd kløver, og mest på upakka jord (samspel køyning x frøblanding $p=0,004$) (Tabell 3.10).

Tabell 3.10. Innhald av tofrøblada ugras (% av tørrstoff) i ulike frøblandingar på feltet på Løken ved sortering i førsteslått tredje engår

	Gras	15 % kløver	30% kløver
Utan traktorkøyning	13,8	3,7	2,4
Med traktorkøyning	5,4	2,7	3,0

På Fureneset auka innhaldet av tofrøblada ugras mykje med aukande engalder, og femte engåret var det klart høgast innhald på ruter utan traktorkøyring (Tabell 3.11).

Tabell 3.11. Innhald av tofrøblada ugras (% av tørrstoff) i ulike frøblandingar på feltet på Fureneset ved sortering i førsteslått tredje engår og i andreslått femte engår

	3. engår	5. engår
Utan traktorkøyring	2,7	15
Køyring med lett traktor	1,1	8
Køyring med tung traktor	1,8	5



Bilete 5. Ugrasinnehaldet auka med engalder, og auken var størst på ruter utan køyring. Foto: Synnøve Rivedal

3.3 Fôrkvalitet

3.3.1 Energiverdi, innhald av fiber (NDF, ufordøyeleg NDF)

Traktorkøyring gav små utslag på energiverdi og fiberinnhald, men i andreslått var det lågare innhald av NDF og høgare energiverdi på ruter med køyring (Tabell 3.12). Utslaget var størst på Løken-feltet, som også hadde størst avlingsutslag av pakking. Det var ikkje forskjellar mellom køyring med lett eller tung traktor.

Tabell 3.12. Energiverdi, FEm per kg tørrstoff, og innhald av NDF (% av tørrstoff) og ufordøyeleg NDF (% av tørrstoff). Middel over felt og år. Hovudeffektar av traktorkøyring, gjødsling og frøblanding

	Energi, FEm/kg ts		Uford. NDF		NDF	
	1. sl	2. sl	1. sl	2. sl	1. sl	2. sl
Utan traktorkøyring	0,830	0,854	9,2	7,2	58,5	53,9
Med traktorkøyring	0,836	0,867	9,0	6,8	58,1	52,7
SE	0,005	0,003	0,15	0,13	0,4	0,1
p-verdi	i.s.	0,01	i.s.	0,08	i.s.	<0,001
Husdyrgjødsel	0,834	0,874	8,6	6,2	56,8	50,5
Husdyrgj. + 6 kg N	0,833	0,849	8,8	7,0	58,8	55,7
SE	0,001	0,011	0,14	0,47	0,3	1,1
p-verdi	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	0,04	0,08
Gras	0,845	0,891	8,4	5,6	59,1	53,7
Gras + kløver	0,828	0,848	8,8	7,1	57,2	52,8
SE	0,003	0,010	0,14	0,35	0,2	0,5
p-verdi	0,03	0,06	0,02	0,05	0,002	i.s.

Gjødsling gav små utslag på energi og fiber i førsteslåtten. Dette er ikkje uventa, da vårgjødslinga var lik. I andreslåtten gav den sterkaste gjødslinga auka fiberinnhald og nedsett energiverdi. Mindre fiber kan i stor grad kan tilskrivas mindre kløver ved den sterkaste gjødslinga, men effektar av gjødsling på grasnet kan også ha verka inn.

Blandingar med kløver gav lågare energiverdi enn reint gras i begge slåttar (Tabell 3.12). Gras i reinbestand gav lågare avling enn kløverblandingane, og avlinga var i stor grad avgrensa av mangel på nitrogen. Dette gav svakare planteutvikling og høgare energiverdi i grasnet. Kløveren hadde kraftigare vekst, som saman med betre nitrogenforsyning til grasnet gav større avlingar, men lågare energiverdi og meir ufordøyeleg fiber. Det totale fiberinnhaldet (NDF) gjekk derimot noko ned i kløverblandingane. Det var ikkje forskjellar mellom bruk av 15 og 30 prosent kløver i såfrøet.

3.3.2 Protein, aske og vassløseleg karbohydrat

Traktorkøyring verka lite inn på innhaldet av protein, aske og vassløseleg karbohydrat i føret (Tabell 3.13). Det var tendensar til høgare innhald av vassløseleg karbohydrat med køyring, spesielt i andreslåtten. Det var ingen forskjellar mellom tung og lett traktor.

Gjødsling etter førsteslåtten gav lågare proteininnhald både i andreslåtten og i førsteslåtten året etter (Tabell 3.13). Dette kan forklarast med nedgangen i kløverinnhald med sterkare gjødsling. Nedgang i askeinnehald kan også forklarast med kløveren. For vassløseleg karbohydrat var det ikkje statistisk sikre utslag for gjødsling.

Bruk av kløver i frøblandinga gav store effektar (Tabell 3.13) gjennom auka proteininnhald, auka askeinnehald og lågare innhald av vassløseleg karbohydrat. Det var ikkje statistisk sikre forskjellar mellom bruk av 15 og 30 % kløver i såfrøet.

Tabell 3.13. Råprotein, aske og vassløseleg karbohydrat, alt som prosent av tørrstoff. Middel over felt og år. Hovudeffektar av traktorkøyning, gjødsling og frøblanding

	Råprotein		Aske		Vassl. karbohydrat	
	1. sl	2. sl	1. sl	2. sl	1. sl	2. sl
Utan traktorkøyning	11,3	12,8	5,4	6,4	17,0	17,1
Med traktorkøyning	11,2	13,0	5,4	6,4	17,7	17,8
SE	0,11	0,09	0,04	0,07	0,3	0,2
p-verdi	i.s.	0,15	i.s.	i.s.	i.s.	0,07
Husdyrgjødsel	12,0	13,7	5,8	6,7	16,9	17,5
Husdyrgj. + 6 kg N	11,1	12,6	5,2	6,3	17,8	17,3
SE	0,22	0,11	0,10	0,08	0,2	0,6
p-verdi	0,11	0,02	0,06	0,07	0,11	i.s.
Gras	9,9	11,5	4,8	5,9	20,5	20,6
Gras + 15 % kløver	12,3	14,0	5,8	6,9	16,0	15,8
Gras + 30 % kløver	12,5	13,8	5,9	6,8	15,5	15,8
SE	0,25	0,23	0,13	0,20	0,3	0,8
p-verdi gras vs kløver	0,002	<0,001	0,003	0,02	<0,001	0,008

3.4 Nitrogenopptak og nitrogenfiksering

3.4.1 Nitrogenopptak

3.4.1.1 Effekt av traktorkøyning

Traktorkøyning reduserte nitrogenopptak i avlinga på Løken og i andreslått på Fureneset, medan det var små effektar på Tjøtta (Tabell 3.14). For sumavlinga var nedgangen ved køyning 18 % på Løken, 8 % på Fureneset og 0 % på Tjøtta. Det var ikkje forskjellar mellom lett og tung traktor på Løken og Tjøtta, medan det var lågast N-opptak ved bruk av tung traktor på Fureneset.

Tabell 3.14. N-opptak (kg/daa) ved ulik traktorkøyning. Middel av gjødslingar og frøblandingar, og av fire år for førsteslått og fem år for andreslått for Fureneset og Løken, og av to år for førsteslått og tre år for andreslått på Tjøtta

	Fureneset		Tjøtta		Løken	
	1. slått	2. slått	1. slått	2. slått	1. slått	2. slått
Utan køyning	8,1	5,7	9,8	7,4	6,8	5,4
Lett traktor	8,2	5,4	10,0	7,7	5,4	3,9
Tung traktor	7,6	5,0	9,5	7,1	6,1	4,5
SE	0,14	0,03	0,20	0,15	0,44	0,44
p lett vs tung	0,04	0,02	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.
p køyning	i.s.	<0,001	i.s.	i.s.	0,10	0,09

På Løken var det tendens til samspel mellom køyring og gjødsling slik at det negative utslaget for køyring på nitrogenopptak var størst ved den sterkaste gjødslinga ($p=0,09$) (Tabell 3.15).

Tabell 3.15. N-opptak (kg/daa) ved ulik gjødsling med og utan køyring på Løken

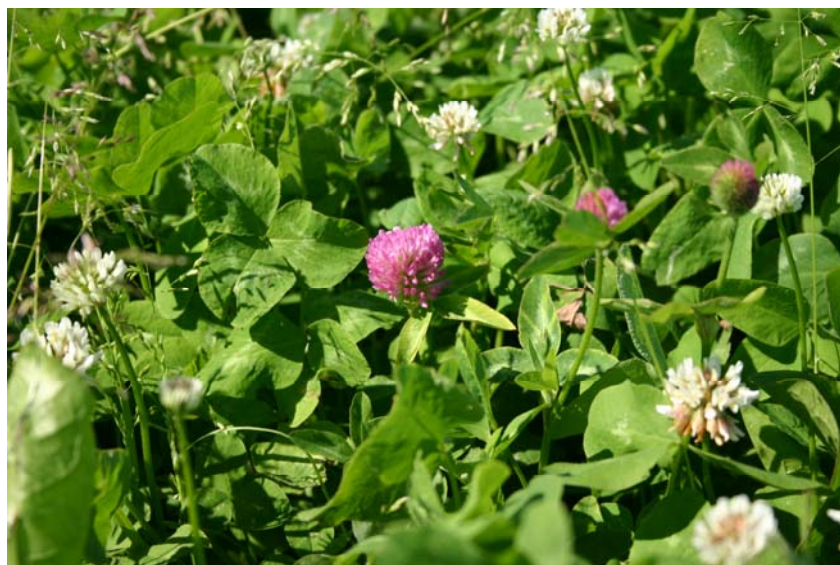
	N-opptak, sum 1. og 2. sl.		
	Upakka	Køyring	Nedgang
G1 husdyrgjødsel	11,5	9,5	2,0
G2 husdyrgj. + 6 kg N	13,8	11,1	2,7

3.4.1.2 Effekt av frøblanding og gjødsling på N-opptak

Innblanding av kløver i såfrøet gav stort positivt utslag på N-opptaket (Tabell 3.16). Det var ikkje statistisk signifikant utslag av sāmengd for kløver på 5 % nivå, men klar tendens til større opptak ved den største sāmengda.

Tabell 3.16. Effekt av frøblanding på N-opptak. Middel av tre felt, tre engår, tre nivå av køyring og to nivå av gjødsling

	N-opptak		
	1. slått	2. slått	Sum
Reint gras	5,7	3,6	9,2
Gras + 15 % kløver	8,4	6,5	14,9
Gras + 30 % kløver	8,8	6,6	15,4
SE	0,25	0,38	0,57
SE kløver	0,16	0,03	0,17
p-verdi gras vs kløver	<0,001	0,007	0,003
p-verdi 15 % vs 30 %	0,15	0,11	0,13



Bilete 6. Innblanding av kløver i såfrøet gav stort positivt utslag på N-opptaket. Foto: Ilevina Sturite.

Verknaden av gjødsling på N-opptak var mykje høgare for reint gras enn for blandingar med kløver (Tabell 3.17). Det var lik gjødslingseffekt for 15 og 30 % kløver i såfrøet. Det var tendens til negativ verknad av gjødsling på N-opptaket i førsteslåtten i blandingar med kløver. Dette kan skuldast at gjødslinga sette kløveren tilbake. I middel for felte fekk ein att 3,5 kg N i avlinga for 6 kg N i gjødsel på grasrutene. Dette gjev ein utnyttingsgrad på 58 %. Utnyttinga av gjødsel var best på Fureneset der ein fekk att 4,4 kg N i avlinga, medan ein på Løken fekk att 3,3 kg og på Tjøtta 3,0 kg.

Tabell 3.17. Effekt av gjødsling på N-opptak i reint gras og blandingar med kløver. Middel av tre felt, tre engår og tre nivå av køyring

	1. slått			2. slått			Sum		
	Hg	Hg + 6	Diff.	Hg	Hg + 6	Diff.	Hg	Hg + 6	Diff.
Reint gras	5,7	5,7	0,0	1,8	5,3	3,5	7,5	11,0	3,5
Gras + kløver	8,8	8,4	-0,4	5,8	7,3	1,5	14,6	15,7	1,1
p samspel			i.s.			0,01			0,02

3.4.2 Nitrogenfiksering

Mengd fiksert nitrogen i kløver målt med differansemetoden var i middel høgast i feltet på Tjøtta og lågast i feltet på Løken (Tabell 3.18). På Tjøtta var mengda opp mot 10 kg N/daa første engåret, men det gjekk mykje ned tredje engåret. På Løken var det omvendt, her gjorde kløveren mindre av seg i starten og gav mest tredje- og fjerde engåret. Kløveren heldt veldig godt ut på Fureneset og Løken og gav betydeleg N-bidrag også femte engåret.

Tabell 3.18. N-fiksering målt med differansemetoden på forsøksstadene. Middel over traktorkøyring, gjødsling og såmengder av kløver

	Fiksert N, kg/daa					
	1. engår	2. engår	3. engår	4. engår	5. engår	Middel
Fureneset	5,8	7,1	5,0	7,2	6,0	6,2
Tjøtta	8,0	9,5	5,3	-	-	7,6
Løken	2,5	4,0	6,2	7,3	5,0	5,0

3.4.2.1 Effekt av traktorkøyring

Traktorkøyring hadde liten effekt på estimert N-fiksering på Løken (Tabell 3.19). Det var ein tendens til høgare mengder fiksert N ved køyring på Fureneset, medan det var ingen utslag på Tjøtta og Løken. Høgare mengd ved køyring på Fureneset kan skuldast meir kvitkløver på ruter med køyring. Det var ikkje statistisk sikre skilnader mellom lett og tung traktor, men på Tjøtta var det ein tendens til større fiksering etter køyring med lett- enn med tung traktor i førsteslåtten.

Tabell 3.19. Estimert N-fiksering (kg/daa) ved ulik traktorkjøring. Middel av fire år for førsteslått og fem år for andreslått for Fureneset og Løken, og av to år for førsteslått og tre år for andreslått på Tjøtta. Middel av to gjødslinger og to såmengder for kløver

	Fureneset		Tjøtta		Løken	
	1. slått	2. slått	1. slått	2. slått	1. slått	2. slått
Utan kjøring	2,0	3,1	4,0	4,3	3,1	2,2
Lett traktor	2,2	3,6	4,3	3,9	3,2	2,2
Tung traktor	2,7	3,4	3,3	3,5	3,0	2,1
SE	0,22	0,18	0,28	0,38	0,18	0,19
p lett vs tung	i.s.	i.s.	0,06	i.s.	i.s.	i.s.
p kjøring	0,13	0,09	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.

3.4.2.2 Effekt av frøblanding og gjødsling på N-fiksering

Den største såmengda av kløver gav i middel 0,5 kg N høgare estimert fiksering enn den minste såmengda, men forskjellen var ikkje signifikant på 5 % nivå (Tabell 3.20). Utslaget var størst på Fureneset, der 30 % kløver i såfrøet gav 1,1 kg høgare estimert fiksering enn 15 % kløver ($p=0,03$). Det var større utslag mellom såmengder i første- enn i andreslått.

Tabell 3.20. Effekt av frøblanding på estimert N-fiksering. Middel av tre felt, tre engår, tre nivå av kjøring og to nivå av gjødsling

	N-fiksering		
	1. slått	2. slått	Sum
Gras + 15 % kløver	2,7	3,0	5,7
Gras + 30 % kløver	3,1	3,1	6,2
SE	0,13	0,02	0,14
p-verdi	0,15	0,11	0,13

Gjødsling med 6 kg N/daa i mineralgjødsel etter førsteslått reduserte N-fikseringa i middel med 2,5 kg/daa (Tabell 3.21). Effekten av gjødsling varierte mellom felt med størst utslag på Fureneset der fikseringa vart redusert med 3,6 kg N/daa ($p=0,009$), medan nedgangen på Tjøtta var 2,5 kg/daa ($p=0,02$) og på Løken 1,3 kg ($p=0,08$). Størsteparten av nedgangen kom i andreslått, men det var litt nedgang også i førsteslått året etter.

Tabell 3.21. Effekt av gjødsling på estimert N-fiksering. Middel av tre felt, tre engår, tre nivå av kjøring og to nivå av frøblandingar

	N-fiksering		
	1. slått	2. slått	Sum
Husdyrgjødsel	3,1	4,1	7,2
Husdyrgj. + 6 kg N	2,7	2,0	4,7
SE	0,13	0,46	0,47
p-verdi	0,18	0,09	0,07

4 Diskusjon

4.1 Effektar av traktorkøyring

Traktorkøyring reduserte avlingane sterkt på siltjorda på Løken. Denne jorda hadde lågare luftpermeabilitet og lite store porer etter køyring (Rivedal et al. 2016). I tillegg var det fuktige forhold ved fleire av haustingane som forverra situasjonen. Den siltige sandjorda på Fureneset fekk også redusert porevolum etter køyring, men gav mindre avlingsutslag av køyring enn på Løken. Sandjorda på Tjøtta hadde god luftveksling, og køyring verka her lite inn på avlingane. Store avlingsutslag av jordpakking på siltjord er også funne i svenske granskingar i Röbbäcksdalen ved Umeå (Håkansson 1973).

Vekta på traktoren hadde mindre å seie i denne granskinga. På Løken-feltet var det like stor avlingsnedgang etter bruk av lett- som av tung traktor. Det var likt lufttrykk i dekk på begge traktorane, og penetrometermålingar viste at pakkingseffekten var om lag like stor i det øvste jordlaget for begge traktorane (Rivedal et al. 2016). Den minste traktoren hadde smalare dekk og fekk fleire køyringar på ruta ved køyring hjul i hjul, og dette kan i nokon grad ha jamna ut pakkingseffekten mellom traktorane. Resultata frå forsøka tyder ikkje på at negative utslag av jordpakking blir mindre ved høgare gjødslingsnivå. Tvert i mot var det tendensar til større avlingstap av køyring ved den sterkaste gjødslinga på Løken-feltet.

Den botaniske samansetjinga i enga vart i nokon grad påverka av køyring, særleg i feltet på Løken. Effekten var mest tydeleg for kløver, der raudkløver gjekk tilbake og kvitkløver fram på ruter med køyring. Det var også meir av tofrøblada urter på upakka ledd, medan det var meir grasugras på pakka ledd. Meir av raudkløver og urter på upakka ledd tyder på at desse artene set større krav til luftveksling i jorda enn kvitkløver og grasartar. Raudkløver og mange urter har pålerot som går djupare i jorda, medan kvitkløver og gras har hovudtyngda av røtene nær jordoverflata. Hansen (1996) fann også meir kvitkløver i forhold til raudkløver og meir grasugras etter jordpakking. Resultata våre tyder også på at engsvingel er litt meir tolerant for køyring enn timotei.

Traktorkøyring gav små utslag på førkvalitet, men i andreslåtten var det lågare innhald av NDF og høgare energiverdi på ruter med køyring. Utslaget var størst på Løken-feltet, som også hadde størst avlingsutslag av pakking. Dette kan skuldast kraftigare plantevekst på ruter utan køyring. Noko kan også skuldast overgang frå raudkløver på ruter utan køyring til meir kvitkløver på ruter med køyring. Køyning verka i liten grad inn på proteininnhaldet. Nitrogenopptak og nitrogenfiksering hos kløver gjekk ned med køyring på Løken-feltet i takt med avlingsnedgangen.

4.2 Effektar av gjødsling etter førsteslåtten

Gjødsling med 6 kg N etter førsteslåtten gav stor avlingseffekt på alle felt, men utslaget var mykje større i graseng enn i kløverblanda eng. Gjødslinga førte til stor nedgang i kløverinnhald og nitrogenfiksering. Estimert N-fiksering i enga vart i middel redusert frå 7,2 kg N/daa til 4,5 kg N/daa, eller med 38 %. Dette viser at kløverinnhaldet i enga er svært følsamt for nitrogengjødsling og blir mykje redusert sjølv ved moderate gjødslingsnivå med mineralgjødsel. Gjødsling verka også inn på samansetjinga av grasartar, og det var tydeleg at timotei gjekk fram og engsvingel tilbake med sterkare nitrogengjødsling. Dette viser at timotei er meir kravfull enn engsvingel med omsyn til nitrogen. Den same effekten fekk ein fram ved at timotei greidde seg betre i blandingar med kløver enn i reint gras. Nitrogenforsyninga til graset var betre i kløverblanda.

Utslaga av gjødsling på førkvalitet kom i stor grad som ein indirekte effekt gjennom effekten på avling og botanisk samansetjing. Lågare proteininnhald etter sterkare N-gjødsling kan til dømes forklarast

gjennom lågare kløverinnhald i enga og god avlingsrespons av gjødslinga. Høgare NDF-innhald ved sterk gjødsling kan også forklarast gjennom mindre kløver.

4.3 Effektar av frøblanding

Tilsetjing av kløver i frøblandinga hadde stor effekt i dette forsøket både på avling, botanisk samansetjing og på førkvalitet. Kløver hadde vel så stor effekt som gjødsling med 6 kg N på avling. Estimert N-fiksering ut frå nitrogenopptak i avlinga var i middel 7,2 kg N/daa på ruter som berre fekk husdyrgjødsel og 4,5 kg med 6 kg N i tillegg etter førsteslåtten. Kløver gav også stor auke i protein- og mineralinnhald, og lågare NDF-innhald i fôret. Effekten på energiverdi var derimot negativ i dette forsøket. Også i andre granskingar har kløver gitt noko redusert energiverdi i andreslåtten (Steinshamn et al. 2016). Lågare energiverdi i førsteslåtten i denne granskinga kan skuldast moderat N-gjødsling til reint gras som førte til lågare avling på reine grasruter. Svakare utvikling av graset kan ha ført til lågare stengelandel, mindre lignifisering og høgare energiverdi. Gras i blanding med kløver fekk betre nitrogenforsyning og sterkare stråddanning.

Ein auke i sãmengda av kløver frå 15 % til 30 % på vektbasis i frøblandinga hadde liten effekt på avling og botanisk samansetjing. Sjølv om det var små utslag, var det positive tendensar for den største sãmengda med i middel per år 22 kg høgare tørrstoffavling per år enn den minste sãmengda. Det er truleg auke frå 10 til 20 % raudkløver i blandinga som gav utslag; planteteljingar viste stort utslag i talet på raudkløverplantar i starten av forsøksperioden.



Bilete 7. Kløver hadde vel så stor effekt som gjødsling med 6 kg N på avling. Foto: Synnøve Rivedal

5 Konklusjon

Traktorkøyring gav stor avlingsnedgang i engfelt på siltjord på Løken i Valdres, medan nedgangen var meir moderat på siltig sandjord på Fureneset i Sunnfjord og det var ingen avlingseffekt på sandjord med god luftveksling på Tjøtta på Helgeland. Det var små forskjellar mellom bruk av lett eller tung traktor i dette forsøket. Resultata viser at ein i størst mogleg grad bør unngå køyring på rå jord som er utsett for pakkingskade. Køyring på siltjord førte til endringar i den botaniske samansetnaden i enga ved at raudkløver og tofrøblada ugras gjekk tilbake og kvitkløver og grasugras gjekk fram. Bruk av kløver i frøblandinga gav stor positiv effekt på avling, protein- og mineralinnhald og gav lågare fiberinnhald i fôret. Bruk av 6 kg N i mineralgjødning etter førsteslåt gav god avlingseffekt, men sette kløveren sterkt tilbake. Sterkare nitrogengjødning og bruk av kløver endra grasbestanden i enga i retning av meir timotei og mindre engsvingel. Auke i sâmengda av kløver frå 15 % til 30 % på vektbasis gav små utslag på avling og botanisk samansetjing, men likevel ein liten positiv effekt. Køyring reduserte opptak og fiksering av N på siltjorda på Løken, men hadde små effektar på sandjorda på Fureneset og Tjøtta. Bruk av 6 kg N i mineralgjødning etter førsteslåt reduserte N-fikseringa mykje. Auke frå 15 % til 30 % kløver gav i snitt 0,5 kg høgare N-fiksering per dekar.

Litteratur

Hansen S. 1996. Effects of manure treatment and soil compaction on plant production of a dairy farm system converting to organic farm practice. *Agriculture, ecosystem and environment* 56: 173-186.

Haraldsen T.K., Sveistrup T.E., Lindberg K. og Johansen T.J. 1995. Jordpakking og ulike dreneringsmåter på torvjord i Nord-Norge. Virkninger på avling og botanisk sammensetning av eng. *Norsk Landbruksforskning* 9: 11-28.

Høgh-Jensen H., Loges R., Jensen E.S., Jørgensen F.V. og Vinther F.P. 1998. Empirisk model til kvantifisering af symbiotisk kvælstoffiksering i bælgplanter. S. 69-86 i 'Kvælstofudvaskning og –balanser i konventionelle og økologiske produktionssystemer. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug.

Håkansson I. 1973. Tung körning vid skörd av slåttervall. Tre försök på Röbbäcksdalen 1969-1972. SLU Institutionen för markvetenskap. Rapporter från jordbearbetningsavdelingen Nr. 33, 20 s.

Myhr K. og Njøs A. 1983. Verknad av traktorkjøring, fleire slåttar og kalking på avling og fysiske jordeigenskapar i eng. *Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole* 62 (1): 1-14.

Rivedal S., Riley H., Lunnan T., Børresen T., Øpstad S. og Sturite I. 2016. Verknad av traktorkøyring på engavling og jordfysiske forhold. Delrapport frå prosjektet: Proteinrike engbelgvekster under ulike dyrkings- og klimaforhold. *NIBIO Rapport 2* (145): 78 s.

Steinshamn H., Adler S.A., Frøseth R.B., Lunnan T., Torp T. og Bakken A.K. 2016. Yield and herbage quality from organic grass clover leys – a meta-analysis of Norwegian field trials. *Organic Agriculture* 6: 307-322.

Tveitnes S. og Njøs A. 1974. Køyreskadeforsøk på eng under vestlandstilhøve. *Forskning og forsøk i landbruket* 25: 271-283.

Ullring U. og Lunnan T. 1993. Kjøreskader under innhøsting i ulike grasarter. I. Virkning på avlingsnivå. *Norsk landbruksforskning. Supplement* 14 (1993): 11-18.

Volden B., Sveistrup T.E., Jørgensen M. og Haraldsen T.K. 2002. Effects of traffic and fertilization levels on grass yields in northern Norway. *Agricultural and Food Science in Finland* 11: 219-231.

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

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

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

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