

# Vekstavslutning hos gras og anbefaling om frist om høsten for spredning av husdyrgjødsel på eng uten nedmolding

Helge Bonesmo<sup>1)</sup>, Stein Rune Karlsen<sup>2)</sup>, Anne Kjersti Bakken<sup>1)</sup> og Kjell-Arild Høgda<sup>2)</sup>  
<sup>1)</sup>Planteforsk Kvithamar forskingssenter, <sup>2)</sup>NORUT informasjonsteknologi

E-post: helge.bonesmo@planteforsk.no

## Sammendrag

Årsvekst og vekstavslutting hos timotei samt minimum og maksimum N-opptak om høsten er beregna for fem år ved Holt i Troms, Kvithamar ved Trondheimsfjorden, Storsteigen i Østerdalen, Tomb i Østfold, og Øksnevad på Jæren. Ut fra disse beregningene og forutsatt et krav om planteopptak av 4-5 kg N daa<sup>-1</sup> etter spredning, har vi foreslått frist for spredning av husdyrgjødsel på eng uten nedmolding. Et norgeskart over vekstavlutning hos gras er laget på grunnlag av MODIS satellittdata og indeksen Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). På hvert av de fem stedene er det beregnet NDVI-kurver for de fem åra. NDVI-kurvene er sammenholdt med grasvekstberegningen, og vi har fastsatt terskler i NDVI for vekstavslutning. Disse terskelverdiene har deretter blitt brukt i arbeidet med å lage kartet for vekstavslutning.

## Bakgrunn

Dagens forskrift om organiske gjødselvarer m.m. har 1. september som absolutt frist for spredning av husdyrgjødsel på eng uten nedmolding. Tidspunktet gjelder for hele landet. Departementet vurderer å kommunalisere bestemmelsen om siste sprededato. I den forbindelse er det behov for å lage faglig informasjon som kommunene kan bygge sine vedtak på. Landbruks- og matdepartementet har derfor bedt Planteforsk lage en kortfattet rapport om vekstavslutning hos gras, og hvilken evne graset har til å ta opp næring på slutten av vekstsesongen. Departementet har også bedt om en anbefaling om hvor mange dager med vekst etter siste dato for spredning av husdyrgjødsel som bør til for å sikre opptak av de lettløslige nærings saltene i husdyrgjødsel.

Om høsten avtar veksten hos gras i hovedsak fordi det blir lågere temperatur og mindre lys. Absolutt vekstavslutning ("dvaleinduksjon") kan en ikke snakke om hos denne gruppa av planter, og produksjonen vil være proporsjonal med temperatur og energitilgang (lys). Innenfor det absolutte taket for vekst/produksjon som lys og temperatur setter, kan en observere variasjon blant annet etter tørkestress og næringstilgang, men også etter hvilke arter enga består av. For eksempel har raigras høgere maksimal

vekstrate om høsten enn timotei og engsvingel.

Nitrogen (N) tas opp i graset som nitrat og ammonium. Av disse to formene finnes det i husdyrgjødsel omtrent bare ammonium-N. I blautgjødning fra storfe (8 % tørrstoff) er det ca 4 kg N tonn<sup>-1</sup> gjødning, og 60 % av dette er ammonium-N (Tveitnes 1993). Resten er organisk bundne former. For at ammonium skal tas opp og bygges inn i planten, må denne ha en positiv karbonbalanse, det vil si være i vekst. Ett tonn husdyrgjødsel gir ca 2 kg lettløselig N, men en gardbruker vil kanskje ha ønske om å spre større mengder enn dette per daa når han først skal ut og kjøre. Ønsker de fleste å kjøre ut så mye som 3 tonn daa<sup>-1</sup>, må en kreve et planteopptak om høsten på 8-9 kg N daa<sup>-1</sup> dersom alt bør tas opp for at løyve skal bli gitt. Vi synes at en bør ha en forventning om et planteopptak på over 4-5 kg N daa<sup>-1</sup> etter 1. september for at utsatt frist skal bli gitt (tilsvarer et avlingsnivå på ca 70 - 100 kg TS daa<sup>-1</sup>), i hvert fall om det i forskrifta ikke skal følge retningslinjer for mengde spredd daa<sup>-1</sup>. Vi må ha med oss at plantene finner og bruker N fra andre kilder enn husdyrgjødsel også.

Med bakgrunn i oppdraget og den korte tidsfristen for å løse det, har vi valgt en absolutt minimumsløsning for å foreslå frist for spredning av husdyrgjødsel på eng uten

nedmolding. Som grunnlag for å beregne geografisk variasjon er fem steder valgt ut: Holt i Troms, Kvithamar ved Trondheimsfjorden, Storsteigen i Østerdalen, Tomb i Østfold, og Øksnevad på Jæren. For disse fem stedene har vi brukt døgnverdier for globalstråling, ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dag}^{-1}$ ), temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ), nedbør ( $\text{mm dag}^{-1}$ ) og potensiell fordamping ( $\text{mm dag}^{-1}$ ) for å beregne vekst ( $\text{kg TS daa}^{-1} \text{ dag}^{-1}$ ) og minimum og maksimum N opptak ( $\text{kg N daa}^{-1} \text{ dag}^{-1}$ ) hos gras i ei eng dominert av timotei (Bonesmo 1999, Bonesmo & Bélanger 2002). Disse beregningene er utført for fem år for alle steder for å antyde hvilke årsvariasjoner som kan forventes. Med grunnlag i disse beregningene er det antydnet dato for vekstavslutning hos timotei for de fem stedene og de fem åra, samt minimum og maksimum N-opptak ved den estimerte veksten. Ut fra disse beregningene og forutsatt et krav om opptak av 4-5  $\text{kg N daa}^{-1}$ , har vi foreslått frist for spredning av husdyrgjødsel på eng uten nedmolding for de fem stedene.

For å lage et norgeskart over vekstavlutning hos gras har vi brukt MODIS satellittdata fra PhenoClim (2005) prosjektet. MODIS data har en oppløsning på 250m og en får bilder flere ganger om dagen. I dette arbeidet er det brukt bilder hvor en har tatt de mest skyfrie delene for hver 16 dagers periode og satt det sammen til ett bilde. Vi har brukt indeksen Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) som har en god korrelasjon med fotosynteseaktiviteten. For ei timoteieng, to ved Kvithamar, på hvert av de fem stedene er det beregnet NDVI-kurver for de fem åra.

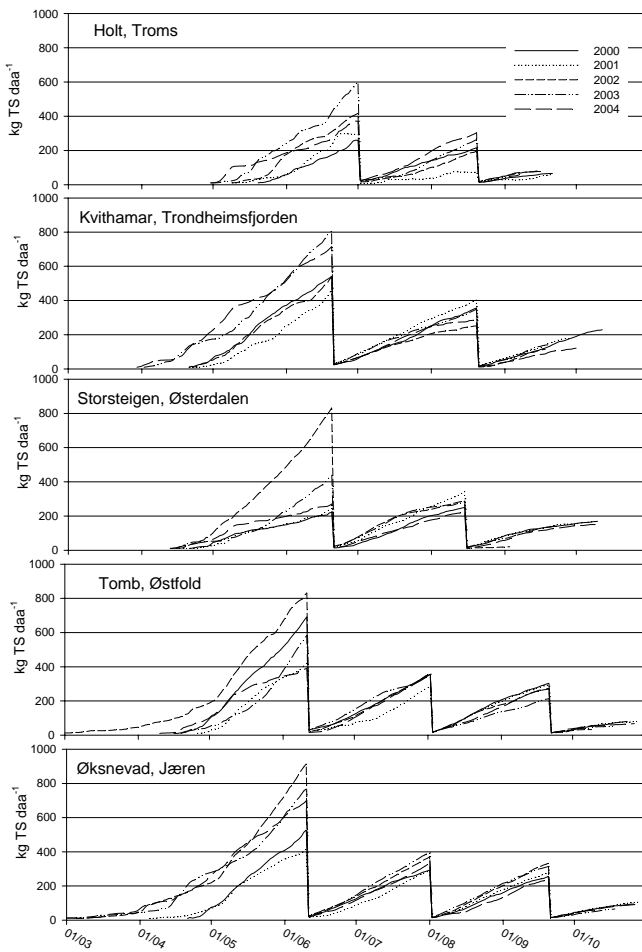
NDVI-kurvene er sammenholdt med grasvekstberegningen, og vi har fastsatt terskler i NDVI for vekstavslutning. Disse terskelverdiene har deretter blitt brukt i arbeidet med å lage kartet for vekstavslutning basert på NDVI-verdier, blant annet ved å analysere hvordan timoteienga responderer i forhold til øvrige landskapstyper. Områder med liten NDVI sum og derav liten produksjon ble unntatt fra analysene. Det er også brukt terrengmodell og annen geografisk informasjon i arbeidet for blant annet å klassifisere områder med ubetydelig produksjon.

### Beregna vekst hos gras om høsten og estimert vekstavslutning

Det er stor variasjon i grasavlinger i landet vårt (figur 1). Hvor gode de klimatiske forholdene for grasvekst er, varierer blant annet med breddegrad og høyde over havet. Vekstsesongen og produksjonspotensialet er lenger og høyere ved kysten enn i innlandet og kortere og lågere nordover i landet enn i sør. Det er stor geografisk variasjon både i vekststart og vekstslutt. I gjennomsnitt kom beregna vekstslutt 36 dager senere på Øksnevad enn på Holt i de fem åra vi har brukt. Årsvariasjonen i produksjon ( $\text{kg TS daa}^{-1}$ ) innen sted synes å være mindre om høsten enn om våren, men den kan også være betydelig i den førstnevnte årstida. For eksempel stoppa veksten omtrent en måned tidligere enn normalt på Storsteigen i 2002, mens den vedvarte uvanlig lenge på Kvithamar i 2000 da september- og oktobertemperaturene var ekstraordinært høye (figur 1 og tabell 1).

Tabell 1. Beregna vekstavslutning hos timotei for fem steder og fem år.

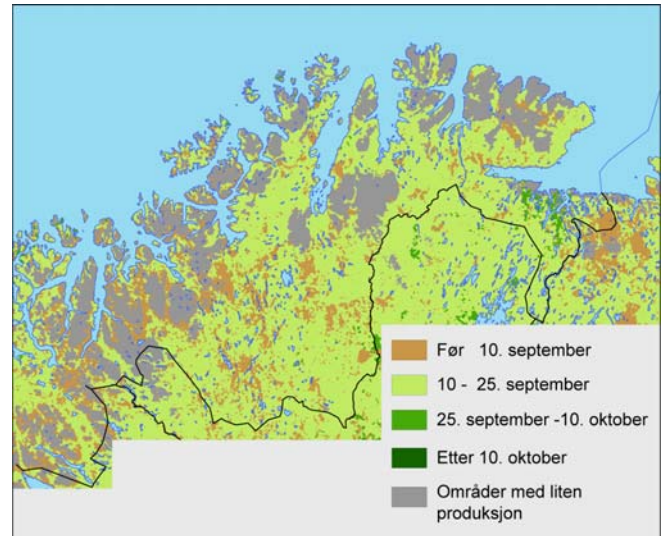
	2000	2001	2002	2003	2004	Gj.snitt
Holt	21. sep	20. sep	15. sep	15. sep	8. sep	16. sep
Kvithamar	12. okt	28. sep	18. sep	19. sep	2. okt	28. sep
Storsteigen	10. okt	10. okt	1. sep	24. sep	27. sep	26. sep
Tomb	24. okt	23. okt	5. okt	8. okt	12. okt	14. okt
Øksnevad	26. okt	28. okt	10. okt	18. okt	27. okt	22. okt



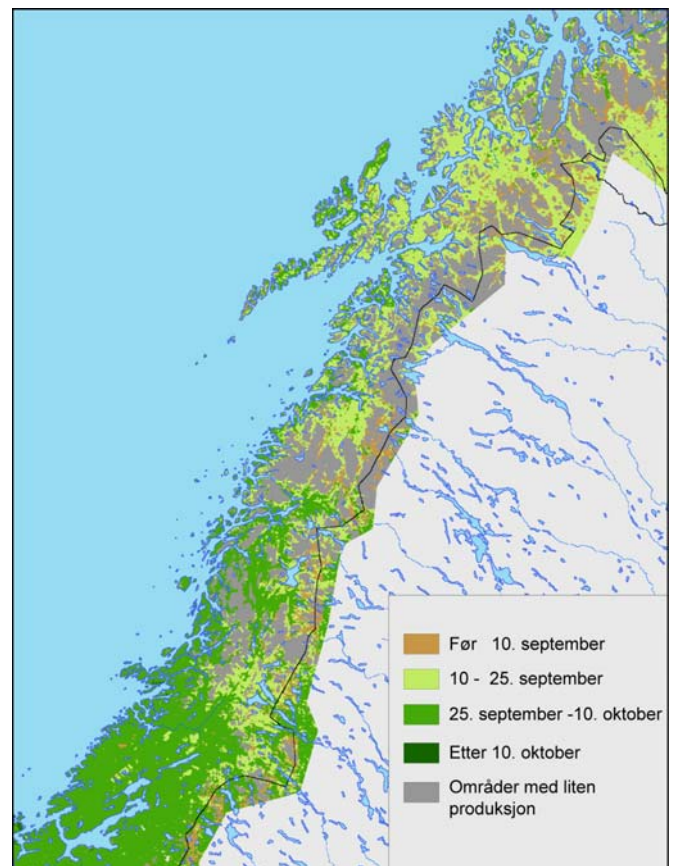
Figur 1. Beregna avlinger i timoteieng ( $\text{kg TS daa}^{-1}$ ) for fem steder og fem år. Antall slåtter og slåttetidspunkt er satt etter hva gårdbrukerne vanligvis gjør på de ulike stedene.

### Kart basert på MODIS-NDVI satellittdata

Med utgangspunkt i beregna vekstavslutning (tabell 1) og målinger av NDVI for de fem år og fem stedene har vi laga norgeskart over vekstavslutning hos gras (figur 2, 3 og 4). Kartene viser en klar sør-nord gradient og en kyst-innlandsgradient. Det er brukt noe ulike metoder for de tre studieområde og det er derfor ikke alltid samsvar mellom de overlappende områder.

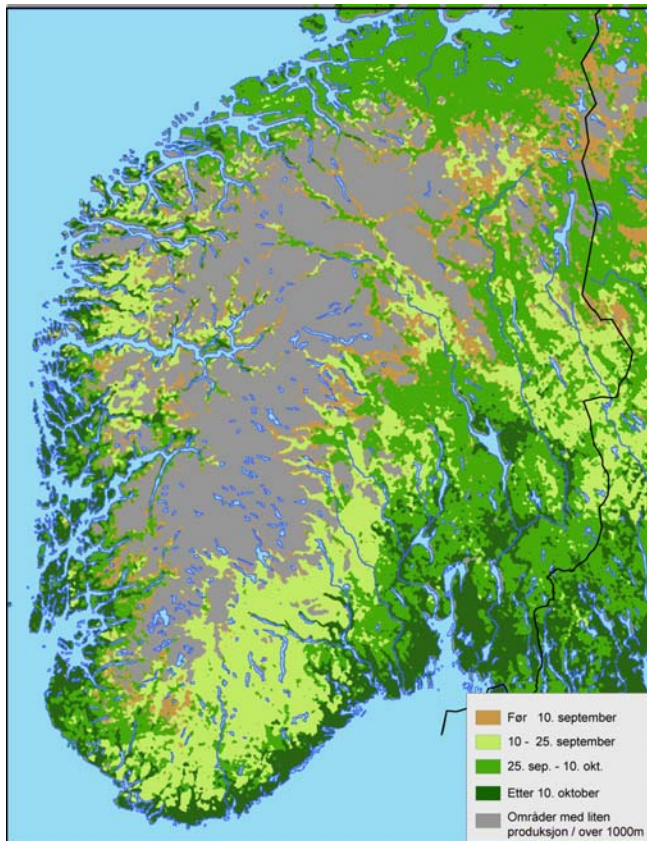


Figur 2. Estimert dato for vekstavslutning hos gras i Nord-Troms og Finnmark basert på MODIS-NDVI satellittdata, gjennomsnittsverdier for åra 2000 til 2004.



Figur 3. Estimert dato for vekstavslutning hos gras i Nord-Trøndelag, Nordland og Troms, basert på MODIS-NDVI satellittdata, gjennomsnittsverdier for åra 2000 til 2004.

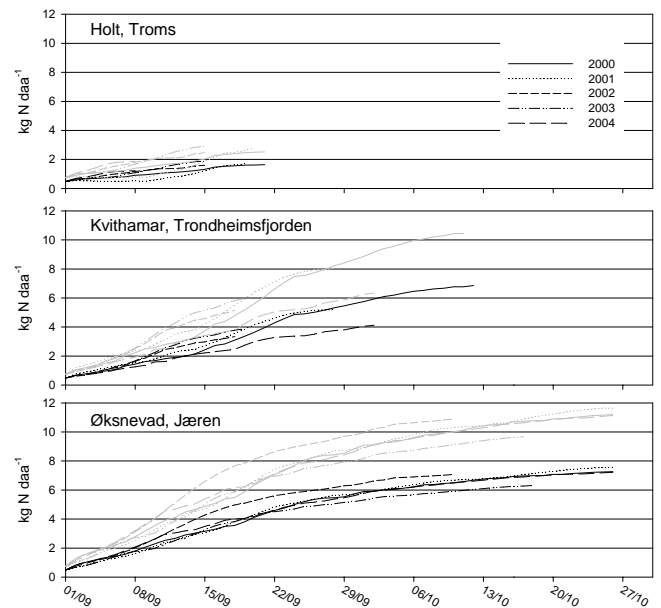




Figur 4. Estimert dato for vekst avslutning hos gras i Sør-Norge basert på MODIS-NDVI satellittdata, gjennomsnittsverdier for åra 2000 til 2004.

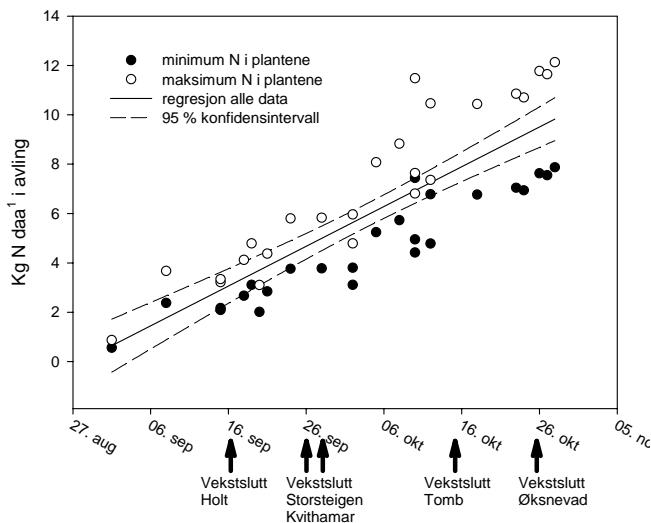
### Beregna N-opptak hos gras etter siste spredning av husdyrgjødsel

Dersom vi forutsetter spredning av husdyrgjødsel på nyslått eng uten nedmolding ved dagens siste frist, 1. september, vil det som en følge av ulik vekst opptas ulike mengder N  $\text{daa}^{-1}$  (figur 5).



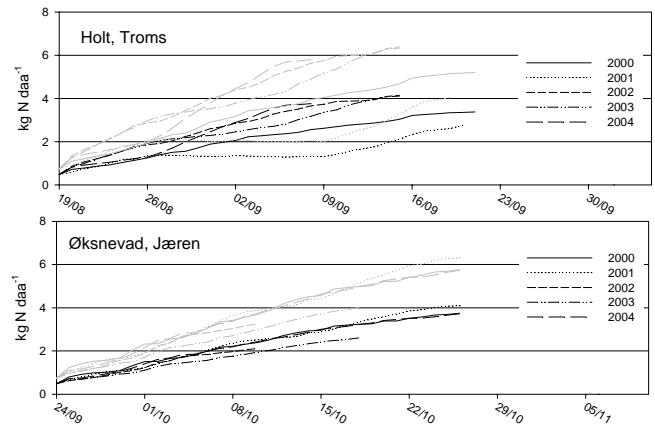
Figur 5. Beregna  $\text{kg N daa}^{-1}$  i timoteieng etter slått 1. september for tre steder. Mørke linjer er minimum mengde N og lyse linjer er maksimum mengde N ved de aktuelle avlingsnivåa de fem åra.

Ei sammenstilling av utrekna, minimum og maksimum, mengde N i avling ved vekstslutt og dato for vekstslutt for alle fem steder og år, viser en variasjon fra litt over 0 til 12  $\text{kg N daa}^{-1}$  dersom en fastsetter siste slått til 1. september (figur 6). Dersom husdyrgjødsel hadde blitt spredd uten nedmolding straks etter slått, og en har et ønske, eller krav, om at enga tar opp minimum 4-5  $\text{kg N}$  etter ei slik spredning, ser en at 1. september er passende frist for lokalitetene Kvithamar og Storsteigen, mens det er mulig med en senere frist for Tomb og Øksnevad. For Holt er det derimot aktuelt med en tidligere frist.



Figur 6. Mengde N ved vekstslutt i gjenvækst av timoteieng etter slått 1. september for fem steder i fem år (åpne symboler maksimum N i plantene og lukka symboler minimum N ved de beregna avlingsnivåa). Gjennomsnittlig vekstslutt for de fem stedene er markert med piler på dato-aksen.

Dersom vi tar utgangspunkt i at den nåværende fristen, den 1. september, er passende for Kvithamar som har vekstavslutning 28. september, vil en kunne foreslå at **nye stedstilpassa frister kan settes til fire uker før gjennomsnittlig vekstavslutning**. For eksempel vil fristen da være bli 19. august for Troms, Holt og 24. september på Jæren, Øksnevad (figur 7). Lågere vekstrater utover seinhøsten gjør imidlertid at veksten og N-opptaket på Jæren etter 24. september kanskje er noe lågere enn ved Trondheimsfjorden etter 1. september, slik at en fire ukers regel kanskje er litt i enkleste laget. For de mørke grønne områdene på kartet, med vekstavslutning etter 10. oktober (figur 4), vil en generell frist kanskje kunne settes til omkring 12. september.



Figur 7. Beregna mengde N i stående timoteieng etter slått ved eventuell ny frist for spredning av husdyrgjødsel fire uker før vekstslutt for Troms (19. august) og for Jæren (24. september). Mørke linjer er minimum N og lyse linjer er maksimum N ved de aktuelle avlingsnivåa.

### Opptak av fosfor som kriterium for spredefrist

Det er også mulig å estimere engvekstenes opptak av fosfor (P) på ulike lokaliteter etter slåtte- og spredetidspunkt for husdyrgjødsel dersom en skal legge større vekt på det enn på nitrogenopptaket. I blautgjødsel fra storfe (8 % tørrstoff) er det i underkant av 1 kg P tonn<sup>-1</sup> gjødsel, og det meste av dette kan en rekne for å være tilgjengelig for planten (Tveitnes 1993). For hvert kg TS ei litt eldre graseng legger på seg, tas det opp ca 3 g P. Ei avling som inneholder 4-5 kg N, vil ta opp omtrent 0,5 kg P som utgjør halvparten av det en har spredd med 1 tonn gjødsel. Dersom en legger vekt på at alt P i spredd gjødsel bør være tatt opp før vekstavslutning, kan det altså være grunn til å flytte fristen til tidligere på høsten/ettersommeren enn det som er foreslått over.

### Andre vær- og årstidsavhengige forhold som påvirker tapet av næringsstoff til miljøet

Vår oppgave var ikke å utrede hvordan vær og årstid kan påvirke faren for tap av næringsstoff fra husdyrgjødsel utover det at disse faktorene påvirker planteveksten. Likevel vil vi peke på at tapet av N i gassform trolig vil være lågere om høsten enn om våren og framfor alt etter slått om sommeren. Dette har sammenheng med lufttemperatur og nedbørsforhold.

Faren for overflateavrenning/erosjon og tap via grøftevatn kan på den andre sida reknes

for å være vesentlig større når nedbøren oftest øker utover høsten.

### Mulig videre arbeid

Klarlegge variasjonen (risiko og usikkerhet) ved de fem stedene og flere. Framskaffe data for styrke sammenhengen mellom tilvekst og NDVI, særlig aktuelt i områder hvor en kan tenke seg en senere frist. Gi ei vurdering av de "agronomiske konsekvensene" av utsatt frist. Overvintring av enga kan bli påvirket både ved at siste slått om høsten kan bli flytta ut og ved at næring blir tilført. En del gjødsel kan bli flytta fra åker til eng dersom utsatt frist blir gitt, og det kan både være "bra og dårlig". Faren for "sporer i mjølk" pga dårlig hygienisk kvalitet på fôret kan bli mindre dersom en del av husdyrgjødsel flytta fra vår- og sommerspredning til høstspredning.

### Takk til

Endre Skar (Geofysisk Institutt, UiB) for framskaffelse av kvalitetssikra klimadata, Torbjørn Kristiansen (Forsøksringen SørØst), Knut Hagen (Nord-Østerdal Forsøksring), Olav Harbo og Anne Langerud (Planteforsk) for feltarbeid.

### Referanser

Bonesmo, H., 1999. Modelling spring growth rates of timothy and meadow fescue by an exponential growth equation. Acta Agric. Scand., Sect. B. Soil and Plant Sci. 49 216-224

Bonesmo, H & A.O. Skjelvåg, 1999. Regrowth rates of timothy and meadow fescue cut at five phenological stages. Acta Agric. Scand., Sect B, Soil and Plant Sci. 49 209-215

Bonesmo, H & G. Bélanger, 2002. Timothy yield and nutritive value by the CATIMO model: I. Growth and Nitrogen. Agronomy Journal 94: 337-345.

PhenoClim, 2005. Fenologi som en indikator på effekter av klimaendringer (PhenoClim). <http://project.itek.norut.no/phenology/no/>

Tveitnes, S., 1993. Husdyrgjødsel. Statens fagtjeneste for landbruket, Ås. ISBN 82-90598-10-6.

Ansvarlig redaktør:  
Assisterende forskningsdirektør Nina Heiberg

Fagredaktør denne utgaven:  
Direktør Erik Revdal