

Sluttrapport:
**Verknad av gjødsling og hausteintensitet
på artssamansetjing, avling og fôr kvalitet på
stølsvollar**

av

*Tor Lunnan og Tor Einar Rogne, Bioforsk Aust Løken og
Jørgen Todnem, Bioforsk Aust Sæter*



Bakgrunn

Stølslandskapet har stått i fokus dei siste åra fordi landskapet representerer ein økonomisk ressurs og fordi det er eit trua kulturlandskap. Sikring av stølslandskapet i stor målestokk kan berre skje gjennom aktiv stølsdrift. Aktiv stølsdrift føreset at bonden finn driftsforma lønsam. Eit viktig element i lønsam stølsdrift er beiting på innmark i tilknytning til stølen og gjødsling av innmarka.

Stølsvollane - stølsinnmarka som har vore drive som permanent eng over lengre tid - kan ha ulik botanisk samansetjing avhengig av jordart, dreneringsgrad og klima. Vegetasjonen er dessutan sterkt påverka av kor sterk gjødsling og beitepress areala har vore utsette for.

I ei framtidig forvaltning av stølslandskapet er det av sentral verdi å finne fram til kva som er optimal gjødslings- og beiteintensitet på slike areal, med tanke på å ivareta botaniske verdiar, landbruksproduksjon og beiteverdi. I dette prosjektet er spesielt effekten av ulik gjødsling undersøkt for å studere korleis ulik gjødsling påverkar botanisk samansetjing i enga, avling og fôrqualität.

Prosjektet er utvikla i samarbeid med FMLA i Hedmark, Oppland og Buskerud som i stor grad også har finansiert prosjektet. I tillegg har Øystre Slidre statsallmenning, Øyungen grunneigarlag og Volbufjorden grunneigarlag i Øystre Slidre og Svennes sameige i Nord-Aurdal ytt midlar.

Forsøk og framdrift

Det er utført gjødslingsforsøk i natureng fem stader i åra 2002-2005:

Hallvollen, Røros	720 moh
Hermanstølen, Nord-Aurdal	860 moh
Rostølen, Gol	880 moh
Rognsfeten, Øystre Slidre	860 moh
Hamarsbøengjerda, Hol	1040 moh

Engene i Øystre Slidre og Hol blir brukt til beite, dei andre til slått. Feltarbeidet i Valdres og Hallingdal er utført av Bioforsk Løken og feltet på Røros av Bioforsk Sæter.

Dominerande artar på felta er:

Røros: Engreverumpe, engrapp, kveke, engsyre og marikåpe

Nord-Aurdal: Engrapp, engkvein, sølvbunke, løvetann, engsoleie og kvitkløver

Gol: Raudsvingel, engkvein, engrapp, ryllik og engsyre

Øystre Slidre: Engkvein, sauesvingel, finnskjegg og følblom

Hol: Engkvein, engrapp, fjelltimotei, smyle, engsyre og ryllik

Forsøksplanen er split-plot med tre gjentak og rutestorleik 1,5 m x 5 m.

På storruter er ein slått samanlikna med to haustingar (simulert beiting).

Førsteslåtten er da teken i første del av juli i toslåttssystemet og først i august i ein slåttssystemet. Andreslåtten i toslåttssystemet er hausta i månadsskiftet august-september.

På små ruter er fem ulike gjødslingar samanlikna:

- 1: Ugjødsla
- 2: 1,5 kg fosfor (P) og 10 kg kalium pr. daa
- 3: P + K + 5 kg N/daa
- 4: P + K + 10 kg N/daa
- 5: P + K + 15 kg N/daa

Ved ein slått er all gjødsla gitt om våren. Ved to haustingar er all fosfor gitt om våren, medan kalium er delt med 5,3 kg om våren og 4,7 kg/daa etter første slått. Nitrogen er delt med 50 % om våren og 50 % etter første slått.

Felta er forsøkshausta i fire år, og prøver frå avlinga er analysert for kvalitet med NIR-metoden ved Bioforsk Løken. Felta er botanisert ein gong kvar sommar ved at førekomsten (frekvensen) av alle karplantar er registrert. Det er brukt småruter laga av armeringsnett (10 x 10 cm), og det er registrert førekomst i 40 slike småruter i kvar forsøksrute i ei stripe langs diagonalen på ruta.

Oppnådde resultat

(1) Botanisk samansetjing

Artstalet var lågast på felta på Røros og Gol, medan det vart funne flest artar på felta i Nord-Aurdal og Øystre Slidre (tab. 1). Feltet på Geilo (Hol) hadde ein sterk kanteffekt som overskugga effektane av gjødsling, og ein skal derfor ikkje leggje stor vekt på tala herifrå. Dei ugjødsla rutene låg langt inne på feltet, medan rutene med PK-gjødsling låg nær kanten.

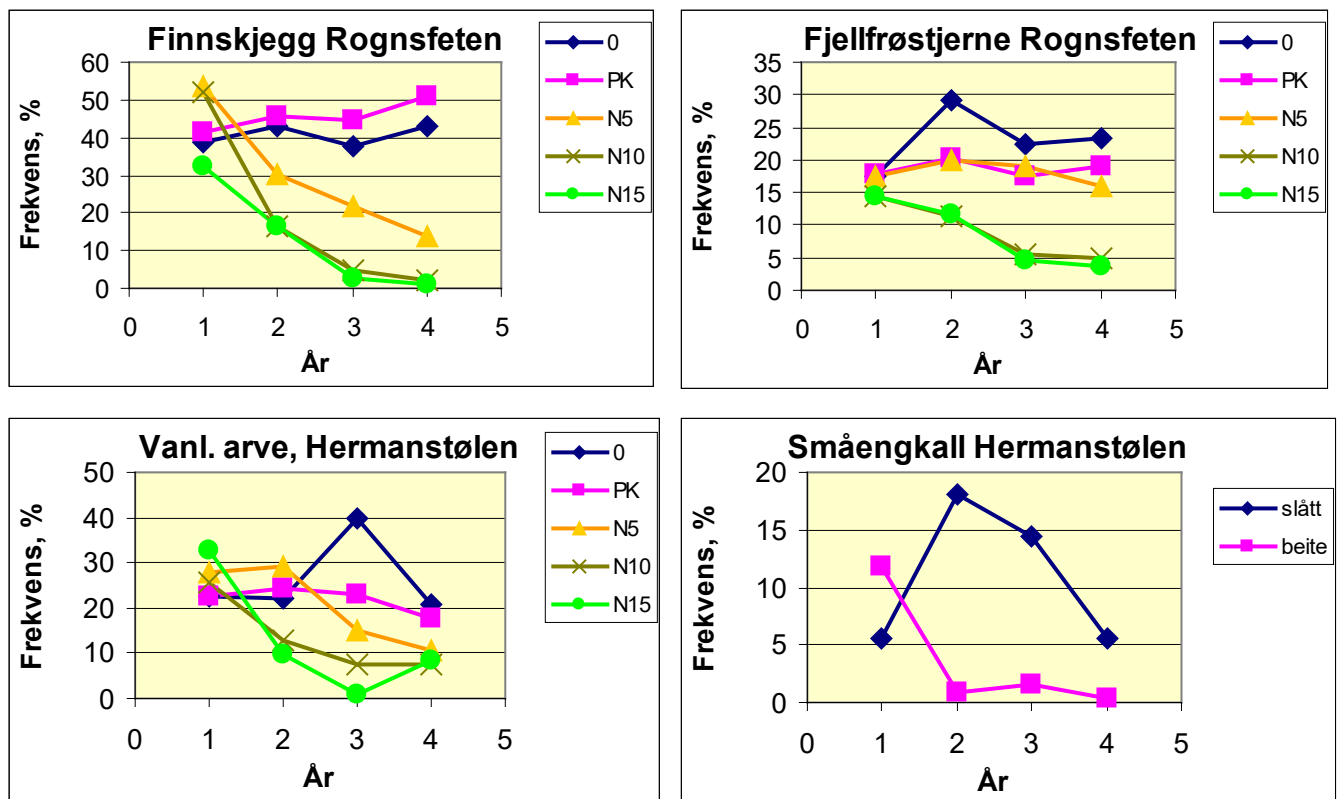
Nitrogengjødsling gav sikker nedgang i artstalet på felta i Nord-Aurdal og Øystre Slidre. Effektane var derimot små og usikre på felta i Røros og Gol, sjølv om artstalet var høgast på ugjødsla ruter også her.

Tabell 1. Totalt artstal funne på rutene på forsøksstaden samt artstal pr. rute etter fire år med gjødslingsforsøk. Middel av haustesystem og gjentak.

	totalt artstal	ugjødsla	P + K	P + K + 5 kg N	P + K + 10 kg N	P + K + 15 kg N	middel-feil	p-verdi
Røros	18	10,7	9,5	8,8	9,5	8,5	0,7	0,22
Gol	20	11,5	11,0	10,2	10,8	9,8	0,6	0,40
N-Aurdal	39	18,3	17,2	16,0	12,3	11,0	0,7	<0,001
Ø.Slidre	38	16,5	16,3	14,5	13,5	12,2	0,9	0,01
Hol	26	8,7	14,3	8,0	9,3	9,7	1,7	0,15

Konkurransesvake artar som går tilbake når nitrogengjødslinga aukar er til dømes vanleg arve (*Cerastium fontanum* L.) på Hermanstølen og fjellfrøstjerne (*Thalictrum alpinum* L.) og finnskjegg (*Nardus stricta* L.) på Rognsfeten (fig. 1). Andre eksempel på andre artar som gjekk tydeleg tilbake med gjødsling er småvaksne urter som harerug (*Polygonum viviparum* L.), kattefot (*Antennaria dioica* L.) og følblom (*Leontodon autumnalis* L.). Av gras og halvgras gjekk artar som sauesvingel (*Festuca ovina* L.), seterstor (*Carex brunnescens* Pers.),

slåttestorr (*Carex nigra* L.) og seterfrytle (*Luzula frigida* Buch.) mykje tilbake med gjødsling.



Figur 1. Utvikling av botanisk samansetjing gjennom forsøksperioden ved ulike gjødsling for finnskjegg og fjellfrøstjerne på Rognsfeten, Ø. Slidre og vanleg arve på Hermanstølen, N-Aurdal, og for småengkall ved ein- ('slått') eller to haustingar ('beite') på Hermanstølen.

Eksempel på urter som er lite påverka av gjødsling er løvetann (*Taraxacum* spp.), engsyre (*Rumex acetosa* L.), ryllik (*Achillea millefolium* L.), marikåpe (*Alchemilla* spp.) og krypsoleie (*Ranunculus repens* L.). Engsoleie (*Ranunculus acris* L.) greidde seg også godt ved sterk gjødsling, men førekomsten var klart høgast ved svak gjødsling. Grasartar som var lite påverka av gjødsling var engkvein (*Agrostis capillaris* L.), raudsvingel (*Festuca rubra* L.), engreverumpe (*Alopecurus pratensis* L.), sølvbunke (*Deschampsia cespitosa* L.) og fjelltimotei (*Phleum alpinum* L.). Artar som vart tydeleg stimulerte av N-gjødsling var kulturgras som timotei (*Phleum pratense* L.), engsvingel (*Festuca pratensis* L.) og engrapp (*Poa pratensis* L.) og ugras som kveke (*Elytrigia repens* L.).

Ingen av engene hadde svært sjeldne eller raudlista artar. Av mindre vanlege artar kan nemnast funn av marinøkkel (*Botrychium lunaria* L.) på Rostølen og mogop (*Pulsatilla vernalis* L.) på Rognsfeten. Her var det også bakkesøte (*Gentianella campestris* L.) like i utkanten av forsøksfeltet. På fleire av felta fann vi frøplanter

av einer (*Juniperus communis* L.) som viser at krattvegetasjonen kjem raskt inn dersom enga ikkje blir slått eller beita.

Det var små effektar av haustesystem på den botaniske samansetjinga av enga. Det mest tydelege utslaget var på småengkall (*Rhinanthus minor* L.) på Hermanstølen (fig. 1). Denne arten gjekk tydeleg tilbake ved to haustingar, noko som truleg skuldast at frøsettinga blir hindra ved tidleg hausting.

(2) Avling

Avlingane var om lag like ved ein eller to slåttar (tab. 2). Målt i kg tørrstoff var middelavlinga ein tanke høgare ved ein slått, medan to slåttar kom litt betre ut målt i fôreiningar. På dei fire felta med både ein- og to slåttar gav ein slått i middel år og gjødslingar 24 kg tørrstoff meir enn toslåttssystemet ($p=0,02$), medan toslåttssystemet gav 24 fôreiningar meir pr. dekar ($p=0,13$). Dette var litt uventa, da andre granskingar spesielt i timoteieng har vist størst avling ved ein slått i fjellet. Årsaka til at to slåttar kjem såpass bra ut er truleg at naturengartane har raskare gjenvekst enn timotei, men også at tilveksten mellom tidleg og sein førsteslått er mindre i natureng enn i timoteieng. Naturenga er tettare i botnen og kortare av vekst enn timotei.

Gjødslingsutslaga var store, i middel var det ein auke på 290 kg tørrstoff eller 250 FEm/daa frå ugjødsla til den sterkaste N-gjødslinga. Utslaga for fosfor og kaliumgjødsling var mykje mindre enn for nitrogen. Nitrogenutslaget var stort opp til 10 kg N/daa, men flata sterkt ut til 15 kg N/daa.

Tabell 2. Avling målt i kg tørrstoff pr. dekar og i fôreiningar mjølk (FEm) pr. dekar ved ulik gjødsling. Gjennomsnitt av fire felt med ei hausting ('slått') og fem felt med to haustingar ('beite') og fire haustear.

	Avling, kg tørrstoff/daa				Avling, fôreiningar/daa			
	Ein slått	To haustingar			Ein slått	To haustingar		
	Sum	Sum	1. sl	2. sl	Sum	Sum	1. sl	2. sl
Ugjødsla	195	162	121	41	150	144	108	36
PK	245	208	152	56	183	182	133	49
N5PK	360	324	213	111	271	285	188	98
N10PK	456	423	266	157	348	378	237	141
N15PK	478	465	286	179	372	422	259	163
m. feil	16,7	13,4	11,3	4,4	13,5	12,8	9,8	4,2
p-verdi	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Gjødslingsutslaget varierte mykje mellom felt (tab. 3). Det var stor variasjon i avlinga på ugjødsla ruter mellom felta (jordfruktbarheita), med minst avlingsutslag på felta i Røros og Gol. Desse felta hadde også minst utslag av gjødsling på den botaniske samansetjinga. Avlinga på ugjødsla var minst på feltet i Øystre Slidre, der det også var størst utslag av gjødsling på den botaniske samansetjinga. På dette feltet var det også klar avlingsauke til 15 kg N/daa til tross for at avlingsnivået ikkje var høgare enn 390 kg tørrstoff/daa. Ved gjødslingsplanlegging i dag blir jordfruktbarheit lagt lite vekt på, og gjødslingsstyrken blir i stor grad bestemt ut frå forventna avling. På desse felta ser vi at dette prinsippet blir feil når

det er stor forskjell i jordfruktbarheit. Feltet på Røros gav minst att for N-gjødsling, medan feltet i Øystre Slidre hadde størst N-behov.

Utslaget for PK-gjødsling varierte også mykje mellom felta. Feltet i Nord-Aurdal skil seg ut med stor respons. Dette heng saman med låge jordverdiar for fosfor og kalium, men også med at PK-gjødslinga stimulerte belgvekstar mykje på dette feltet. Det var særleg fuglevikke som gjekk fram. Feltet i Øystre Slidre hadde ingen avlingsrespons på PK-gjødsling til tross for lågt innhald av P og K i jorda. Her var det ikkje belgvekstar, og N-mangelen utan gjødsling var svært sterk.

Tabell 3. Middelaavling (kg tørrstoff/daa) for dei ulike felta ved ulik gjødsling. Middela av haustesystema.

	Hallvollen Røros	Hermanstølen Nord-Aurdal	Rostølen Gol	Rognsfeten Øystre Slidre	Hamarsbøengjerda Hol
Ugjødsla	233	147	270	71	151
PK	264	267	314	78	174
N5PK	373	362	440	205	299
N10PK	439	491	532	312	392
N15PK	433	521	556	390	436
m. feil	12,6	11,6	13,0	9,0	12,2
p-verdi	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001



Figur 2. Avling ved ulik gjødsling, andreslått på Rognsfeten 2005. Den nærmaste ruta er ugjødsla, deretter kjem 5 kg N, 10 kg N, PK og 15 kg N/daa.

(3) Fôrkvalitet

Gjødslinga hadde positiv effekt på fôrkvaliteten (tab. 4). Kvaliteten er påverka både gjennom ein direkte effekt av næringsopptaket gjennom gjødslinga, men også gjennom ein indirekte effekt gjennom endra botanisk samansetjing på grunn av gjødslinga. Auka proteininnhald i toslåttssystemet ved PK-gjødsling skuldast såleis høgare belgvekstinnhald på nokre av felta med tilførsel av fosfor og kalium. Nitrogengjødsling auka proteininnhaldet kraftig, mens energiverdien var mindre påverka. Råproteininnhaldet på ugjødsla ruter er ikkje spesielt lågt, dette kjem av at litt nitrogen blir tilgjengeleg seint i vekstsesongen slik at ikkje alt tilgjengeleg nitrogen går med til å produsere avling. Askeinnhaldet gjekk også opp med gjødsling. Dette var særleg tydeleg for kalium. Her var innhaldet så lågt på ugjødsla ruter på fleire av felta at det var mangel og avlingsbegrensande. Mangelen var sterkast i andreslått i toslåttssystemet. Her var det lite kalium att i jorda etter førsteslått til ny vekst etterpå.

Kvaliteten i toslåttssystemet var mykje høgare enn i einslåttssystemet. Det var liten forskjell på kvaliteten i første- og andreslått i toslåttssystemet.

Tabell 4. Verknad av gjødsling på innhaldet av råprotein (% av tørrstoff), energiverdi (FEm/kg tørrstoff), fiberinnhald (NDF, % av tørrstoff) og mineralinnhald (aske, % av tørrstoff). Tala gir gjennomsnittleg innhald av årsavlinga i einslåttssystemet ('slått', 4 felt) og toslåttssystemet ('beite', 5 felt).

	Råprotein		Energiverdi		NDF		Aske	
	slått	beite	slått	beite	slått	beite	slått	beite
Ugjødsla	10,0	12,4	0,771	0,877	55,6	49,0	5,1	5,5
PK	9,2	12,9	0,750	0,866	57,6	48,4	5,7	6,6
N5PK	10,5	13,6	0,762	0,877	57,1	48,8	6,1	6,9
N10PK	11,9	15,1	0,769	0,891	56,7	46,8	6,3	7,2
N15PK	13,6	16,9	0,785	0,905	55,7	45,5	6,6	7,5
m. feil	0,32	0,28	0,009	0,007	1,03	0,64	0,17	0,11
p-verdi	<0,001	<0,001	0,14	0,008	>0,5	0,005	<0,001	<0,001

(4) Effekt av gjødsling på jordprøver

Det er tatt jordprøver ved oppstart på felta (tab. 5). Det er låg pH på felta med unntak av Hermanstølen. Fosforinnhaldet på Hermanstølen og Rognsfeten er svært lågt, medan det er relativt høgt på Hallvollen, Rostølen og Hamarsbøengjerda. Kaliumreservane er låge både for lettløseleg kalium og syreløseleg kalium, men med høgare tal for feltet på Røros.

Tabell 5. Jordverdiar ved oppstart av forsøket målt som pH, glødetap (%), lettløseleg fosfor (mg P/100 g tørr jord) og lett- og syreløseleg kalium (mg K/100 g tørr jord).

	pH	Glødetap	P-AL	K-AL	K-HNO ₃
Hallvollen, Røros	5,4		12	8,0	91
Hermanstølen, N-Aurdal	6,1	6,6	1,2	3,3	25
Rostølen, Gol	5,1	10,8	10	6,2	28
Rognsfeten, Ø. Slidre	5,1	8,5	1,4	3,7	16
Hamarsbøengjerda, Hol	4,9	5,5	8,1	4,7	38

Etter fire års forsøk var det små endringar i pH, medan det var endringar i lettløseleg fosfor og kalium (tab. 6). Innhaldet var lågast på ugjødsla og høgast på PK-ledda. Stigande N-mengder senka innhaldet av lettløseleg P og K. Dette kjem av at meir næring blir ført bort med avlinga med aukande N-mengder.

Tabell 6. Innhald av lettløseleg P og K (mg/100 g tørr jord) i jorda etter fire års forsøk ved ulik gjødsling. Middel av fire felt.

	Ugjødsla	P + K	PK + 5 kg N	PK + 10 kg N	PK + 15 kg N
P-AL	5,0	6,3	6,1	5,8	5,1
K-AL	5,8	9,4	7,8	6,8	5,6

Verdi av resultatata

Forsøket viser at det er vanskeleg å oppnå eit godt kompromiss mellom stor avling og stor artsrikdom på stølsvollar. Nitrogengjødsling har stor effekt på produksjonen og gir kraftigare plantar. Konkurransen om lys blir sterkare. Småvaksne artar, gjerne artar som finst i utmarka rundt stølen, blir lett skugga ned og utkonkurrerte av meir høgtveksande artar. Effekten blir sterkare med aukande nitrogenmengder, men det var klar negativ effekt på artstalet alt ved 5 kg N/daa på dei artsrike felta i Øystre Slidre og Nord-Aurdal. Gjødsling med fosfor og kalium hadde liten effekt på artstalet, men avlingseffekten var også svak slik at denne gjødslinga neppe er lønsam.

Avlingsresultata viser at effekten av nitrogen er stor i stølsområda. Det blir oftast små avlingar utan gjødsling, og dette fører til at det må forholdsvis store N-mengder til for å få maksimal avling. Avlingstapet ved å utelate N-gjødsling blir derfor også stort. Forsøket gir grunnlag til å finne høveleg tilskottsbeløp for å kompensere for tapt avling der ein vil utelate gjødsling for å fremme artsrikdommen på stølsvollar.

Forsøket demonstrerer også at beiteverdien kan aukast mykje gjennom gjødsling av utmark. Gjødslinga fører til større avling, men også til at vegetasjonen får større beiteverdi. Spesielt vil lite smakelege artar som finnskjegg og sauesvingel gå raskt tilbake der det finst meir konkurransesterke artar som engkvein.

Eit anna resultat er at natureng i stølsområda gir like god avling ved to- som ved ei hausting. To haustingar gir mykje høgare fôrqualität, men ei ekstra hausting er neppe lønsam på grunn av haustingskostnadene. Men der det ligg til rette for beiting, kan det passe bra å hauste tidleg (først i juli) og beite gjenveksten sist i august eller først i september. På ettersommaren er godt beite verdfullt både for storfe og småfe. For å få god gjenvekst, bør ein da gjødsle etter førsteslåtten.

Konsekvensar for forvaltninga

Forsøket viser tydeleg at det er enklare å gjødsle bort artar i artsrike enger enn å få inn nye artar gjennom å utelate gjødsling i artsfattige enger. Ein bør derfor prioritere å behalde artsrike enger der dei finst i staden for å satse på å skape nye.

Dei artsrike engene ligg oftast på areal som er gjødsla lite gjennom tida, gjerne i utkantane av stølsvollane. Det er derfor ein strategi for forvaltninga å leggje opp til at desse områda blir drivne ekstensivt utan gjødsling. Dei meir produktive, artsfattige areala kan derimot gjødslast sterkt for å ta ut avlingspotensialet og auke proteininnhaldet i fôret. Ei jamn, svak gjødsling over heile arealet vil gje dårlegare resultat gjennom at dei artsrike delane får redusert botanisk verdi og ved at dei artsfattige, produktive delane får redusert avling og fôr kvalitet. Men det er da viktig at også utkantareala blir slått eller beita slik at dei ikkje gror att.

Resultatformidling

Sommaren 2003 vart det arrangert markvandring der tre av felta (Gol, N-Aurdal og Ø. Slidre) vart besøkt. Her var representantar for grunneigarar, fylke og forsøksringar i Valdres og Hallingdal med.

Resultata vart presenterte på Plantemøtet for Austlandet i Tønsberg 2006.

Artikkelen herfrå ligg på web-sidene til Bioforsk med referanse:

Lunnan, T. og Todnem, J. 2006. Artsrikdom, avling og fôr kvalitet ved ulik gjødsling på stølsinnmark. BIOFORSK FOKUS 1 (3): 172-173.

Ein fyldigare rapport med grundigare presentasjon av resultata er under utarbeiding.

Resultat og erfaringar frå forsøket er også formidla gjennom munnleg kontakt med ringleiarar og gardbrukarar i ulike samanhengar.