



Noregs miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgåve 2024 45 stp
Fakultet for Biovitenskap

Ein ekstra slått eller tidlegare hausting gjev høgare grovfôropptak og lågare kraftfôrforbruk i mjølkeproduksjonen

One extra grass harvest or harvesting at an earlier development stage results in higher feed intake and lower concentrate intake in dairy milk production

Marit Andrisdotter Kvam
Husdyrvitenskap

Føreord

Denne masteroppgåva markerer slutten på studietida ved Noregs Miljø og Biovitskaplege universitet. Oppgåva er skriven ved fakultet for Biovitskap hausten 2023 og våren 2024.

Oppveksten, og arbeidet på heimgarden i Vang i Valdres, og engasjementet for norsk landbruk var avgjerande for at eg byrja på studiet i husdyrvitskap. Drøvtyggjarenering og mjølkeproduksjon har vore det eg har hatt størst interesse for gjennom heile studietida.

Eg er difor særst takksam for å få høve til å skrive ei masteroppgåve som sameiner forskning og praktisk mjølkeproduksjon. Det er viktig å sjå grovfôproduksjonslina i heilskap, der ein tek strategival som resulterer i grovfôr med god kvalitet produsert etter mjølkekyrne sine behov.

Eg ynskjer og rette ein stor takk til hovudrettleiar Harald Volden for særst god hjelp til val av oppgåve, og rettleiing gjennom heile arbeidet. Og ein takk til bi-rettleiar Egil Prestløyken for gode innspel til oppgåva. Ein takk til Yara og Tine for innsamla datamateriale, og til rådgjevarar i TINE for avklaringar undervegs i arbeidet. Takk til Guro Råheim Kvam for korrekturlesing, og Thea Sandsengen for reknehjelp. Sist men ikkje minst ynskjer eg og takke alle på lesesalen for gode diskusjonar og kaffepausar, mastergjengen og kollektivet på Løa for fem fantastiske år på Ås.

Institutt for husdyr- og akvakulturvitskap

Ås, 15.mai.2024

Marit Andrisdotter Kvam

Samandrag

Målsetjinga for oppgåva var å studere korleis endring i hauste- og slåttesystem påverka avlingsmengd og grovfôrkvalitet. Dette vart undersøkt ved hausting av graset åtte dagar tidlegare enn hovudslåtten, og ved å ta ein ekstra slått. Desse effektane vart vidare nytta til å studere korleis grovfôrkvalitet påverka kraftfôrbehov, fôropptak, arealbehov og økonomi i mjølkeproduksjonen.

Datamaterialet vart samla inn i forbindelse med TINE og YARA sitt prosjekt kring utvikling av biomasseprediksjon i Yara Atfarm. I arbeidet vart det gjort registreringar på 19 gardsbruk og 94 skifter totalt, i regionane Rogaland, Trøndelag og Sør-Austlandet (Buskerud og Telemark). Avlingsmengd og grasprøvar vart målt 8 dagar før sjølve slåtten, og ved hovudslåtten. Dette utgjer 429 avlingsregistreringar og 389 prøvar med kjemiske analysar. Kjemisk innhald nytta i fôrberekningane var fordøyingsgrad (OMD) og innhald av råprotein. Simuleringar av fôropptak vart gjort i TINE OptiFôr, desse tala vart nytta i berekningar av grovfôr og kraftfôrbehov samt arealbehovet per kyr.

Resultata i denne studien syner ein gjennomgåande effekt av at tidlegare hausting gav høgare innhald av råprotein og auka fordøyingsgrad av organisk materiale (OMD). Tidlegare hausting gav og gjennomsnittleg lågare avlingsmengd. Å ta ein ekstra slått gav ikkje eintydig lågare avlingsmengd totalt, men synte og å gje auka OMD og innhald av råprotein. I Rogaland var det gjennomsnittleg høgare avlingsmengd med ein ekstra slått, og for Sør-Austlandet var det små utslag for noko lågare avlingsmengd. Berre i Trøndelag var det signifikant lågare avlingsmengd for både fyrste- og andreslått med ein ekstra slått. Vêret og lokalt klima kan tolkast å ha ein samanheng med avlingsmengd og grovfôrkvalitet. Oversikt over vêrparameter i vekstsesongen er difor viktig. Berekningane for grovfôropptak og kraftfôrbehov synte høgare grovfôropptak, og lågare kraftfôrforbruk ved hausting åtte dagar før. Tidlegare hausting kan redusere kraftfôrkostnadane, men det gav og ei auke i areal per kyr/år. Effekten av ein ekstra slått synte lågare kraftfôrforbruk og høgare grovfôropptak. Det synte ikkje like stor auke i arealbehovet som å hauste tidlegare.

Abstract

The aim of this thesis was to study how changes in frequency of harvests and harvesting on an earlier development stage affected the grass yield and forage quality. This was examined with forecast harvesting of the grass eight days earlier than the main harvest, and by harvesting one extra time through the season. The effects were considered when studying how forage quality affected concentrate intake, forage intake, land requirements and economy in milk production.

The data material was collected through TINE and YARA's biomass project in YARA Atfarm. In the data collection, registrations were done at 19 farms and 94 fields in total. The registrations were done in the regions Rogaland, Trøndelag and South-East Norway (Buskerud and Telemark). Grass yield and samples were measured 8, days before the main harvest, and on the harvest day. This makes 429 grass yield registrations and 389 chemical analyses. The chemical analyses were done with NIRS-sensors. The parameters used in the feed intake calculations was organic matter digestibility (OMD) and crude protein content. Simulations of feed intake were done in TINE OptiFôr. These numbers were used in estimations of land requirement per cow.

The result of the study shows a throughout effect of harvesting on an early development stage gives higher crude protein content per kilogram of dry matter, and increased OMD, but in general lower grass yield. An extra harvest did not unequivocally result in a lower total grass yield but proved to increase OMD and crude protein content. In Rogaland, the average grass yield was higher with an extra harvest, whereas in Southeast Norway the effect on grass yield was minor. Trøndelag was the only region where an extra harvest had a significant decrease on grass yield for both the first and second harvest. Weather and local climate will affect grass yield and forage quality. Therefore, control of weather parameters during the growing season is important. The calculations of forage intake, and concentrate level showed higher forage intake, and lower concentrate consumption with harvesting eight days earlier, which can reduce the total cost of concentrate feed, but it also resulted in an increase in area per cow/year. The effect of an extra grass harvest also showed lower concentrate intake and higher feed intake. It did not show as large an increase in land requirement as harvesting at an earlier development stage.

Innhald

Føreord.....	I
Samandrag.....	II
Abstract.....	III
1. Innleiing.....	1
2. Teori.....	2
2.1 Grovfôr.....	2
2.1.1 Kva er grovfôr?.....	2
2.1.2 Norsk grovfôr.....	3
2.1.3 Morfologien og utviklinga til graset.....	4
2.1.4 Grasartar.....	5
2.2 Effekten vêret har på avling og kjemisk innhald.....	6
2.2.1 Lys: Dagleigde og solstråling.....	6
2.2.2 Temperatur.....	7
2.2.3 Vasstilgang.....	8
2.3 Effekt av grovfôrqualität på fôropptak og mjølkeproduksjon.....	9
2.3.1 Fôropptak.....	9
2.3.2 Fôropptak i NorFôr.....	10
2.3.3 Mjølkeproduksjon.....	10
2.3.4 Fôret sin effekt på den kjemiske samansetnaden i mjølk.....	11
3.0 Materiale og metode.....	13
3.1 Materiale.....	13
3.2 Berekningar og statistiske modellar.....	16
4.0 Resultat.....	17
4.1 Avlingsmengder og grovfôrqualität.....	17
4.1.1 Rogaland.....	17
4.1.2 Vêrdata Rogaland.....	19
4.1.3 Sør-Austlandet.....	20
4.1.4 Vêrdata Sør-Austlandet.....	21
4.1.5 Trøndelag.....	23
4.1.6 Vêrdata Trøndelag.....	25
4.2 Simuleringar av arealbehov.....	27
5.0 Diskusjon.....	30
5.1 Effekten av haustestrategi – når skal ein slå graset?.....	30
5.2 Konsekvensen av ein ekstra slått.....	34
5.3 Grovfôr- og kraftfôropptak og arealbehov.....	35

5.4 Datagrunnlaget.....	38
6.0 Konklusjon.....	39
7.0 Kjelder.....	40

1. Innleiing

Regjeringa har lagt fram ein plan for auka sjølvforsyning, samt opptrapping av inntektsmoglegheiter i jordbruket. I meldinga er det ei konkret målsetjing om å «auke kvaliteten og andelen grovfôr i fôrrasjonen til drøvtyggjarar» ((Meld. St. 11 (2023-2024), 2024) s. 47). Topografien i Noreg gjev naturgjevne utfordringar for matproduksjon, mellom anna at store delar av landbruksareala berre er eigna til drøvtyggjarbaserte produksjonar. Matproduksjon i Noreg er avhengig av grasbasert produksjon, då 51 % av jordbruksarealet i landet nyttas til grovfôrproduksjon og 15,9 % nyttast til innmarksbeite (NIBIO, 2024). Dette utgjer $\frac{3}{4}$ av det totale jordbruksarealet i Noreg

Med eit mål om auka sjølvforsyningsgrad, og auka norskandel i fôret til norske mjølkekyr, fordrar det ein meir effektiv og betra grovfôrproduksjon, både med omsyn til avling og kvalitet. Det er behov for auka mengd grovfôr, samt fôr av høg ernæringsmessig kvalitet. Mengd og kvalitet i grovfôrproduksjonen kan vere to motsetnader, då kvaliteten reduserast ved auka utviklingstrinn og mengd gras (Osborn, 1980).

Strategiske val og mål gardbrukaren set i grovfôrdyrkinga er avgjerande for å lykkas med grovfôrproduksjonen. Auka kvalitet, og nok mengd er avhengig av mange faktorar. Mellom anna av arealgrunnlaget på den enkelte gard, på kva utviklingstrinn ein slår fôret, kor mange slåttar ein tek per skifte, samt kva grasfrøblanding ein har valt, og korleis ein tilpassar seg det lokale klimaet.

Det er fleire hypotesar knytt til oppgåva. Arealbehovet per kyr vert auka ved endra slåttesystem. Effektane knytt til tidlegare haustedato er høgare kvalitet på fôret, at grovfôropptaket aukar, og at behovet for kraftfôr går ned.

Målsetjinga med denne oppgåva er å studere korleis haustetidspunkt og slåttesystem påverkar avlingsmengd og kvaliteten på grovfôret. Oppgåva tek også for seg korleis ulike grovfôrkvatitetar påverkar kraftfôrmengd, grovfôropptaket og økonomien i mjølkeproduksjonen.

2. Teori

2.1 Grovfôr

2.1.1 Kva er grovfôr?

I følge NorFor (Volden, 2011) er fôrmiddel med lengd over 6 millimeter klassifisert som grovfôr, medan partikkellengde under 6 millimeter klassifiserast som kraftfôr. Det er viktig med informasjon om fôrmidla, mellom anna struktur, – altså om graset er fint, grovt, hakka eller uhakka. Dette er faktorar som påverkar partikkellengda, og som er viktig for andre faktorar som tyggetid og fylleverdi (Volden, 2011). Ein annan definisjon av grovfôr er at grovfôr er strukturrikt fôr, i motsetnad til kraftfôr som er energirikt (Søgaard et al., 2003) I Noreg er grovfôr ofte nytta i form av surfôr. Surfôr kan definerast som det ferdige produktet av kontrollert fermentering av rått gras, under anaerobe forhold (Mo, 2005).

Inndelinga av tørrstoffet i grovfôret delast i organisk stoff og oske. Organisk stoff kan vidare delast inn i dei kjemiske komponentane råprotein, nøytral løyseleg fiber (NDF), stivelse, råfeitt, mjølkesyre, flyktige feittsyrer, alkohol og restkarbohydrat (Volden, 2011). Dei ulike kjemiske komponentane er vidare delt opp i fleire undergrupper.

Råprotein er innhaldet av nitrogen i fôret gagnar 6,25, noko som forutsett at innhaldet av nitrogen i aminosyrer som er byggsteinane for protein, i gjennomsnitt er 16%. Samansetjinga av råprotein har stor effekt på proteinfordøyinga i tarmkanalen til drøvtyggjaren. Råproteininnhaldet er delt inn i løyseleg, potensielt nedbrytbart og totalt ufordøyeleg protein (Volden, 2011). Løyseleg protein omfattar løyselege protein, peptid, frie aminosyrer og ikkje-amino nitrogen. Til mjølkekyr er det ynskjeleg med eit høgt innhald av råprotein i grovfôret. Over 160g/kg TS kan klassifiserast som svært godt (Volden, 2011). I gras er det mest protein i blada (Osbourn, 1980). Forhaldet mellom blad og stenglar vil difor påverke proteininnhaldet.

Karbohydrat utgjer den største delen av fôrrasjonen til drøvtyggjaren. For å sikre god og stabil vomfunksjon, er det særskilt viktig med balanse av dei ulike karbohydratfunksjonane i dietten. Strukturelle karbohydrat er svært viktig, og er den største bestanddelen. NDF, Nøytralt fordøyeleg fiber kjem frå planta sitt celleveggmateriale. Det vil seie cellulose, hemicellulose og lignin. NDF kan delast inn i potensielt fordøyeleg, som omfattar cellulose, og totalt ufordøyeleg fiber, kor lignin er ein viktig komponent. Totalt ufordøyeleg fiber er det som er att i vomma etter fôret er inkubert i vomma etter in sacco i 288 timar (Volden, 2011). NDF-innhaldet i fôret aukar med utviklingstrinnet til graset. Svært tidleg hausta grovfôr har NDF-innhald på under 500 g/kg TS.

Ikkje-strukturelle karbohydrat er bestanddelane frå celleinnhaldet i planta. Dette omfattar mellom anna stivelse, sukker, betaglukan og nokre pektin. Betaglukan og pektin inngår i NorFor systemet i rest-fraksjonen. Sukker er og kategorisert inn i restfraksjonen, men vert ofte analysert med eigen analyse (Volden, 2011). Stivelse er ein svært viktig kjemisk komponent i fôrrasjonen til høgtytande kyr. Dei viktigaste stivelseskjeldene er korn, og i Noreg hovudsakleg som bygg, havre, kveite og rug (Landbruksdirektoratet, 2021). For store mengder stivelse i fôrrasjonen kan likevel redusere den mikrobielle aktiviteten og fiberfordøyinga i vomma. Stivelse vert hovudsakleg tilført fôrrasjonen i form av kraftfôr (Volden, 2011).

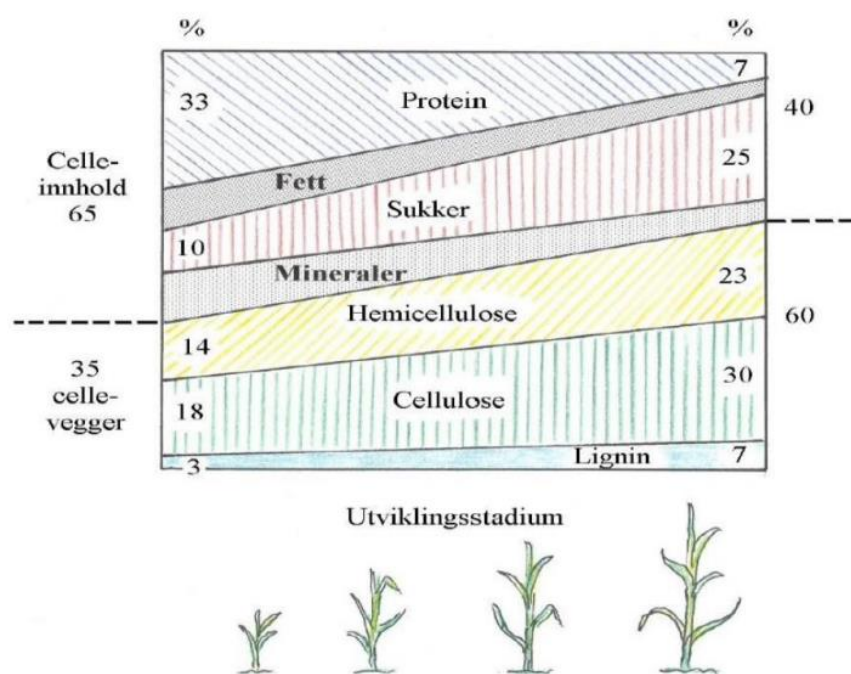
2.1.2 Norsk grovfôr

Grovfôr utgjer over halvparten av fôrrasjonen til drøvtyggjaren (Landbruksdirektoratet, 2021). Med mål om auka andel grovfôr i norsk mjølkeproduksjon frå både TINE og staten, er det viktig med god ernæringsmessig kvalitet og høge grasavlingar (Brodshaug, 2021; Landbruksdirektoratet, 2021). Det er fleire ulike målingar på kor høge grovfôravlingar som vert henta ut i dag. I følgje Statistisk sentralbyrå var gjennomsnittleg avling per kilo TS i 2023 651 kg TS. Fordelt på fylke var gjennomsnittleg avlingsmengd i Oslo og Viken 542 kg TS/daa, i Vestfold og Telemark 409 kg TS/daa, i Rogaland 1093 kg TS/daa og i Trøndelag 710 kg TS/daa (Statistisk sentralbyrå, 2024). Andre avlingsregistreringar frå Rogaland synte gjennomsnittleg avlingsmengd per dekar på 1006 kg TS for treslåttssystem, og 932 kg ts /daa for fireslåttssystem (Volden et al., 2022). Arbeidet «Agronomi i fjellandbruket» har synt totalavlingar for fjellstrøka Oppdal og Lierne i Trøndelag på høvesvis 830 kg TS/daa og 590 kg TS/daa (Todnem, 2017). Der vart det også gjort registreringar som synte gjennomsnittlege avlingar for dalstrøk på Austlandet på 770 til 920 kg TS/daa (Todnem, 2017).

Grovfôrprøvestatistikken til TINE SA syner ein jamn fôr kvalitet for både fyrste-, andre- og tredjeslått (I. Schei, pers med 2024). Gjennomsnittlege fôrverdiar frå heile landet var for fyrsteslått 38% tørrstoff, 144 gram råprotein/kg TS, 495 gram NDF /kg TS, 72,2 % OMD og med netto energi laktasjon (NEL20) på 6,10 MJ per kg TS. For andreslått var landsgjennomsnittet 33 % TS, 145 gram råprotein/kg TS, 483 gram NDF og 71,5 % OMD. NEL20 var 6,02 MJ per kg TS. Gjennomsnittlege verdiar for tredjeslått var 29 % TS, 161 gram råprotein/kg TS, 454 gram NDF/ kg TS, 17,1 % OMD og NEL20 var 6,30 MJ (I. Schei, pers med 2024).

2.1.3 Morfologien og utviklinga til gras

Den morfologiske utviklinga til grasplanta har stor påverknad på fôrverdi og kjemiske innhald (Mo, 2005). Korvidt ei plante er i buskingsfasen (vegetativ fase) eller i reproduksjonsfasen er ein drivar som påverkar blad:stengel-forhaldet. I buskingsfasen veks blada og stengelen til planta i høgd, og det er meir bladmasse enn stengelmasse. I reproduksjonsfasen – også kalla skyting og blomstring, byrjar planta og danne frø. I denne fasen vert det danna ein høgare andel stengel (Universitetet i Oslo, 2011a). Kva art gras er, samt påverknad frå miljøfaktorar og kva slags agronomiske tiltak som blir gjort, har effekt på vekst og morfologisk utvikling (Osborn, 1980) (Figur 1).



Figur 1. Grasets si morfologiske utvikling og utvikling i næringsinnhald (Osborn, 1980).

Når planta er på eit tidleg utviklingstrinn, utgjer celleinnhaldet to tredjedelar av tørrstoffinnhaldet til planta. Mykje av næringsstoffa finst i bladmasse til planta (Osborn, 1980). På dette stadiet er protein hovudbestanddelen. Celleinnhaldet er i denne fasen tilnærma hundre prosent fordøyeleg (Mo, 2005). Etersom celleveggstoffa aukar, så vert proteinandelen redusert – som følgje av ei endring i blad:stengel-forhaldet. I tidleg vekstfase vil det vera lite cellevegginnhald i planten (Osborn, 1980). Ved aukande vekst og utvikling av planta, aukar innhaldet av desse næringsstoffa, for at stengelen skal halde seg oppreist. Celleveggstoff i gras er bygd opp av cellulose, hemicellulose og lignin, og analyserast som NDF. Lignin er eit antinæringsstoff, og vil, saman med cellulose og hemicellulose, redusere fordøyingsgraden av

planta. Det er ein større andel celleveggstoff i stengelen sine celler, samanlikna med cellene i bladmassa (Osborn, 1980).

Det vert mindre blad, og meir stengel når planta utviklar seg (Osborn, 1980). Ved blomstring utgjer stengelen med celleveggane om lag seksti prosent av plantemassa,- noko som gjev ei dobling i lignininnhald. Som følgje vert også fordøyingsgraden sterkt redusert (Mo, 2005). I tida kring skyting kan ein rekne om lag 0,5 prosenteningar i redusert fordøyingsgrad kvar dag, avhengig av miljøfaktorar som temperatur samt grasart (Mo, 2005). Artane timotei og engsvingel har ei seinare lignifisering samanlikna med hundegras og raigras som raskare får redusert fôrverdi etter skyting (Mo, 2005). Innhaldet av sukker kan også auke, med auka utviklingstrinn då det er meir fruktan i stengelen. Dette er varierende, og sterkt påverka av miljømessige faktorar som lysforhald og temperatur. (Osborn, 1980).

Desse faktorane gjer at haustetidspunkt i høve til utviklingstrinn har stor effekt på kva næringsinnhald og kvalitet graset får.

2.1.4 Grasartar

Grasartar har ulike fysiologiske behov. Ein kan klassifisere grasartar i ulike klassar, mellom anna som strågras og bladgras. Fysiologien avhenger av veksemåten til grasarten. Når strågras haustast kjem det etter kvart nye skot. Det tek litt tid før nye skot kjem, som gjer at gjenveksten kjem seinare i gang etter slått (Jetne, 1981). Bladgras har ein større andel bladmasse, det tek lang tid før skota vert stengel. Bladgras har eit lågt vekstpunkt, som gjer at gjenveksten startar fortare etter hausting (Jetne, 1981). Typiske bladgrasartar er engsvingel, fleirårig raigras, hundegras, engrapp, strandsvingel og raisvingel. Typiske strågrasartar er timotei, bladfaks, og strandrøyr (Jetne, 1981).

Grasartane har ulike krav til vekstmiljø, dei har også ulike tolegrensar og haldbarheit avhengig av klima. Strågraset timotei har behov for moldrik jord, leire eller myr med middels til høg pH. Det er ein tørkesvak art, som ein kan ta om lag to til tre avlingar på kvart år. Timoteien er avhengig av god gjødsling. Haldbarheita er om lag 3,4 engår. Timotei har også særskild smaklegheit (Jetne, 1981).

Strågraset bladfaks trivast best i lett sandjord, med pH over 6,5. Bladfaksen er tørkesterk med god smaklegheit, men kvaliteten fell raskt etter skyting. Ein kan ta to avlingar per sesong, men det er til gjengjeld ei eng med lang haldbarheit (Jetne, 1981). Strandrøyr er eit strågras som trivast best i myrjord med låg pH. I likskap med bladfaksen er det ein art som er langvarig, og som ein best tek to avlingar på. Smaklegheita er middels (Jetne, 1981).

Bladgraset engsvingel veks best i moldrik jord eller leire, med høg pH. Arten er tørkesvak, men med god smaklegheit. Haldbarheita er fire til fem år, engsvingel tolerer to til tre haustingar i sesongen best (Jetne, 1981). Engsvingel er mykje nytta i grasblandingar med timotei. Hundegras er eit typisk bladgras, og trivast godt i moldrik leirjord. Hundegras set særst høge krav til pH i jorda, og er særst tørkesterk. Det er ein art ein kan ta opp til 5 haustingar med, og som har ein haldbarheit på opp til 4 engår. Hundegras har god smaklegheit, om det vert hausta tidleg nok (Jetne, 1981). Bladgraset engrapp trivast best i djup moldrik jord, og med høg pH. Engrappen er tørkesvak og passar best i langvarig eng. Ein kan ta om lag to avlingar i sesongen. Engrapp har god smaklegheit (Jetne, 1981). Strandsvingel er eit tørkesterkt bladgras som i likskap med engsvingel trivast i moldrik jord med høg pH. Motsetnaden er at det er ein tørkesterk art ein kan ta tre til fire haustingar på. Smaklegheita er middels, og enga kan vare opp til fem år (Havstad, 2024).

Raigras kan kategoriserast både som strågras og som bladgras, avhengig av om det er fleirårig eller eittårig, samt kva sort det er. Fleirårig raigras har best vekst i moldrik leirjord med høg pH. Det er ein tørkesvak art, som varar i om lag 2,5 engår. Det kan takast opp til fem haustingar i sesongen, og grasets har god smaklegheit (Jetne, 1981).

2.2 Effekten vêret har på avling og kjemisk innhald

Solstråling er grunnleggjande for at planta skal utøve fotosyntese. I tillegg er temperatur og vasstilgang særst viktige faktorar for planta sin produksjon og utvikling. Desse to faktorane avgjer i stor grad av lengd på veksts sesongen (Buxton, 1994).

2.2.1 Lys: Dagleiende og solstråling

For at planta skal utøve fotosyntese er solstråling naudsynt. Potensialet for solstråling vert i stor grad avgjort av årstid og på kva breiddegrad planta veks (Rosenberg et al., 1983). For Noreg betyr dette lyse lange dagar i sumarhalvåret, men med lågare strålingsstyrke mot plantane – samanlikna med sørlegare område (Buxton, 1994). Dette påverkar grasets si reproduktive utvikling, og kan påverke det kjemiske innhaldet i fôret indirekte.

Lengre dagar og lenger fotoperiode har synt seg å gje ei endring i blad:stengel-forhaldet, med ei auke i bladmasse (Hay, 1990), noko som gjev gras med høgare OMD. Lang fotoperiode gjev også ei auke i fotosynteseaktiviteten. Mellom anna fører det til auka andel sukker i celleveggane. Det gjev også ein reduksjon i nitrogeninnhaldet i planta, som igjen kan føre til redusert proteininnhald (Wilson & Hacker, 1982).

Det kjemiske innhaldet i grasnet endrar seg gjennom døgnet. Innhaldet vassløyslege karbohydrat har synt å vere legst før soloppgang, og høgast om ettermiddagen. Planteprotein vert brote ned om natta, og remobiliserast med sollys på dagtid. Dette gjev ein relativ variasjon i planteproteininnhald mellom morgon og kveld (Buxton, 1994).

Skuggelegging førekjem relativt ofte i vekstperioden til grasnet, som følgje av overskytende vêr og skugge frå plantar i det same skiftet. Med blandingseng er dette relativt vanleg (Buxton, 1994). Skuggelegging kan påverke kor mykje grasnet veks, hastigheita av morfologisk utvikling, og det kjemiske innhaldet i planta. Ved aukande skugge vil planteveksten stagnere noko. Viss alternativet er fullt sollys, kan det likevel verte høgare grasavlingar med noko skugge (Buxton, 1994). Skuggeperiodar har størst påverknad på seinking av morfologisk utvikling ved busking, samt redusert stengelvekst. Effekten av skugge på det kjemiske innhaldet i grasnet er liten. Skugge kan stimulere til at stengelen strekk seg opp i sollyset hjå enkelte artar (Corré, 1983).

2.2.2 Temperatur

Temperatur er den miljømessige effekten som har størst påverknad på fôrqualität og utvikling i planta. Det påverkar utviklingstrinn og blad:stengel-forhaldet. Temperatur påverkar også kva vev planta utviklar (Buxton, 1994). Minimum temperatur for begynnande vekst er 5-7 grader (Nelson, 1994). Optimal temperatur for grasvekst reknast i Noreg for å vere rundt 17-21 grader (Jetne, 1981). Aukande temperatur gjer at utvikling og vekst også skjer raskare, då det stimulerer til auka metabolsk aktivitet (Nelson, 1994). Det har synt seg at temperaturar over 25 grader gjev tørkestress, og reduserer veksten til planta hurtig. Veksten vert mellom anna avgrensa av tilgjengeleg karbohydrat til fotosyntesen. Ved grasvekst med lågare temperaturar vert planta mindre lignifisert, og får høgare fordøyingsgrad. Ved grasvekst på 10-15 grader vert det også lagra meir karbohydrat i blada til grasnet, hovudsakleg dei ikkje-strukturelle (Nelson, 1994).

Fôrverdien til grasnet vert påverka negativt som følgje av høge temperaturar. Forsøk syner at temperatur har størst negativ innverknad på nedbrytingsevne, altså grasnet sin fordøyingsgrad (Deinum et al., 1968). Det er funne reduksjon i *in vitro* fordøyingsgrad på 80 g/ kg TS ved ei temperaturauke frå 10-15 grader celsius til 20-25 grader celsius. Dette er ein konsekvens av auke i celleveggmaterialet, men ein reduksjon av andelen nedbrytbart NDF. Dette påverkar innhald av ikkje-strukturelle karbohydrat (Vough & Marten, 1971). Nordheim-Viken et al. (2009) fann og effektar av temperatur på hastigheita av den morfologiske utviklinga til grasnet. Timoteiplantar som vaks i eit miljø med 15 grader celsius på dagtid, og 9 grader celsius om natta brukte nær dobbelt så lang tid på å nå blomstringsstadiet, samanlikna med plantane som

hadde dagtemperatur på 21 grader celsius og nattetemperatur på 15 grader (Nordheim-Viken et al., 2009). Dette syner at temperaturauke påverkar graset sitt lignin- og råproteininnhald.

Ein viktig parameter for samanhengen mellom temperatur, morfologisk utvikling og haustetid er varmesum (Volden, 2021b). Varmesum reknast som gjennomsnittstemperaturen for enkeltdøgn i ein periode. Det er altså summen av antal døgngrader (Bakken, 2023). Det syner seg at maksimalt 500 døgngrader fram til fyrste slått, og mellom kvar slått, gjev optimal kvalitet og mengd (Kjærstad, 2021) .

2.2.3 Vasstilgang

Vatn er ein naudsynt faktor for fôrdyrking, og inngår i alle metabolske prosessar som føregår i plantecellane, samt andre viktige funksjonar hjå plantane (Nelson, 1994). Vatn inngår som drivar av elektron til fotosyntese, der oksygen er eit biprodukt, og hydrogen inngår i danninga av glukose i planta (Nyléhn, 2023). Så nær som alt vatn vert take opp gjennom røtene.

Både for mykje og for lite tilgang på vatn skapar utfordringar for graset sin vekst og fôr kvalitet. For mykje vatn mettar jorda, og gjev låge oksygennivå. Dette gjer at røtene står i eit heilt oksygenlaust miljø (Buxton, 1994). I tørkeperiodar vert vassmangel ein avgrensande faktor for grasvekst, og fører med seg lågare grasavlingar. Dette er ein konsekvens av at det fordampar meir vatn frå planta enn det vert take opp frå røtene, og fører til negativ påverknad av både fysiologiske og enzymatiske prosessar i graset (Buxton, 1994). Mangelen på vatn påverkar veksten negativt i form av mindre cellevekst, samt mindre busking og bladvekst. Det vert forseinking i utviklinga til planten. Tørkeperiodar har effektar på engavling og fôr kvalitet som følgje av tørkestress hjå planta (Buxton, 1994). Nokre grasartar toler tørkestress betre enn andre (Jetne, 1981).

Sheaffer et al. (1992) fann effekt av at tørke gav ei auke i råproteininnhald, og redusert innhald av NDF. Det vart også observert meir blad og mindre stengelvekst, som indikerer at tørke kan redusere morfologisk utvikling. Catunda et al. (2022) fann i forsøk med strandsvingel at kortvarig tørke reduserte mengd biomasse, og gav ei auke i morfologisk utvikling. Fariaszewska et al. (2017) syntte at moderat tørkestress, der det var 40 % av normal vasshushaldning i jorda gav ei auke i vassløselege karbohydrat og protein. Det vart også gjort funn av høgare fordøyingsgrad generelt og fiberfordøyning. Buxton (1994) forklarte at tørkestress og vassmangel kan gjere at det vert meir blad og mindre stengel, som følgje av redusert vekst, og at det ikkje vert lignifisering då mangelen på karbon til bygging av celleveggar er redusert ved vassmangel.

2.3 Effekt av grovfôrkvalitet på fôropptak og mjølkeproduksjon

2.3.1 Fôropptak

Fôropptaket hjå ei mjølkekyr vert påverka av fleire faktorar, knytt til både dyret og fôrmiddelet (Ingvartsen, 2003). Mengd fôr som vert tildelt dyret er og ein viktig faktor for fôropptaket. Maksimalt fôropptak får ein ved såkalla *ad libitum* fôring. Det er fôring etter etelyst, slik at kyrne får fri tilgang på grovfôr i minst 22 timar, og med ein føresetnad om 5 % fôrreistar etter alle dyr har fått sitt daglege fôropptak (Ingvartsen, 2003).

Det er fleire faktorar ved dyret som påverkar fôropptaket (Volden, 2011). Rase, laktasjonsstadium, fysiologisk stadium, laktasjonsnummer, vekt, og mjølkeyting har stor påverknad på kor stort fôropptak dyret har (Nørgaard, 2003). I tillegg er fôrmiddel-relaterte faktorar som planteart, rasjonssamansetnad, fordøyingsgrad, partikkelstørrelse, tørrstoffinnhald, og gjeringsprodukt faktorar med stor innverknad (Ingvartsen, 2003). Levemiljøet til mjølkekua påverkar og fôropptaket.

Fôrdøyingsgrad, OMD, er ein faktor med stor påverknad på fôropptaket til mjølkekyrne (Volden, 2011). Samspeleffektane som følgje av kraftfôrstrategi, mjølkeyting og prosent OMD i grovfôret er sentrale. Mellom anna fann (Álvarez et al., 2022) resultat som synte at surfôr med høg fordøyingsgrad (78,8 %) gav høgare tørrstoffinntak (3 kg TS/dag), samanlikna med grovfôr med lågare fordøyingsgrad (67,6 %). Høg fordøyingsgrad gav og høgare mjølkeyting (3,5 kg EKM). Dette med redusert kraftfôrmengd. Ved høg kraftfôrtildeling i tillegg til høgfordøyeleg surfôr vil ein ikkje få auka produksjon av mjølk (Álvarez et al., 2022). Det kom og fram at ein gradvis reduksjon i kraftfôrtildeling gav eit høgare grovfôropptak når ein nytta det høgfordøyelege grovfôret. For det lågfordøyelege grovfôret gav reduksjonen i kraftfôrmengd reduksjon i mjølkeyting, medan ei auke i kraftfôr gav ei større auke i EKM samanlikna med høgfordøyeleg grovfôr. Dette kan forklarast med substitusjonseffekten. Substitusjonseffekten kan skildrast som ein utbytteeffekt og styrast av grovfôr:kraftfôr-forhaldet i fôrrasjonen (Volden, 2011). Med ein for høg andel lettfordøyelege karbohydrat i rasjonen, som følgje av stivelsesrikt kraftfôr og grovfôr med høg fordøyingsgrad, vert det ei auke i restprodukt frå dei amylytiske vommikrobane, noko som gjev lågare pH i vomma (Sjaastad et al., 2010). Surare vommiljø gjer at dei fibernedbrytande mikrobane (cellulolytiske) får sub-optimale forhold, og omdannar med det ikkje fiber til flyktige feittsyrer like effektivt (Sjaastad et al., 2010).

Årvik (2023) synte at tre-slåttsystem, samanlikna med to-slåttsystem gav høgare innhald av protein og feitt i mjølka, samt høgare mjølkemengde i energikorrigert mjølk. Dette som følgje av lågare innhald av NDF, og høgare fordøyingsgrad og råproteininnhald (Årvik, 2023).

2.3.2 Fôropptak i NorFôr

I fôrplanlegging er det svært viktig å kunne predikere fôropptaket hjå drøvtyggaren. Ovannemnte eigenskapar som påverkar fôropptak for både dyr og fôret er viktig å ha informasjon om (Volden, 2011). Korleis fôret påverkar grada av vomfylling, nedbrytingstida i vomma og passasjehastigheita er sentralt. Fordøyingsgrad og fiberinnhald i grovfôret har stor effekt på desse faktorane. Høgt innhald av ufordøyeleg fiber gjev lågare fordøyingsgrad. Det fører også til høgare vomfylling, og lågare passasjehastigheit som følgje av låg nedbrytingshastigheit.

I NorFôr er fôropptak berekna med at dyret sin inntakskapasitet er lik fylleverdien (Volden, 2011). Grovfôret si kuttelengde, andel NDF og fordøyingsgrad påverkar fylleverdien i vomma. I tillegg vil både kraftfôrmengd og kraftfôrandelen påverke grovfôropptaket (Volden, 2011). Fylleverdien av kraftfôr er fastsett til 0,22.

2.3.3 Mjølkeproduksjon

Den kjemiske samansetjinga av komponentar i mjølka endrar seg gjennom laktasjonen. Mellom anna vil det i løpet av dei fyrste vekene etter kalving vere ein lågare konsentrasjon av protein og feitt i mjølka (Sjaastad et al., 2010). Hovuddelen av mjølkesyntesa føregår i jurepitelcellane. Syntese av protein førekjem i ribosoma tilknytt endoplasmatisk retikulum. Glykolyse og feittsyntese føregår i cytosol (Sjaastad et al., 2010).

Laktose er eit disakkarid, samansett av glukose og galaktose. Syntesedanninga føregår i golgiapparatet. Laktose er den osmotiske regulatoren i mjølk – som vil avgjere vassmengd i mjølka og dermed ytinga (Sjaastad et al., 2010). Ved låge konsentrasjonar av glukose i blodet vert syntetiseringa og utskiljinga av laktose redusert, som gjer at mjølkemengda også går ned. Heile 70 til 80 % av tilgjengeleg glukose hjå drøvtyggjaren nyttast av juret. Av dette går 60 til 70 % til laktosesyntesen (Sjaastad et al., 2010).

Syntese av mjølkefeitt føregår i endoplasmatisk reticulum, i cellane i alveolane. Triglyserid danna av feittsyrer og glyserol ordnast inn i dropeform. Ettersom dropene beveger seg ut i cytosol vert det danna ein membran rundt triglyserida (Sjaastad et al., 2010). Membranen består av fosfolipid og kolesterol, som er viktig for fosteret. Membranen forhindrar og at feittet klumpar seg. Om lag halvparten av triglyserida i mjølk syntetiserast i jurepitelcellene av eddiksyre, og betahydroksybutyrat henta frå vomgjæringa. Denne syntesen kallast De Novo syntesen. Resterande andel av triglyserida er preformerte feittsyrer. Desse tilførast juret gjennom blodbanen, og stammar hovudsakleg frå lipoprotein. Både formene for triglyserid esterifiserast i juret (Sjaastad et al., 2010).

Proteinsyntese føregår i jurepitelcellene, på same måte som proteinsyntese i andre celler. Mjølkeproteinsyntesen skjer gjennom transkripsjon i cellane, og startar ved hjelp av hormonelle endringar før kalving (Sjaastad et al., 2010). Mykje av proteina finst berre i mjølka. Desse proteina er kasein, laktalbumin, immunoglobulin og enzym. Kasein er protein som bind kalsium, som er viktig for skjelletutviklinga til fosteret. Kasein utgjer 80 % av proteininnhaldet i kyrmjølk. Laktalbumin og – globulin er protein som syntetiserast i jurepitelcellane, og protein som er transportert via blodet. Immunoglobulin er svært oppkonsentrert rett etter fødsel, og er ein svært viktig bestanddel i råmjølk då det tilfører avkommet immunstoff (Sjaastad et al., 2010).

2.3.4 Fôret sin effekt på den kjemiske samansetnaden i mjølk

Fôring er ein viktig faktor for korleis den kjemiske samansetjinga i mjølka vert (McDonald et al., 2011). Fôring for å oppnå høgast mogleg kvalitetsbetaling i mjølka er difor viktig. Mjølkeprodusentar som leverer til TINE får ekstra betalt for meir feitt, protein og laktose (TINE, 2023). Særleg feitt er viktig då det er auka behov for mjølkefeitt hjå meieria (TINE, 2021).

Laktose er i mindre grad påverka av fôringsrelaterte faktorar så lenge det ikkje er underfôring og mangel på energi (McDonald et al., 2011). For proteininnhald i mjølka er tilførselen av glukose til tarmen viktig, i tillegg er proteintilførsel både frå fôret og vommikrobane avgjerande (McDonald et al., 2011). Låg tilførsel av aminosyrer til tarmen vert ein faktor som reduserer mjølkeproduksjonen (Sjaastad et al., 2010)

Mengd feitt danna i juret gjennom de novo-syntesen er i stor grad avhengig av tilgangen på substrat frå vomgjæringa, i hovudsak tilgangen på eddiksyre (Sjaastad et al., 2010). Eddiksyre er nedbrytingsprodukt frå fiberfordøyinga. Fordøyeleg fiber i fôrrasjonen er difor ein viktig drivar i syntesa av feitt (Sjaastad et al., 2010).

Botanisk samansetjing i enga er og ein faktor som påverkar den kjemiske samansetjinga i mjølka (Boufaïed et al., 2003). Fôringsforsøk gjort med kløver, samanlikna med gras har synt at kløver aukar fôropptaket, mjølkeyting og innhaldet av laktose. Medan det reduserer innhaldet av feitt og protein som følgje av låg fiberandel (Johansen et al., 2017). Haustetidspunkt, gjødsling, konserveringsmetode og grasart har også effekt på mjølka sin kjemiske samansetnad (Boufaïed et al., 2003). Timotei har lågare feittsyreinnhald samanlikna med raigras, noko avhengig av utviklingstrinnet til timotei. Høgare utviklingstrinn gav lågare konsentrasjon av palmitinsyre, linolensyre og linolsyre, som er dei kvantitativt vanlegaste

feittsyrane i gras (Boufaïed et al., 2003). Raigras hadde den høgaste andelen linolensyre blant grasa i forsøket.

Det er gjort fleire forsøk på korleis fôropptak og det kjemiske innhaldet i fôret påverkar mjølka sin kjemiske samansetnad. Forsøka syner ein effekt av at høgt fôropptak av surfôr med høg fordøyingsgrad gjev ei auke i feittprosenten i mjølka. Njærheim (2021) fann ein samanheng mellom høgt grovfôropptak av surfôr med høg fordøyingsgrad og lågt innhald av ufordøyeleg fiber (iNDF), gav høgare feittinnhald i mjølka. Det vart også observert at effekten av auka grovfôropptak var høgare for auka feittinnhald, samanlikna med auke i kraftfôropptak. Randby et al. (2012) fann effektar av at surfôr hausta på seinare utviklingstrinn gav ein reduksjon i mjølkeyting totalt, men også innhaldet av feitt, protein og laktose. Hausting på eit tidleg utviklingstrinn er difor viktig for høgt fôropptak og for å auke innhald av både feitt og protein i mjølka. Tilførselen av høgverdig protein til drøvtyggjaren gjennom graset mogleggjer redusert kraftfôrmengd i fôrrasjonen (Volden, 2022). Det er synt at det er optimalt med 170 gram råprotein per kg tørrstoff i surfôret, og at betre utnytting av potensialet i enga gjer at ein med godt grovfôr kan nytte meir grovfôr i staden for kraftfôr (Volden, 2022).

3.0 Materiale og metode

3.1 Materiale

Datamaterialet i denne oppgåva vart henta frå registrering av avlingsdata og kjemiske analysar av ferskt gras frå tre regionar i Noreg: Trøndelag, Rogaland og Sør-Austlandet (Buskerud og Telemark). Rådgjevarar frå TINE har stått for datainnsamlinga i samarbeid med YARA, i forbindelse med deira prosjekt på biomasseprediksjon med satellittenesta Atfarm. Det er henta data frå 19 gardsbruk med målingar av avling og uttak av fôrprøvar frå 94 skifter i dei tre regionane. Fordelinga av skifter per region var 30 i Rogaland, 29 på Sør-Austlandet og 35 i Trøndelag. Det var noko variasjon i fordelinga av skifte per gardsbruk. Antal skifte vart valde ut med mål om å ha 30 representative målingar av kvar slått for kvart område. Dei utvalde skifta skulle vere større enn 20 daa, og kvadratiske i fasongen. Enga i forsøket vart i berekningane definert som blandingseng, då det var ein variasjon mellom hovudartane raigras, engsvingel og timotei. Haustelinja på bruka i prosjektet er ei blanding av rundballesystem og finsnittar med HarvestLab.

Avlingsregistreringar og grasprøvar er basert på målingar av hausteruter innan kvart skifte. Kvar rute var tilfeldig plassert på skiftet. Hausteruta var på 1x1 meter og innan kvart skifte var det tre ruter. På desse rutene vart det gjort registreringar, haustingar og uttak av prøvar. Rutene vart hausta ved ulike utviklingsstadium i høve til når heile skiftet vart hausta. Gjennomsnittet for dei tre rutene danna grunnlaget for avlinga på skiftet. Desse målingane vart gjort åtte (-8) dagar før hausting og ved slått av heile skiftet (0), med hensikt å måle grasmengde, plantehøgde og utviklingstrinn registrert som mean stage by count (MSC). På kvar rute vart det take ut ei grasprøve og denne vart slått saman til ei samleprøve som grunnlag for kjemisk innhald av graset på skiftet. Ved slått av heile skiftet vart den totale avlingsmengda målt og uttrykt som kg tørrstoff per daa. Ved hausting av heile skiftet vart smårutene inkludert i haustinga. Uttaket av prøvar på tidspunkt 0 var enten ferskgrasprøvar eller frå rundballar enten rett etter slått eller samtidig med veging av rundballar etter nokre vekers lagring. I datamaterialet inngår totalt 429 avlingsregistreringar og 389 prøvar med kjemiske analysar.

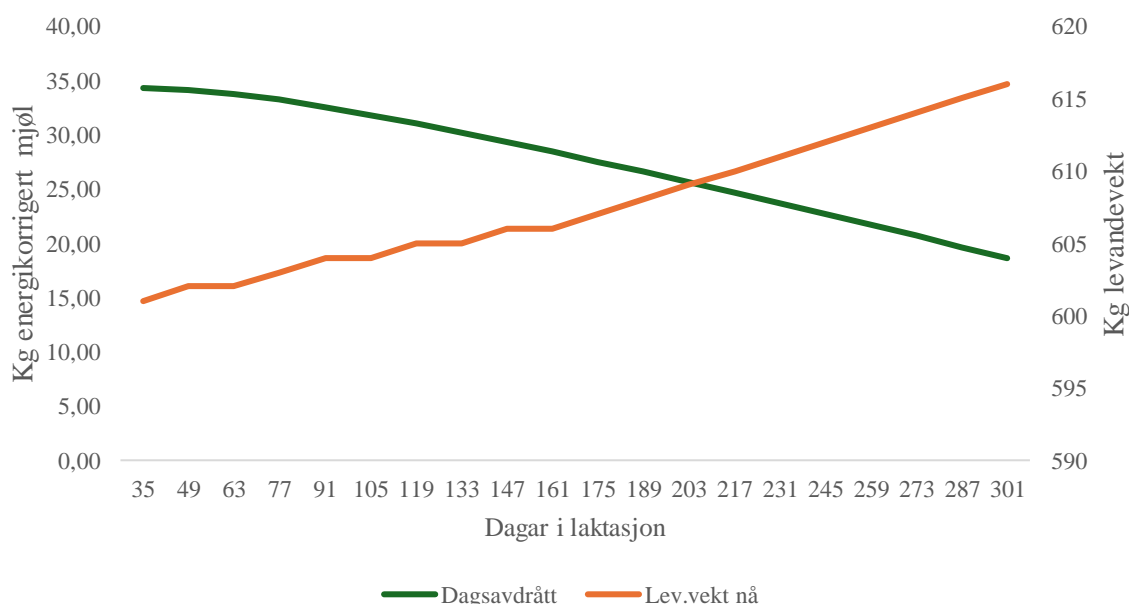
Grasprøvane vart sendt til analyse hjå TINE sitt laboratorium i Molde. Analysen vart gjennomført med NIRS basert på spesifikke kalibreringar for gras og surfôr. Analysane gav resultat for graset sitt innhald av tørrstoff, oske, råprotein, NDF og fordøyingsgrad av organisk stoff (OMD). I oppgåva er det fokusert på analysane av tørrstoff, råprotein og OMD. Desse parametrane er uavhengige av om materialet føreligg som gras eller surfôr.

Observasjonane frå hausteforsøket vart vidare nytta til estimering av kva effekt haustetidspunkt har på grovfôropptak, grovfôrbehov og forbruk av kraftfôr i eit utval av referansebesetningar. Det vart laga eit bruk frå kvar av dei tre ovannemnte regionane. For å få representative produksjonsdata er det henta talmateriale frå TINE si statistikksamling for 2022.

Tabell 1. Tal frå TINE si statistikksamling for 2022 med mjølkeproduksjonsdata for Rogaland, Buskerud, Telemark og Trøndelag (TINE, 2022):

Fylke	Årskyr	Kg EKM	Kg Mjølke	Feitt %	Protein %	Laktose %
Rogaland	32,9	8770	8221	4,38	3,55	4,71
Buskerud(Viken)	36,4	8791	8300	4,29	3,57	4,74
Telemark (Vestfold og Telemark)	35,2	8663	8230	4,23	3,57	4,75
Trøndelag	36,1	8513	8117	4,25	3,51	4,73

Basert på TINE sine tal vart det for vidare berekningar take utgangspunkt i ein gjennomsnittleg besetningsstørrelse på 35 kyr, med ei yting på 8500 kg EKM (Figur 2). Innhald av feitt, protein og laktose vart sett til 4,0 %, 3,3 % og 4,7 %. Som referansedyr vart det valt å nytte ei 2. laktasjonskyr med levandevekt på 600 kg. Haldet vart sett til 3,5 ved kalving og ved laktasjonslutt. I tillegg vart det take omsyn til at ei 2. kalvs-kyr treng noko energi til eigen vekst utover i laktasjonen. . Lausdrift vart valt som fjøstyp.



Figur 2. Syner standard laktasjonskurve og utvikling i levandevekt gjennom laktasjonen basert på mjølkeytingsnivå 8500 kg energikorrigert mjølk.

Haustesystem var ein faktor som varierte mellom regionane. I Trøndelag samanliknast eit 2- og 3-slåttssystem. På Sør-Austlandet (Buskerud/Telemark), og i Rogaland samanliknast eit 3- og 4-slåttssystem. Dette gav talgrunnlag for å berekne korleis variasjonen i fôrbehov, kraftfôrmengd og mjølkeproduksjon vert påverka av ulike fôrkvalitetar, haustetidspunkt og slåttssystem. Dei slåttane det mangla registreringar, fekk ein estimert verdi basert på differanse-norm frå andre slåttar.

Vêrdata vart henta ut frå lokasjonar i dei tre regionane basert på gjennomsnittleg haustedato. Datamaterialet vart henta ut frå skifter i Eana Skifte for å få varme- og nedbørssum. I Rogaland vart det berre henta ut vêrdata på Jæren. På Sør-Austlandet vart det henta ut frå Bø i Telemark og Vestfossen i Buskerud. I Trøndelag vart vêrdata henta frå Selbu og Oppdal. Dette vart gjort for å få mest mogleg representative vêrdata frå gardsbruka som har vore med i undersøkinga.

Fôroptimeringsverktøyet TINE OptiFôr som er basert på fôrvurderingssystemet NorFor (Volden, 2011), vart nytta for å berekne grovfôropptak og kraftfôrbehov. Grovfôropptaket vart deretter nytta i berekningane av grovfôrbehovet i kvar referansebesetning. Samla grovfôrbehov vart deretter nytta til å berekne arealbehovet. Berekningane vart og nytta til å estimere samla kraftfôrbehov. Simuleringane vart gjort med 14 dagars intervall frå laktasjonsveke 4. Sidan kyrne er i ein overgangsfase dei første fire vekene, vart ei fast grovfôr og kraftfôrmengd for denne perioden lagt til det samla grovfôr og kraftfôropptaket. I simuleringane vart avlingsregistrering på slåttedagen (dag 0) samanlikna med prognoseregistrering målt åtte dagar før, for å få ei realistisk samanlikning av effekten tidlegare hausting har. Det er teke utgangspunkt i 305 innefôringsdagar. For dei resterande 60 fôringsdagane har ein lagt til grunn at det er nytta beite. Ved berekning av totalt fôrbehov vart det lagt til grunn eit svinn på 20% frå jordet til fôrbrettet (Volden, 2021a). Som grunnlag for ulike grovfôr-kvalitetar knytt til ulike haustetider er innhaldet av råprotein og OMD nytta som grunnlag. For andre parametarar vart det lagt til grunn standard fôrmiddel frå TINE Optifôr. Fôrmidla som vart nytta var blandingseng med svært høg-, og middels fordøyingsgrad (Tabell 2).

Tabell 2 syner fôrmidla det er take utgangspunkt i ved optimering av fôrplanar i TINE OptiFôr. OMD og råprotein har vore dei variable parametranne

	Svært høg fordøyingsgrad	Høg fordøyingsgrad	Middels fordøyingsgrad
TS	332	328	325
Aske	77	72	70
OMD	81,6	76,8	72,3
Råprotein	167	162	157
sRåprot	619	613	585
NH3-N	73	75	75
Råfett	39	36	35
NDF	436	477	511
iNDF	85	136	176
Stivelse	0	0	0
Tot syrer	62	62	63
Restfraksjon	204	176	152
Sukker	92	69	53
Tyggetid	58	66	73
FV	0,44	0,48	0,52
AAT20	84	82	80
PBV20	37	36	34
NEL20	6,97	6,55	6,16
Opt.pris øre/kg	13,6	15,1	14,6
Opt.pris øre/mj	5,9	7	7,3

3.2 Berekingar og statistiske modellar

I oppgåva er det ikkje lagt vekt på å samanlikne avlings- og analyseresultat mellom regionane. Difor er den statistiske analysen gjennomført innan regionane. Følgjande statistiske modell vart nytta:

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + \beta_1 HD_i + \beta_2 HS_j + \beta_3 G_k S_l + \varepsilon_{ijkl}$$

Kor Y_{ijk} er avlingsmengd eller kjemiske komponent, β_0 er konstantleddet, HD er hastetidspunkt, (0 og -8 dagar), HS er haustesystem (antal slåttar), G er gard og S er skifte og ε_{ijkl} er feilledet. I modellen er skifte innan gard nytta som tilfeldig effekt.

Parameterverdiane i den statistiske modellen vart bestemte ved å nytte Proc Mixed i SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC). AIC vart nytta som kriterium for val av modell og signifikansnivå vart sett til $P < 0,05$.

4.0 Resultat

4.1 Avlingsmengder og grovfôrkvalitet

4.1.1 Rogaland

I Rogaland skilde det på avlingsmengda både mellom haustesystem og slåttesystem (Tabell 3). Eit 4-slåttsystem resulterte i 13 % høgare avling ved både 0 og -8 dagars haustesystem. For fyrsteslåttan var det ein tendens ($P=0,07$) til høgare avling i 3-slåttsystemet samanlikna med 4-slåttsystemet. For andreslåttan var det tydeleg større ($P<0,001$) avling for 3-slåttsystemet, og på tvers av haustesystem var skilnaden på 112 kg TS per daa. På tredjeslåttan var det ingen skilnad mellom dei to slåttesystema. Å framskande haustinga med 8 dagar resulterte i 23 % lågare avling. Skilnadane skuldast ei høgare avling ($P<0,001$) i både fyrste- og andreslåttan. I tredje og fjerdeslåttan var det ingen skilnad ($P>0,05$) mellom dei to haustesystema.

Tabell 3. Avlingsmengder i (kg tørrstoff/daa) Rogaland for dei ulike slåttane. Effekt av haustesystem (0 eller -8 dagar) og slåttesystem (3 eller 4 slåttar)

Slått	0-dagar		-8-dagar		SEM ³	P-verdi	
	3 slåttar	4 slåttar	3 slåttar	4 slåttar		Haustesystem ¹	Slåttesystem ²
1	504	447	420	363	36,8	0,0003	0,0736
2	378	267	261	150	32,8	<.0001	0,0006
3	351	349	320	317	49,9	0,3881	0,9515
4		328		299	27,4	0,3363	
Sum	1233	1391	1000	1129			

¹Haustesystem: 0 = dag for hausting av heile skiftet, hovudslåttan; -8 = dagar før hovudslåttan

²Slåttesystem: antall slåttar i sesongen, 3 eller 4 haustingar

³SEM = standard error mean

På fyrsteslåttan var det ingen skilnadar ($P>0,05$) i OMD på korkje hauste- eller slåttesystem (Tabell 4). På andreslåttan gav 4-slåttsystemet dag null 2,8 %-einingar høgare ($P<0,01$) OMD enn i eit 3-slåttsystem. På tvers av slåttesystema for andreslåttan gav 8 dagar tidlegare hausting 2,1 %-einingar høgare ($P<0,01$) OMD enn hausting på dag 0. For tredjeslåttan var det ingen skilnad i OMD mellom slåttesystema, medan hausting 8 dagar tidlegare ga 4,5 %-einingar høgare ($P<0,01$) OMD enn dag 0. På fjerdeslåttan var skilnaden mellom 0 og -8 dagar på heile 6,9 %-einingar til fordel ($P<0,001$) for tidlegare hausting.

Tabell 4. OMD (%) i Rogaland for dei tre ulike slåttane. Effekt av haustesystem (0 eller -8 dagar) og slåttesystem (3 eller 4 slåttar).

Slått	0-dagar		-8-dagar		SEM ³	P-verdi	
	3 slåttar	4 slåttar	3 slåttar	4 slåttar		Haustesystem ¹	Slåttesystem ²
1	81,2	81,7	81,4	81,9	0,92	0,847	0,6716
2	76,8	79,6	78,9	81,8	0,77	0,0075	0,0014
3	75,4	77,1	79,8	81,6	1,15	0,0007	0,1696
4		73		79,9	1,13	<.0001	
Gjennomsnitt	77,8	77,9	80,0	81,3			

¹Haustesystem: 0 = dag for hausting av heile skiftet, hovudslåtten; -8 = dagar før hovudslåtten

²Slåttesystem: antal slåttar i sesongen, 3 eller 4 haustingar

³SEM = standard error mean

For innhald av råprotein var innhaldet signifikant høgare ($P < 0,05$) med haustesystem – 8 dagar for alle slåttane (Tabell 5). Det var høvesvis $p < 0,001$ for fyrsteslåttan, $p = 0,0025$ for andreslåttan, $p = 0,0048$ for tredjeslåttan og $p = 0,0037$ for fjerdeslåttan. På tvers av slåttesystem var gjennomsnittleg råproteininnhald 173 g/kg TS (3.sl) og 176 gram per kg TS (4.sl) med haustesystem -8. For haustesystem 0 var gjennomsnittleg råproteininnhald 149 g/kg TS (3.sl) og 152 gram per kg TS (4.sl). Ulike slåttesystem syner skilnadar i råproteininnhald. 4-slåttssystem hadde ein tendens til høgare innhald av råprotein ($p = 0,080$) i fyrsteslåttan. Andreslåttan synte signifikant høgare innhald av råprotein med 4-slåttssystem ($P = 0,05$). Det var ikkje signifikant skilnad i råproteininnhaldet for tredjeslåttan.

Tabell 5. Råprotein i (g/kg TS) Rogaland for dei tre ulike slåttane. Effekt av haustesystem (0 eller -8 dagar) og slåttesystem (3 eller 4 slåttar).

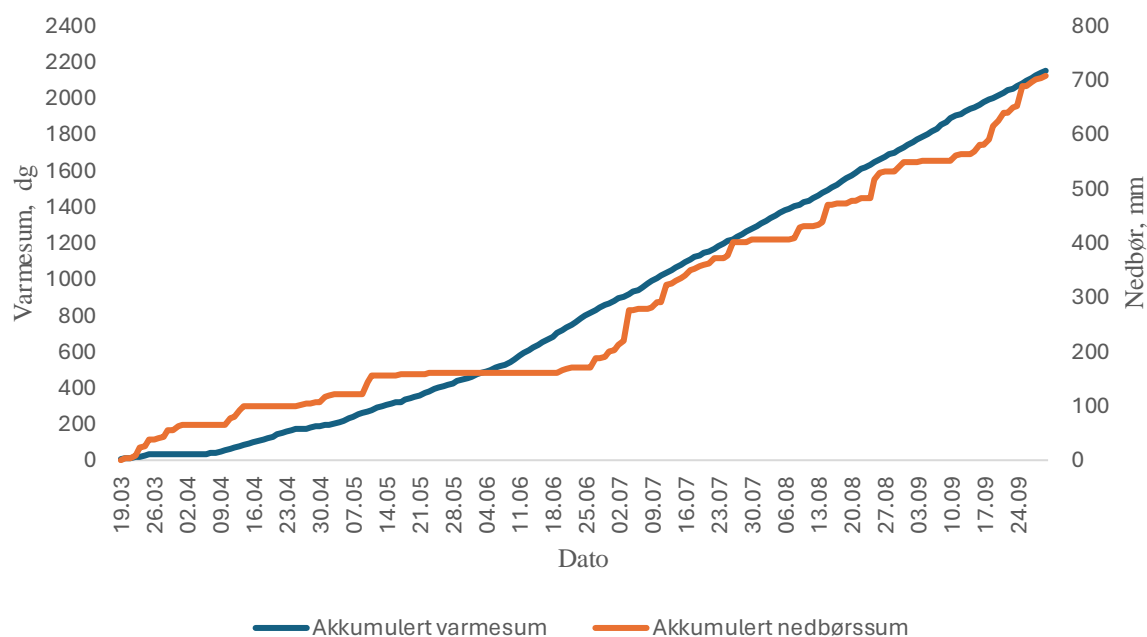
Slått	0-dagar		-8-dagar		SEM ³	P-verdi	
	3 slåttar	4 slåttar	3 slåttar	4 slåttar		Haustesystem ¹	Slåttesystem ²
1	148	158	176	186	5,6	<.0001	0,0805
2	138	155	161	178	10,1	0,0025	0,0498
3	162	149	182	170	7,3	0,0048	0,1114
4		145		171	21,6	0,0037	
Gjennomsnitt	149	152	173	176			

¹Haustesystem: 0 = dag for hausting av heile skiftet, hovudslåtten; -8 = dagar før hovudslåtten

²Slåttesystem: antal slåttar i sesongen, 3 eller 4 haustingar

³SEM = standard error mean

4.1.2 Vêrdata Rogaland



Figur 2. Syner vêrdata henta ut frå Eana Skifte for referansebruka på Jæren. Haustedatoar var i gjennomsnitt 28.5, 19.6, 1.8 og 17.9 for 1., 2., 3. og 4. slått.

På Jæren vart fyrsteslåttan i gjennomsnitt hausta 28.mai og varmesummen var 426 døgngader. Veka før fyrsteslåttan kom det 2 millimeter nedbør, og det var kome ei total nedbørsmengd på 160 millimeter så langt i sesongen. Ved andreslått (19.juni) var akkumulerte døgngader 703, altså 277 døgngader høgre ved fyrste- enn andreslått. Det var minimalt med nedbør i tida mellom fyrste- og andreslått. Den akkumulerte nedbørssummen var for andreslåttan 161 millimeter. Ved tredjeslåttan (1.august) var varmesummen 1308 døgngader, som vil seie 605 grader akkumulert sidan andreslått. Nedbørsmengd var 406 millimeter, 245 millimeter sidan andreslåttan. Det kom 53 millimeter nedbør dei siste 14 dagane før hausting. Ved fjerdeslåttan (17. september) var varmesummen 1976 døgngader. Det gav ei akkumulering på 668 grader mellom slåttane. Akkumulert nedbørsmengd var 582 mm, som gav 176 millimeter nedbør mellom slåttane. Det kom 33 millimeter nedbør dei siste 14 dagane før hausting.

4.1.3 Sør-Austlandet

For gardar på Sør-Austlandet var avlingsmengd for fyrsteslåttan på tvers av slåttesystem 51,1% høgare, ($p < 0,001$) for hausting dag null, samanlikna med åtte dagar tidlegare. Det same vart observert for andreslåttan ($p < 0,001$). For tredje og fjerdeslått var det ikkje observert signifikante skilnadar mellom dag 0 og -8. Det framkom ikkje skilnadar i avlingsmengd mellom dei to slåttesystema.

Tabell 6. Avlingsmengd på (kg tørrstoff/daa) Sør-Austlandet for dei ulike slåttane. Effekt av haustesystem (0 eller -8 dagar) og slåttesystem (3 eller 4 slåttar)

	0-dagar		-8-dagar		SEM ³	P-verdi	
	3 slåttar	4 slåttar	3 slåttar	4 slåttar		Haustesystem ¹	Slåttesystem ²
1	356	356	174	174	51,2	<.0001	0,9969
2	450	231	134	0*	94,3	<.0001	0,1963
3	258	255	241	238	31,5	0,432	0,948
4		214		*	73,5	0,107	
Sum	1063	1056	549	412			

¹Haustesystem: 0 = dag for hausting av heile skiftet, hovudslåttan; -8 = dagar før hovudslåttan

²Slåttesystem: antal slåttar i sesongen, 3 eller 4 haustingar

³SEM = standard error mean

*Manglande registreringar

Som synt i Tabell 7, var det høgare fordøyingsgrad for fyrste- ($p < 0,001$) og tredjeslåttan ($p < 0,001$) med endring i haustesystem. Åtte dagar tidlegare hausting, på tvers av slåttesystem gav for fyrsteslåttan om lag 4 %-einingar høgare fordøyingsgrad, og tredjeslåttan 3,6 %-einingar høgare fordøyingsgrad. For andreslåttan var det ein tendens ($p = 0,093$) til høgare fordøyingsgrad med åtte dagar tidlegare hausting, med ein differanse på om lag 4,4 %-einingar. For slåttesystem var det ikkje signifikante skilnadar i fordøyingsgraden.

Tabell 7. OMD (%) på Sør-Austlandet for dei tre ulike slåttane. Effekt av haustesystem (0 eller -8 dagar) og slåttesystem (3 eller 4 slåttar).

Slått	0-dagar		-8-dagar		SEM ³	P-verdi	
	3 slåttar	4 slåttar	3 slåttar	4 slåttar		Haustesystem ¹	Slåttesystem ²
1	77,0	79,0	81,1	83,0	1,15	<.0001	0,188
2	76,2	79,5	78,4	81,7	1,59	0,093	0,189
3	77,6	76,9	81,2	80,5	1,97	<.0001	0,554
4		77,7		*	3,47		
Gjennomsnitt	76,9	78,3	80,2	81,8			

¹Haustesystem: 0 = dag for hausting av heile skiftet, hovudslåttan; -8 = dagar før hovudslåttan

²Slåttesystem: antal slåttar i sesongen, 3 eller 4 haustingar

³SEM = standard error mean

*Manglande registreringar

På Sør-Austlandet gav ikkje endring slåttesystem signifikant skilnad i proteininnhaldet, som synt i Tabell 8. Mellom haustesystem var det med åtte dagars tidlegare hausting på fyrsteslåttan, signifikant høgare ($p < 0,0001$) innhald av råprotein; 32,9 % for 3-slåttsystema, og 39,4 % høgare innhald for 4-slåttsystema. For andreslåttan var effekten 21 % høgare ($p = 0,022$) innhald av råprotein. For tredjeslåttan var råproteininnhaldet signifikant høgare ($p = 0,0006$), med ein differanse på om lag 16 %.

Tabell 8. Råprotein i (g/kg TS) Sør-Austlandet for dei tre ulike slåttane. Effekt av haustesystem (0 eller -8 dagar) og slåttesystem (3 eller 4 slåttar).

Slått	0-dagar		-8-dagar		SEM ³	P-verdi	
	3 slåttar	4 slåttar	3 slåttar	4 slåttar		Haustesystem ¹	Slåttsystem ²
1	155	127	206	177	19,6	0,0001	0,3601
2	166	171	202	207	18,7	0,022	0,8807
3	146	166	173	193	9,9	0,0006	0,1144
4		*		*			
Gjennomsnitt	156	155	194	192			

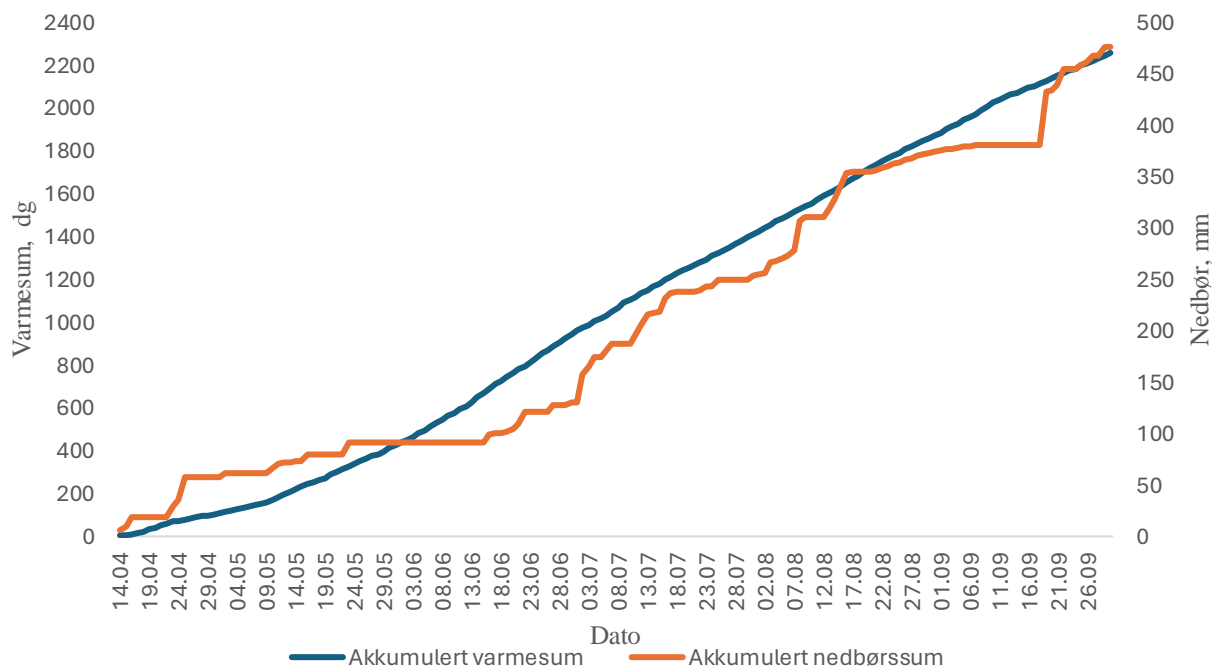
¹Haustesystem: 0 = dag for hausting av heile skiftet, hovudslåttan; -8 = dagar før hovudslåttan

²Slåttsystem: antal slåttar i sesongen, 3 eller 4 haustingar

³SEM = standard error mean

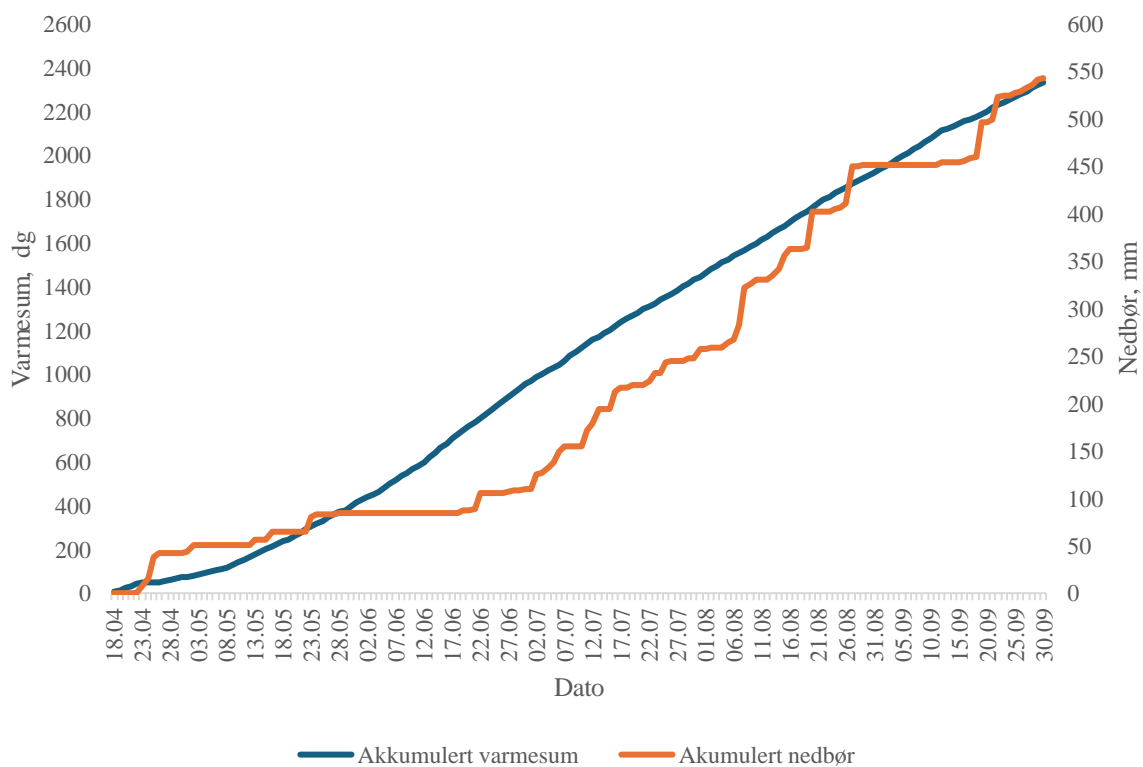
*Manglande observasjonar

4.1.4 Vêrdata Sør-Austlandet



Figur 3 syner Syner vêrdata henta ut frå Eana Skifte for referansebruk i Bø i Telemark. Haustedatoar var 10.6, 14.7, 21.8 og 30.9

Figur 3 syner varmesum, og akkumulert nedbørssum for referansebruk i Telemark. Ved fyrste hausting (10. juni) var varmesummen 577 grader. Det var kome 91 millimeter nedbør så langt i vekstsesongen, og det kom ingen nedbør dei siste to vekene før hausting. Ved andreslåttan (14. juli) var varmesummen 1167 døgngader, som gav 590 grader mellom haustingane. Nedbørssummen var 217 millimeter, som vil seie at det kom 126 millimeter nedbør mellom haustingane. 87 millimeter kom dei siste to vekene før slåttan. Ved tredjeslåttan var varmesummen 1734 døgngader, auke i varmesum var 567 døgngader mellom andre- og tredjeslått. Den 21. august var nedbørssummen 356 millimeter, 139 millimeter i perioda mellom slåttane og 58 millimeter kom dei to siste vekene før tredjeslått. Den 30. september vart fjerdeslåttan køyrt. Då var varmesummen 2257 døgngader, 523 grader auke frå tredjeslått. Nedbørssummen var 476 millimeter, 120 millimeter meir enn ved tredjeslåttan.



Figur 4 syner vêrdato henta ut frå Eana Skifte for referansebruk i Vestfossen/Hokksund. Haustedatoar var 5.6, 8.7, 9.8, og 12.9.

Som synt i figur 4 var varmesummen i Vestfossen/Hokksund ved fyrsteslått (5. juni) 483 døgngader, og nedbørssummen 84 millimeter. Nedbørsmengd dei siste 14 dagane før slått var 19 millimeter. Ved andreslåttan (8. juli) var det 1082 døgngader, ei auke på 599 grader frå fyrsteslått. Nedbørsmengd var 155 millimeter, som gav 71 millimeter i gjenvekstperioden. To veker før hausting kom det 49 millimeter. Ved tredjeslått (9. august) var varmesummen 1582

dg – som gjev ei auke på 500 grader mellom andre- og tredjeslått. Akkumulert nedbørsmengd var 326 millimeter, 171 millimeter mellom andre og tredjeslått. Det kom 81 millimeter dei siste to vekene før hausting. Ved fjerdeslått (12. september) var varmesummen 2112 grader, som gjev 530 graders auke i perioden. Nedbørssummen var 454 millimeter, noko som gav 128 millimeter etter tredjeslått. Det kom to millimeter nedbør dei siste 14 dagane før hausting.

4.1.5 Trøndelag

Tabell 9 syner avlingsmengder i Trøndelag. Det var signifikante skilnadar for både hauste- og slåttesystem. Mellom haustesystem 0 og -8 var det signifikant lågare ($p < 0,001$) avlingsmengd for fyrsteslått hausta åtte dagar tidlegare. Avlingsmengder hausta på dag null gav med eit 2-slåttsystem 37 % høgare avlingar, og eit 3-slåttsystem 61 % høgare avling. Slik var det og for andreslått ($p < 0,001$), der hausting dag null gav høvesvis 30 % høgare avling med 2-slåttsystem, og 44 % høgare avling med 3-slåttsystem. Det var og signifikant høgare avling for tredjeslått ($p = 0,0124$) med 47 % høgare avling på dag null.

Med effekt av slåttesystem var det for fyrsteslått høgare ($P = 0,0016$) avlingar med eit 2-slåttsystem samanlikna med 3-slåttsystem. Det var det og for andreslått ($p = 0,0447$).

Tabell 9. Avlingsmengder i (kg tørrstoff/daa) Trøndelag for dei ulike slåttane. Effekt av haustesystem (0 eller -8 dagar) og slåttesystem (2 eller 3 slåttar)

Slått	0-dagar		-8-dagar		SEM ³	P-verdi	
	2 slåttar	3 slåttar	2 slåttar	3 slåttar		Haustesystem ¹	Slåttesystem ²
1	581	350	367	136	38,7	<.0001	0,0016
2	569	397	396	224	42,8	<.0001	0,0447
3		377		199	14,3	0,0124	
Sum	1149	1124	762	559			

¹Haustesystem: 0 = dag for hausting av heile skiftet, hovudslått; -8 = dagar før hovudslått

²Slåttesystem: antal slåttar i sesongen, 2 eller 3 haustingar

³SEM = standard error mean

Som synt i Tabell 10 var det skilnad i fordøyingsgrad både med effekt av haustesystem og slåttesystem i Trøndelag. For haustesystem var det signifikant høgare fordøyingsgrad for både fyrste- ($p < .0001$) og andreslått ($p = 0,0004$) åtte dagar tidlegare enn hovudslått. For fyrsteslått var differansen 4 %-einingar for 2-slåttsystemet og 3,9 %-einingar for 3-slåttsystemet åtte dagar tidlegare. For andreslått var differansen 3,1 %-einingar. Med effekt av slåttesystem var det signifikant høgare fordøyingsgrad ($p = 0,0061$) med eit 3-slåttsystem på fyrsteslått samanlikna med eit 2-slåttsystem.

Tabell 10. OMD (%) i Trøndelag for dei tre ulike slåttane. Effekt av haustesystem (0 eller -8 dagar) og slåttesystem (2 eller 3 slåttar).

Slått	0-dagar		-8-dagar		SEM ³	P-verdi	
	2 slåttar	3 slåttar	2 slåttar	3 slåttar		Haustesystem ¹	Slåttesystem ²
1	74,0	76,0	78,0	79,9	0,33	<.0001	0,0061
2	76,0	77,3	79,1	80,4	0,58	0,0004	0,1475
3		77,6*		77,6*	*		
Gjennomsnitt	75,0	77,0	78,5	79,3			

¹Haustesystem: 0 = dag for hausting av heile skiftet, hovudslåtten; -8 = dagar før hovudslåtten

²Slåttesystem: antal slåttar i sesongen, 2 eller 3 haustingar

³SEM = standard error mean

*Gjennomsnitt av dei andre haustingane

For b e slåttesystema var r proteinnhaldet høgare ($P < 0,01$) når det vart hausta åtte dagar tidlegare. På fyrstesl tten var det signifikant ($p < .0001$) høgare innhald av råprotein for både 2- og 3-slåttssystem, med høvesvis 45 % (2.sl) og 38,5 % (3.sl) differanse. For andresl tten gav haustesystem - 8 om lag 30 % høgare ($p = 0,0002$) innhald av råprotein, og for tredjesl tten 47,8 % auke ($p < .0001$) i r proteinnhaldet. Ved samanlikning av slåttesystem var det i fyrstesl tten signifikant høgare ($p = 0,0855$) innhald av råprotein som følgje av 3-slåttssystem. For andresl tten var det ikkje signifikant skilnad mellom 2- og 3-slåttssystem.

Tabell 11. Råprotein i (g/kg TS) Trøndelag for dei tre ulike slåttane. Effekt av haustesystem (0 eller -8 dagar) og slåttesystem (2 eller 3 slåttar)

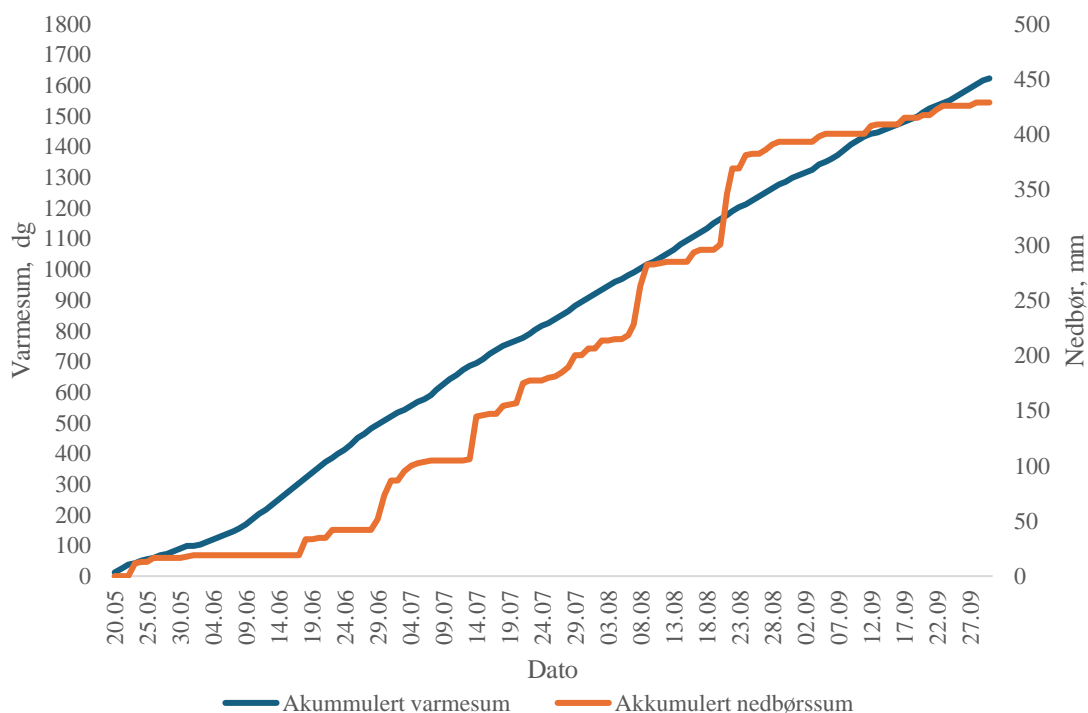
Slått	0-dagar		-8-dagar		SEM ³	P-verdi	
	2 slåttar	3 slåttar	2 slåttar	3 slåttar		Haustesystem ¹	Slåttesystem ²
1	124	145	180	201	8,6	<.0001	0,0855
2	124	136	161	174	8,1	0,0002	0,3376
3		116		171	7,5	<.0001	
Gjennomsnitt	124	133	171	182			

¹Haustesystem: 0 = dag for hausting av heile skiftet, hovudslåtten; -8 = dagar før hovudslåtten

²Sl ttesystem: antall slåttar i sesongen, 2 eller 3 haustingar

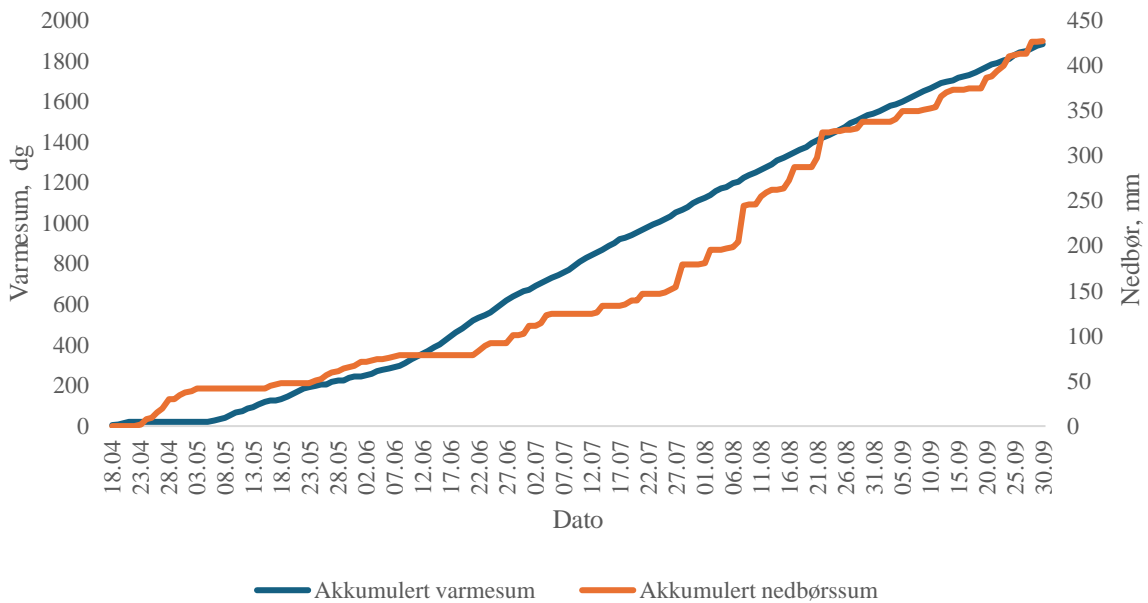
³SEM = mean

4.1.6 Vêrdata Trøndelag



Figur 5 syner Syner vêrdata henta ut frå Eana Skifte for referansebruk på Oppdal. Haustedatoar var 25.6 og 18.8,

Som synt i figur 5, var det ved fyrsteslått (25. juni) på Oppdal ein akkumulert varmesum på 429 grader. Akkumulert nedbørsmengd var 42 millimeter, og det kom 23 millimeter nedbør dei to siste vekene før slåttene. Ved andreslått (18. august) var akkumulert varmesum 1134 døgngnader, som tilsa 705 døgngnader mellom slåttane. Nedbørsmengda ved andreslått var 296 millimeter, som tilseier 254 millimeter i perioden. Det kom 81 millimeter nedbør dei to siste vekene før hausting av andreslåttene.



Figur 6 syner Syner vêrdatoar henta ut frå Eana Skifte for referansebruk på Selbu. Haustedatoar var 15.6, 24.7 og 24.9

Vêrdatoar frå Selbu (figur 6), syner at det ved fyrsteslått (15. juni) var ein varmesum på 405 døgngader, og at mengd nedbør var 78 millimeter. I dei to vekene før hausting kom det 7 millimeter nedbør. Ved andreslått (24. juli) var varmesummen 1007 døgngader, altså ein differanse på 602 døgngader mellom fyrste til andreslått. Akkumulert nedbørsmengd var 147 millimeter, som gav 69 millimeter nedbør i perioden. I dei to vekene før hausting kom det 22 millimeter nedbør. Ved tredjeslått (24. september) var varmesummen 1811 døgngader, som gjev ein differanse på 804 døgngader. Nedbørsmengd var 410 millimeter, det kom 263 millimeter nedbør i perioden mellom andre og tredjeslått. Dei siste to vekene fram mot hausting kom det 54 millimeter nedbør.

4.2 Simuleringar av arealbehov

Simuleringane for å berekne grovfôrbehov, og med det behovet for grovfôrareal, er basert på eit vekta gjennomsnitt for fôrskvalitetane for dei ulike hauste- og slåttesystema. I tillegg vart det nytta berekna tal for områda der det mangla datamateriale for slåtte- og haustestrategi. For å få ei større differensiering og effekt av grovfôrskvaliteten på grovfôrbehov og kraftfôrtype er det brukt eit karbohydratkraftfôr som består av bygg og betfiber (FK Betebygg) og ekstrahert soyamjøl som ei spesifikk proteinkjelde. I simuleringane er det optimert etter energibalanse, vombelasting, PBV og fylleverdi. AAT per NEL er berekna som ein konsekvensvariabel.

Tabell 12 syner berekna fôropptak og kraftfôrbehov for dei ulike slåttestrategiane i Rogaland. Samanlikning av totalt grovfôropptak synte marginale skilnadar med 3 % høgare fôropptak for 3-slåttsystem med åtte dagar tidlegare hausting, og 5 % for 4-slåttsystemet. Mellom slåttesystema var det marginal skilnad på fôropptaket. Kraftfôropptaket per kyr var 18 % lågare med 3-slåttsystem (-8 dagar), og 27 % lågare med 4-slåttsystemet (-8 dagar). Samanlikning av slåttesystem synte at å gå frå eit 3- til eit 4-slåttsystem med 8 dagars tidlegare hausting gav 10 % lågare kraftfôrforbruk. Hausting 8 dagar tidlegare med eit 3-slåttsystem gav eit auka arealbehov frå 4,97 mål per kyr til 6,33 mål samanlikna med tidspunkt 0. Eit 4-slåttsystem med 8 dagars tidlegare hausting gav ei auke i arealbehov frå 4,39 mål til 5,68 mål. Arealbehovet per kyr vart redusert med 12 % ved å gå frå eit 3-slåttsystem til eit 4-slåttsystem, uavhengig av haustesystemet.

Tabell 12. Syner berekna grovfôropptak for mjølkeproduksjon i Rogaland med ulike hauste- og slåttesystem.

		3 slått		4 slått	
Mjølkekyr gj.s dagsinntak		0	-8	0	-8
Grovfôropptak, Kg TS		14,8	15,3	14,7	15,5
FK Betebygg, KG TS		4,2	4,0	4,3	3,7
Ekstrahert Soya KG TS		0,8	0,1	0,7	0,05
Sinkyr og mjølkekyr					
305	SUM Grovfôropptak pr kyr	5102	5276	5084	5340
	Kraftfôropptak pr. kyr ¹	1532	1264	1556	1136
	Grovfôrbehov med 20% svinn	6122	6331	6100	6408
	Kraftfôrbehov 35 årskyr	53604	44226	54474	39743
	TS-behov 35 kyr	214276	221577	213507	224267
	Daa/slåttsystem	174	222	154	199
	Daa/kyr	4,97	6,33	4,39	5,68

¹ 1 kg pr kyr/dag med 7 dagars oppfôring i sinperioden

Som synt i Tabell 13 var det store skilnader i kraftfôropptak og grovfôropptak, samt arealbehov på Sør-Austlandet. Dette var påverka av både slåtte- og haustesystem. Grovfôropptaket per kyr per dag varierte med effekt av haustesystem. Åtte dagars tidlegare hausting gav 3 % høgare fôropptak i 3-slåttsystemet, 9 % høgare med 4-slåttsystemet og 3 % for berekna 4-slåttsystem. Variasjonen i kraftfôrbehov synte seg å verte lågare med haustesystem -8. Reduksjonen var høvesvis 15 % lågare med 3-slåttsystemet, 47 % lågare med 4-slåttsystemet, og 23 % lågare med berekna 4-slåttsystem. Mellom slåttesystema på haustedag null var grovfôropptaket 4 % høgare for 4-slåttsystemet, samanlikna, med 3-slåttsystemet. Berekna 4-slåttsystem gav 1 % høgare grovfôropptak samanlikna med 3-slåttsystem. For hausting 8 dagar tidlegare var det samanlikna med 3-slåttsystemet 48 % lågare kraftfôropptak for 4-slåttsystemet, og 13 % lågare opptak for berekna 4-slåttsystem. Mellom haustesystema var det i 3-slåttsystemet behov for 50 % meir areal om ein skal hauste 8 dagar tidlegare. For fireslåttssystema «4-slått» og «berekna 4-slått» var det om lag 45 % meir arealkrevjande med tidlegare haustesystem. Mellom slåttesystema på Sør-Austlandet var det mindre skilnader i arealbehovet.

Tabell 13. Syner berekna grovfôropptak og arealbehov for mjølkeproduksjon på Sør-Austlandet med ulike hauste og slåttesystem.

		3 slått		4 slått ²		Berekna 4 slått ³	
Mjølkekyr gj.s dagsinntak		0	-8	0	-8	0	-8
	Grovfôropptak, Kg TS	14,24	14,75	14,9	16,36	14,41	14,86
	FK Betebygg, KG TS	5,19	4,91	3,51	2,19	4,81	4,27
	Ekstrahert Soya KG TS	0,61	0	1,31	0,3600	0,73	0
Sinkyr og mjølkekyr							
305	SUM Grovfôropptak pr kyr	4943	5099	5145	5590	4995	5132
dager	Kraftfôropptak pr kyr ¹	1776	1505	1477	785	1697	1309
	Grovfôrbehov med 20% svinn	5932	6119	6173	6708	5994	6159
	Kraftfôrbehov 35 årskyr	62160	52659	51699	27466	59385	45827
	TS-behov 35 kyr	20761	21414	21606	23477	20979	21555
		4	8	9	2	2	7
	Daa/slåttesystem	195	390	205	369	199	339
	Daa/kyr	5,58	11,15	5,85	10,55	5,68	9,68

¹ 1 kg pr kyr/dag med 7 dagers oppføring i sinperioden

² Basert på den relative endringa i Rogaland frå dag 0 til dag-8

³ Basert på relativ endring i Rogaland frå 3 til 4 slått

Tabell 14 syner opptak av grovfôr, og kraftfôr, samt fôr- og arealbehov for referansebruk i Trøndelag. Samanlikninga av grovfôropptak med effekt av haustesystem synte 6 % høgare grovfôropptak per kyr med 8 dagar tidlegare hausting i 2-slåttsystemet. For 3-slåttsystemet var det 2 % høgare opptak. Kraftfôropptaket per kyr med 7 dagars oppfôring synte for haustesystem -8 23 % lågare opptak med tidlegare hausting i 3-slåttsystemet, og 12 % lågare i 2-slåttsystemet. Det var ikkje store skilnadar i arealbehovet per kyr mellom haustesystem 0 og - 8. Arealbehovet auka med effekt av å gå frå 2-slåttsystem til 3-slåttsystem med om lag 55 % . Ved endring av både slåtte- og haustesystem vart kraftfôrbehovet redusert.

Tabell 14. Syner berekna grovfôropptak og arealbehov for mjølkeproduksjon i Trøndelag med ulike hauste og slåttsystem.

		2 slått		3 slått	
Mjølkekyr gj.s dagsinntak		0	-8	0	-8
	Grovfôropptak, Kg TS	14,01	14,88	14,49	14,82
	FK Betebygg, KG TS	4,14	4,45	3,96	4,74
	Ekstrahert Soya KG TS	2,07	0,31	1,51	0,05
Sinkyr og mjølkekyr					
305	SUM Grovfôropptak pr kyr	4873	5138	5019	5120
	Kraftfôropptak pr kyr med 7				
	dagers oppfôring	1901	1459	1675	1468
	Grovfôrbehov med 20%	5848	6166	6023	6144
	svinn				
	Kraftfôrbehov 35 årskyr	66537	51058	58637	51378
	TS-behov 35 kyr	204668	215813	210817	215044
	Daa/slåttsystem	178	192	277	385
	Daa/kyr	5,09	5,49	7,90	11,00

¹ 1 kg pr kyr/dag med 7 dagars oppfôring i sinperioden

5.0 Diskusjon

5.1 Effekten av haustestrategi – når skal ein slå graset?

Strategival i grovfôrproduksjonen og målsetjingar i mjølkeproduksjonen heng tett saman. Kor god ernæringsmessig kvalitet det er på grovfôret, kombinert med at ein har nok fôr, har stor påverknad på mjølkeproduksjonen; Både kor godt kyrne mjølker, den kjemiske samansetnaden på mjølka og kor stort anna fôrbehov er (Álvarez et al., 2022) . Kva tid ein slår graset har i høve teorien stor påverknad på avlingsmengd og kvalitet.

Effektane av haustetidspunkt på både avlingsmengd og grovfôr kvalitet framkom tydeleg i dette datamaterialet. Differansen mellom haustesystema dag 0 og dag – 8 var gjennomgåande signifikant med nokre unntak, kor det generelt var tydeleg at tidlegare hausting førte til ei lågare avling og høgare OMD. For avlingsmengd var dag 0 eit resultat frå målingar av heile skiftet, medan dag – 8 var basert på prognosemålingar på utvalde rutar på skiftet. Det kan ha påverka avlingsestimata, då hausting av heile skiftet sikkert har større variasjon i avlingsmengd enn innan dei små rutene. Dei totale avlingsmengdene var lågare for hausting åtte dagar tidlegare i alle dei tre regionane, uavhengig av talet på slåttar (slåttesystem).

I Rogaland var det lågare avlingar for både fyrste- og andreslått åtte dagar tidlegare. Samanlikna med Statistisk Sentralbyrå sine avlingstal for sesongavling per dekar, låg gjennomsnittsavlingane for haustedag null over det regionale gjennomsnittet. I 2023 var gjennomsnittet 1093 kg TS per dekar (Statistisk sentralbyrå, 2024) medan i denne studien var gjennomsnittet for haustedag null 1233 kg TS/daa (3.sl) og 1391 kg TS/daa (4.sl). Ved hausting på dag 0 med 3-slåttsystem var totalytinga 12,8 % høgare, og med 4-slåttsystem 27, 2 % høgare enn SSB tala. Åtte dagar tidlegare hausting og 3-slåttsystem gav ei yting som var 8,5 % under gjennomsnittet for Rogaland i 2023 (Statistisk sentralbyrå, 2024).

På Sør-Austlandet var også avlingsmengd ved fyrste og andreslått lågare ved åtte dagar tidlegare hausting enn dag 0. I gjennomsnitt 54,7 %. Vêrforhalda var spesielle for Sør-Austlandet sommaren 2023, med forsommartørke i juni kor vêrdataane i Eana Skifte for Vestfossen og Bø ikkje synte nedbør i perioda 25.05 til 15.06. Dårleg vasshushaldning for grasplantane har truleg hatt ei negativ effekt på grasveksten, både før hausting og spesielt på gjenveksten (Riley, 2021). Avlinga for andreslått dag -8 var difor sett til 0 då det var minimalt med gjenvekst. Det var ingen avlingsforskjell mellom haustestrategiane på tredjeslått, og på fjerdeslått mangla det prognoseregistrering for dag – 8. Også for skifta på Sør-Austlandet var avlingane for dag 0 vesentleg høgare enn snitt-tala frå Statistisk Sentralbyrå, trass ein vanskeleg vekstsesong. For Oslo og Viken var gjennomsnittleg yting på

grasavlingar i 2023 542 kg TS/dekar. For Vestfold og Telemark var det 409 kg TS per dekar (Statistisk Sentralbyrå, 2024). I denne studien var gjennomsnittet for dag null 1063 kg TS (3.sl) og 1056 kg TS (4.sl). Avlingsmengdane for dag -8 var meir på same nivå som snitta for området (Statistisk sentralbyrå, 2024). I 3-slåttsystemet i Telemark var sesongavlinga for haustesystem -8 dager, 140 kg TS/daa over gjennomsnittet frå SSB, noko som syner at det er mogleg å ta ut grasavlingar over gjennomsnittet, – også med tidlegare haustedag.

I Trøndelag synte haustesystem – 8 i gjennomsnitt 42 % lågare sesongavling enn haustesystem 0. Avlinga var lågare for alle slåttane. I følgje Statistisk sentralbyrå var gjennomsnittleg totalavling per dekar i Trøndelag i 2023 710 kg TS/daa. Berre -8 dagar, med ein ekstra (3) slått gav yting lågare enn gjennomsnittet med 559 kg TS /daa. Resultata for -8 dagar med 2-slåttsystem gav ei yting på 762 kg TS/daa, som var om lag på gjennomsnittet (Statistisk sentralbyrå, 2024). Variasjonen i veksttilhøva for gras i Trøndelag er stor, frå kystområda på Ørlandet med lang vekstsesong og høg temperatursum til dei høgareliggande strøka på Oppdal og i Selbu. I Oppdal var varmesummen frå vekststart til 15. september på 1465 døgngrader, likevel oppnådde skifta ei avling på 1149 kg tørrstoff, noko som er 38 % høgare enn SSB sin gjennomsnittsavling for heile Trøndelag. Desse resultata syner at det er mogleg med høge grasavlingar også i områder med kort vekstsesong og to slåttar.

Grasvekst og morfologisk utvikling har samanheng med kor mykje avling ein får per dekar. Studiar gjort av Østrem et al. (2013) såg på effekten av morfologisk utviklingstrinn på tørrstoffavlingar. Det framkom at morfologisk utviklingstrinn hadde stor effekt på dei ulike grasartane. Ved utviklingstrinn 3, som vil seie planta ved skyting, var det høgare avling samanlikna med utviklingstrinn 2 ved begynnande skyting. Som følgje av endring i blad:stengel-forhaldet, med auke i stengel-andelen aukar tørrstoffinnhaldet per dekar (Østrem et al., 2013). Det var fleire ulike grasartar inkludert i forsøket, mellom anna engsvingel, fleirårig raigras og timotei. Frå stengelstrekking til begynnande skyting var det for engsvingel ei auke i avlingsmengd frå 870 kg TS/daa til 950 kg TS/daa. For fleirårig raigras var auka frå 850 kg TS/daa til 970 kg TS/daa og for timotei frå 900 kg til 970 kg TS/daa. Prosentvis utgjorde auke i utviklingstrinn høgare tørrstoffinnhald på høvesvis 9 % for engsvingel, 14 % for raigras og 8 % for timotei (Østrem et al., 2013). Østrem et al. (2015) synte også at utviklingstrinn og avlingsmengd hadde samanheng, som følgje av auke i fiberinnhaldet i planten.

Auke i avlingsmengd som følgje av seinare hausting, og auke i utviklingstrinn samsvarar med funna gjort i denne studien. I alle regionane var det tydeleg lågare avlingsmengd med

haustesystem -8, uavhengig av slåttesystemet. Det kan sjåast i samanheng med Østrem et al. (2013) og Østrem et al. (2015) sine funn, der høgare morfologisk utviklingstrinn og endring i blad:stengel-forhald gjev meir tørrstoff per dekar. Høgare total NDF-andel kan i stor grad forklare funna, samt auka i ufordøyeleg fiber. Det samsvarar også med at seinare hausting gjev redusert fôrverdi, noko som vart funnen i denne studien.

I denne studien var det overraskande stor avlingsauke mellom -8 og 0 dagar. Det skuldast truleg at vekstrytmen til graset ikkje er lineær inn mot skyting, men følgjer heller ein eksponentiell utvikling (Universitetet i Oslo, 2011b). Vekst og utvikling vert i stor grad styrt av temperatur og nedbør (Nelson, 1994). Varmesum er eit viktig styringsparameter, i kombinasjon med utviklingstrinnet til graset, – særleg for den ernæringsmessige kvaliteten. Fordøyingsgraden vil verte redusert med auka utviklingstrinn, som følgje av lignifisering (Nordheim-Viken, 2009). Morfologisk utviklingstrinn og varmesum er dei variablane som i størst grad påverkar fordøyingsgraden til graset. Sju dagar før hausting kan 86 % av variasjonen i OMD og 76 % av variasjonen i NDF forklarast av temperatursum og døgngrader (Volden, 2021b). Kjærstad (2021) fann ein effekt av varmesum på fordøyingsgrad, råproteininnhald, innhald av fordøyeleg og ufordøyeleg fiber. Dette kan forklarast med at temperatur er ein drivar av den morfologiske utviklinga i planta (Kjærstad, 2021). Thorvaldsson et al. (2007) synte at for kvar grad temperaturen auka når temperaturen låg mellom 9 og 17 grader celsius auka NDF-innhaldet i planta med 0,78 g/kg TS kvar dag.

Trass i lågare avlingsmengd, har tidlegare hausting positiv effekt på det kjemiske innhaldet i grovfôret. Fordøyingsgrad, omtalt som OMD, samt råproteininnhaldet synte store ulikskapar med ulik haustestrategi i denne studien. Med nokre unntak, var det gjennomgåande høgare fordøyingsgrad med tidleg hausting i alle regionane, uavhengig av slåttesystem. Råproteininnhaldet var for alle slåttane signifikant høgare ved tidlegare haustedag i alle regionane.

I Rogaland var det ikkje skilnad på fordøyingsgrad mellom 0 og – 8 dagar for fyrsteslått. Det var derimot høgare fordøyingsgrad med tidlegare hausting for andre-, tredje- og fjerdeslått. Ut i frå grovfôranalysane til TINE i 2023, var gjennomsnittleg fordøyingsgrad frå fyrste-, andre- og tredjeslått i Rogaland i gjennomsnitt 74,7 %, og råproteininnhaldet 146 g/kg TS (I. Schei, pers med 2024). Noko som er 6,1 % lågare enn observert i denne studien. Gjennomsnittleg varmesum for haustesystem 0 og fyrsteslått i Rogaland var 426 dg, noko som karakteriserst som lågt (Kjærstad, 2021). Det kan forklare høg fordøyingsgrad, uavhengig av slåttesystem,

for både haustedag 0 og -8. Begge kan klassifiserast som grovfôr med høg fordøyingsgrad (Volden, 2011). Dette er ein indikasjon om allereie tidleg hausting. Det framkjem likevel ein effekt av tidlegare hausting for auka fordøying av fôret. Haustesystem hadde og stor effekt på råproteininnhaldet i Rogaland, med høgare innhald av råprotein på haustedag -8 for alle slåttane. Gjennomsnittleg råproteininnhald for dag 0, 149 g/kg TS (3.sl) og 152 g/kg TS (4.sl) ligg nært gjennomsnittet i fylket. Hausting -8 dagar tidlegare gav svært høgt proteininnhald: For fyrsteslått med 4-slåttsystem var proteinverdien 186 g/kg TS.

På Sør-Austlandet var det tydeleg effekt av åtte dagar tidlegare hausting på det kjemiske innhaldet. For fyrste- og tredjeslått var det høgare fordøyingsgrad for haustesystem – 8, samanlikna med haustesystem 0. Ved andreslått var det ein tendens til høgare fordøyingsgrad. Det var ikkje nok registreringar til dag -8 fjerdeslått. I likskap med Rogaland indikerer ein høg fordøyingsgrad ved haustedag null (76,9 % (3.sl) og 78,3 % (4.sl)) at gras er hausta tidleg i høve til morfologisk utviklingstrinn. For alle slåttane (1-3) var det høgare innhald av råprotein ved å hauste åtte dagar tidlegare. Gjennomsnittleg råproteininnhald for dag – 8 var 194 g/kg TS (3.sl) og 192 g/kg TS (4.sl), noko som kan klassifiserast som svært høgt råproteininnhald (Volden, 2011). Dette kan for fyrsteslått sjåast i samanheng med tørkeperioden på forsommaren, og at hausting ved lågare varmesum aukar fordøyingsgraden, og råproteininnhaldet. Ved haustedag null var gjennomsnittleg råproteininnhald 156 g/kg TS (3.sl) og 155 g/kg TS (4.sl), som var på nivå med gjennomsnittleg råproteininnhald i både Telemark og Buskerud fylke (151 g/kg TS) (I. Schei, pers med, 2024). Åtte dagar tidlegare hausting gav høvesvis auke i råproteininnhald på 24,3 % (3.sl) og 23,9 % (4.sl).

I 2023 var gjennomsnittleg fordøyingsgrad og råproteininnhald i Buskerud 72,2 % OMD og 151 g råprotein/kg TS. I Telemark var det 72,1 % OMD og 152 g råprotein /kg TS (I. Schei, pers med, 2024). Dette svarar til 28 % (3.sl) og 26 % (4.sl) høgare råproteininnhald, og 8 %-einingar (3.sl) og 9 %-einingar (4.sl) høgare fordøyingsgrad for datamaterialet med åtte dagar tidlegare hausting i denne oppgåva, samanlikna med fylkesgjennomsnittet.

I Trøndelag var det gjennomgåande positiv effekt av hausting åtte dagar tidlegare for både råprotein og OMD. Basert på TINE sine grovfôranalysar (1.,2. og 3. slått) frå Trøndelag i 2023 var gjennomsnittleg fordøyingsgrad 72,6 % og råproteininnhald 150 g/kg TS (I. Schei, pers med, 2024). I denne studien av tilsvarande tal, var gjennomsnittleg fordøyingsgrad for både dag 0 og 8 dagar tidlegare høgare enn fylkesgjennomsnittet. Fordøyingsgrad var for åtte dagar tidlegare hausting med 2-slåttsystem 78,5 % OMD og for 3-slåttsystem 79,3 %, noko som er

høvesvis 5,9 %-einingar og 6,7 %-einingar høgare enn gjennomsnittleg fordøyingsgrad i fylket. Fordøyingsgraden for tredjeslått dag 0 og dag – 8 var eit berekna gjennomsnitt, og difor lik (77,6 %). Dette kan ha påverka gjennomsnittsverdien noko. Råproteininnhaldet var høgare med 8 dagar tidlegare hausting for alle slåttane i både 2- og 3-slåttsystemet, samanlikna med dag 0. Åtte dagar tidlegare hausting gav ei auke på høvesvis 47 g/ kg TS og 49 g/kg TS for 2- og 3-slåttsystem. Det gjennomsnittlege råproteininnhaldet frå dag null haustingane låg under fylkesgjennomsnittet, medan åtte dagar tidlegare var 14 % høgare for 2-slåttsystem og 21 % høgare for 3-slåttsystem.

5.2 Konsekvensen av ein ekstra slått

Kor mange slåttar ein tek i løpet av vekstsesongen er og eit viktig strategival i grovfôrproduksjonen. Regionalt klima har stor påverknad på kor mange avlingar ein kan hauste i eit område. Varmesum, som målast i antal døgngader, er eit viktig måleparameter. Både den totale varmesummen og døgngader mellom slåttane er vesentleg, då temperatur er ein av dei viktigaste drivarane for vekst (Nelson, 1994). Endring i slåttsystem har i andre arbeid synt å ha negativ effekt på avlingsmengd per dekar, men ei auke i energiinnhaldet i grovfôret med ei auke i fordøyingsgrad og proteininnhald (Øygarden, 2022). Ved samanlikning av to- og tre-slåttsystem i timoteieng fann også Årvik (2023) auka fordøyingsgrad og råproteininnhald ved å gå frå to til tre slåttar. Å ta ein ekstra slått gjev lågare avlingsmengd, men høgare ernæringsmessig kvalitet på fôret (Øygarden, 2022; Årvik, 2023).

Denne studien synte varierende effekt av å ta ein ekstra slått, mykje påverka av vêret. Effekten av slåttsystem på avlingsmengd var difor noko ulik regionvis. I Rogaland var totalavlingssummen i kg tørrstoff per dekar høgare med 4-slåttsystem samanlikna med 3-slåttsystem, uavhengig av haustedag 0 eller -8, høvesvis 1233 mot 1391 og 1000 mot 1129 kg TS/daa. For slåttane var det ved fyrsteslått ein tendens til høgare avlingsmengd med 3-slåttsystem, noko som skuldast at fyrsteslått må takast tidlegare i eit 4-slåttsystem. Avlingsmengd per dekar ved andreslått var også høgare med 3-slåttsystem. Lågare gjennomsnittleg avlingsmengd i kg TS/daa for fireslåttssystem i Rogaland fann og Volden et al. (2022). Dette stemmer med høgare yting for 3-slåttsystemet. Høgare totalavling for eit 4-slåttsystem i denne oppgåva kan forklarast med at den ekstra slåtten gav meir tørrstoff totalt.

På Sør-Austlandet var det ikkje store skilnadar mellom 3- og 4-slåttsystem. Totalavlinga per dekar var noko høgare for 3-slåttsystemet samanlikna med 4-slåttsystem. Dette kan sjåast i samanheng med den som tidlegare nemnt noko unormale vêrsesongen, med tørke i både Telemark og Buskerud i starten av sumaren, etterfulgt av unormalt mykje nedbør i juli og

august. Det var ikkje registrert avlingsmengd for dag -8 ved fjerdeslått grunna mykje nedbør. Tala vart interpolert til bruk i berekning for fôr- og arealbehov.

I Trøndelag var det høgare tørrstoffavling per dekar med 2-slåttsystem samanlikna med 3-slåttsystem, men skilnaden var berre 25 kg TS på dag 0. I ein studie av Bakken og Steinshamm (2022) var det i Oppdal og Lierne observert ein avling på 830 kg TS/ daa og 590 kg TS/daa for eit to- og tre slått system, noko som er vesentleg større skilnad enn i denne oppgåva. Samanliknar ein med dag null i denne studien, syner haustingane med både 2- og 3-slåttsystem at det er mogleg å hente ut høge avlingar, også med 3-slåttsystem der ein prioriterer både mengd og kvalitet. Ein konsekvens av fleire slåttar utan å tape avling er at ein lyt gjødsle sterkare for å ta fleire slåttar (Volden, 2022).

Kva slåttsystem som nyttast kan også påverke den kjemiske samansetnaden og fordøyingsgraden (Øygarden, 2022). Fordøyingsgrad heng tett saman med haustetid, og resultata synte ein mindre gjennomgåande effekt av slåttsystem på tvers av regionane. Med ein ekstra slått er det vanleg å ta ein tidlegare fyrsteslått og det kan gje ein høgare fordøyingsgrad. I Rogaland var det kun effekt av slåttsystem på andreslått i 4-slåttsystemet som hadde høgare fordøyingsgrad enn 3-slåttsystemet. På Sør-Austlandet var det ingen tydeleg skilnad mellom slåttane for OMD, men det var gjennomsnittleg høgare fordøyingsgrad med 4-slåttsystem samanlikna med 3-slåttsystemet. Datamaterialet frå Trøndelag synte høgare fordøyingsgrad med 3-slåttsystem samanlikna med 2-slåttsystem.

Effekten av ein ekstra slått på råproteininnhaldet var noko varierende. I Rogaland og på Sør-Austlandet var det ikkje store gjennomsnittlege skilnadar mellom 3- og 4-slåttsystemet. Med 4-slåttsystemet var det høgare råproteininnhald i fyrste- og andreslått, samanlikna med 3-slåttsystemet. I Trøndelag var det gjennomsnittleg høgare innhald av råprotein med 3-slåttsystem enn for 2-slåttsystemet. Fyrsteslått hadde med 3-slåttsystem eit høgare innhald av råprotein samanlikna med 2-slåttsystemet.

5.3 Grovfôr- og kraftfôropptak og arealbehov

Ein viktig del av oppgåva var å belyse korleis avling og kvalitet på graset for dei ulike hauste- og slåttestrategiane påverka grovfôr- og kraftfôropptaket i mjølkeproduksjonen. Vidare er korleis det påverkar arealbehovet viktige spørsmål i praktisk grovfôrproduksjon. Difor vart det gjort berekningar i TINE OptiFôr. Berekningane i oppgåva var berre gjort basert på mjølkekyr i besetningane. Oppdrett og eventuell oppfôring vart ikkje med i estimatet for fôrbehov.

For estimert grovfôropptak i Rogaland var differansen i fôropptak av både kraftfôr og grovfôr mest påverka av haustesystem, altså åtte dagar tidlegare hausting. For det totale grovfôropptaket var det i 3-slåttsystemet 174 kg TS høgare grovfôropptak, og 264 kg lågare kraftfôropptak per kyr med 8 dagar tidlegare hausting. I 4-slåttsystemet utgjorde tidlegare haustedag 256 kg TS meir i grovfôropptak, og 420 kg TS lågare kraftfôropptak per kyr.

Den same tendensen framkom i estimatet på Sør-Austlandet. I 3- og 4-slåttsystema samt berekna 4-slåttsystem var det ved åtte dagar tidlegare hausting ei auke i 305 dagars grovfôropptak per kyr på høvesvis 153 kg TS, 445 kg TS og 137 kg TS. Kraftfôropptaket vart redusert med 268 kg TS, 692 kg TS og 388 kg TS. Også i Trøndelag var det eit auka grovfôropptak, og redusert kraftfôropptak som følgje av tidlegare hausting. I 2-slåttsystemet var auka i grovfôropptaket 265 kg TS og reduksjon i kraftfôropptak på 442 kg TS. I 3-slåttsystemet auka grovfôropptaket med 101 kg TS og kraftfôropptaket vart redusert med 207 kg TS per kyr i innefôringsperioden.

Den gjennomgåande effekten hausting på eit tidlegare morfologisk stadium har på grovfôr- og kraftfôropptak, heng saman med auka i fordøyingsgrad, og råproteininnhald. Mellom anna fann Álvarez (2022) ei auke i dagleg grovfôropptak på 3 kg TS/kyr/dag ved fôring av eit høgfordøyeleg grovfôr (78,8 % OMD) samanlikna med eit lågtfordøyeleg grovfôr (67,6 % OMD) (Álvarez et al., 2022). Høgare fordøyingsgrad gav ei auke i dagleg produksjon av energikorrigert mjølk på 3,5 kg, med redusert kraftfôrmengd. Redusert kraftfôrmengd kombinert med grovfôr med lågare fordøyingsgrad gav lågare mjølkeyting (Álvarez et al., 2022). Kuoppala (2008) fann også ein effekt av at auka fordøyingsgrad gav auke i mjølkeproduksjon trass reduksjon i kraftfôrnivå. Auke i kraftfôrnivå kombinert med høgfordøyeleg grovfôr gav substitusjonseffekt, som har negativ effekt på mjølkeproduksjonen og utnyttinga av grovfôret (Kuoppala et al., 2008). Dagleg grovfôropptak i denne studien hadde ikkje i nokon av regionane så store differensar som Álvarez (2022) fann. Det kan ha samanheng med at det ikkje var like store skilnadar mellom fordøyingsgraden i grovfôret. Likevel var det markant reduksjon i kraftfôrforbruket, noko som kan ha positiv økonomisk effekt. Basert på Landbruksdirektoratet sin produsentprisstatistikk for kraftfôr, var til dømes produsentprisen per 100 kg kraftfôr i august 2023 462,5 kroner (Landbruksdirektoratet, 2024). Med 35 årskyr i innefôringsperioden som utgangspunkt, er det ein tydeleg økonomisk effekt som følgje av auka fordøyingsgrad og ein reduksjon totalt kraftfôrforbruk. . Legg ein til grunn ein kraftfôrpris på 4,63 kroner per kilo utgjer reduksjonen i kraftfôrpris i Rogaland 43 373 kroner (3-slåttsystem), og 68 130 kroner (4-slåttsystem). For Sør-Austlandet utgjorde åtte dagar tidlegare

hausting i 3-slåttsystemet 43 942 kroner, i 4-slåttsystem 112 077 kroner, og i «berekna 4-slåttsystem» 62 705 kroner. I Trøndelag var kostnadsreduksjonen 71 590 kroner i 2-slåttsystemet og 33 572 kroner i 3-slåttsystemet.

Hovudutfordringa med hausting ved tidleg utviklingstrinn kan knytast til arealbehovet som krevst per kyr for å produsere nok grovfôr av ein viss kvalitet. Hausting åtte dagar tidlegare gav ei auke i arealbehov per kyr for alle slåttesystem i alle regionar.

Effekten av å køyre ein ekstra slått hadde ei noko varierende effekt på både fôropptak og arealbehov. I Rogaland var det noko lågare grovfôropptak, og høgare kraftfôropptak å gå frå 3- til 4-slåttsystem for dag null. Dette trass i høgare fordøyingsgrad med eit 4-slåttsystem. Ei forklaring kan vere substitusjonseffekt, som gjev lågare fôropptak totalt som følgje av for lettfordøyeleg rasjon (Volden, 2011). Arealbehovet vart redusert med 0,6 daa per kyr. For haustesystem (-8) var det ei positiv effekt av endring frå slåttesystem 3- til slåttesystem 4-, med ei auke i grovfôropptaket på 64 kg TS per kyr/år, og reduksjon i kraftfôropptak på 128 kg TS per kyr/år. Det var ein marginal reduksjon i arealbehov per kyr på 0,65 daa. For Sør-Austlandet var det ein større effekt av å ta ein ekstra slått. Ved samanlikning av 3-slåttsystem med 4-slått- og berekna 4-slåttsystem dag null auka grovfôropptaket med høvesvis 202 kg TS og 52 kg TS per kyr og år. Kraftfôropptaket vart redusert med 299 kg TS og 79 kg TS per kyr/år. Endringa i arealbehov var marginal. Auka grovfôropptak og redusert kraftfôrbehov var og tendensen for ein ekstra slått med haustesystem 0 i Trøndelag. Grovfôropptaket auka med 146 kg TS per kyr og år, og kraftfôrbehovet vart redusert med 226 kg TS per kyr og år. I motsetnad til dei to andre regionane gav ein ekstra slått i Trøndelag ei auke i arealbehovet.

For å auke talet slåttar er ei viktig vurdering kostnaden av å køyre haustelina ein ekstra gong, i høve til kva som hentast ut i grasavlingar og kvalitet. Trass i noko lågare avling per dekar, kan ein med nok areal hente ut meir grovfôr totalt. I tillegg syner det seg at med unntak av Rogaland gjev ein ekstra slått moglegheit for å redusere det totale kraftfôrforbruket. Med prosjektet «Grovfôr 2020» framkom det at trass auke i kostnadane knytt til dyrking og hausting, kan ein ekstra slått bidra til auka mjølkeproduksjon og redusert kraftfôrforbruk. Ein ekstra slått vil løne seg om ein haustar nok godt grovfôr av høg ernæringsmessig kvalitet (Øksendal, 2022). Ein ekstra slått har ikkje stor effekt på arealbehov, som mogleggjer å ta ein ekstra slått utan å auke arealet på garden.

Det er fleire faktorar som påverkar effektane hauste- og slåttesystem har på fôropptak og arealbehov. Mellom anna er varmesum og nedbørsmengd viktige faktorar som har direkte

påverknad på resultat i grovfôrproduksjonen. Variasjonar kan og ha kome av ulike gjødslingsstrategiar på ulike gardar, samt noko variasjon i hausteline og grasblandingar. Kløverinnslag og alder på eng kan påverke kjemisk samansetnad og avlingsmengd.

5.4 Datagrunnlaget

Datamaterialet i denne oppgåva er basert på både registreringar (grasavlingar og grasanalyser) og berekningar (grovfôropptak og kraftfôrbehov). Alle observasjonar som vart registrert frå haustedag -8 er basert på prognoseregistreringar. Som følgje av dette vart totalavlingane for heile skiftet på dag -8 basert på berekningar frå rutenivå til skiftenivå. Det føreset at dei tre rutene gjev et representativt nivå for heile skiftet. Ei anna utfordring var at det på enkelte dagar ikkje vart gjort registreringar av avlingsmengd. Der det mangla data, på Sør-Austlandet vart tala estimert basert på differansen frå dag 0 til dag -8 i same område, og eit estimat basert på forholdstala frå slåttane i Rogaland.

Prognosehaustingane kan ha påverka dei totale avlingsmengdane noko. Hausterutene vart hausta ein gong før sjølve hovudslåtten, og køyrt over ein gong til ved hovudslåtten. Då hadde truleg gjenveksten til hausterutene byrja, og det kan ha gjevt noko lågare yting per daa.

Avlingsregistreringane vart berre registrert over ein vekstsesong. Med vêr- og klimatiske variasjonar mellom vekstår vart difor vêrdata per område inkludert som forklarande variablar i oppgåva. Ulik engalder, grasartar, hausteline, og gjødsling er ikkje take omsyn til i berekningar og estimat. Dette kan ha gjeve variasjonar i datamaterialet.

Grunna noko manglande datamateriale på Sør-Austlandet, vart det gjort estimat for å ha berekningsgrunnlag. Det manglande datamaterialet utgjorde om lag 5 % av registreringane. Som følgje av den unormale vekstsesongen vart det gjort to ulike estimat kalla 4-slått- og berekna 4-slåttsystem. «4-slått» vart estimert ut i frå den relative endringa for fordøyingsgrad og råproteininnhald mellom dag -8 og 0 i Rogaland. Dette for å få eit meir normalt vêrscenario. Berekna 4-slått vart estimert basert på den relative endringa i kjemisk innhald frå tredje- til fjerdeslått.

Analysane av fôret vart i oppgåva berre gjennomført hjå TINE sitt grovfôrlaboratorium med Nær infrarød spektroskopi (NIRS), og ikkje nytta våtkjemisk fôranalyse. Ved feilkalibreringar av NIR-apparatet kan det vere ei feilkjelde knytt til oppgåva.

6.0 Konklusjon

I ei tid med auka fokus på sjølvforsyningsgrad og berekraftig matproduksjon er bevisste strategival i grovfôrproduksjonen viktig for mjølkeproduksjonen i framtida. Målsetjinga for oppgåva var å undersøke effektane av hauste- og slåttestrategi på avlingsmengd og avlingskvalitet, samt kva betyding det har for grovfôrbehovet.

Haustetidspunkt var den enkeltfaktoren som hadde størst effekt på både avlingsmengd og kvalitet. Åtte dagar tidlegare hausting gav for dei tre regionane gjennomgåande høgare fordøyingsgrad og råproteininnhald. Konsekvensen av tidlegare hausting var likevel lågare avling i kg TS/daa uavhengig av kva slåttesystem som vart nytta. Resultata syner at det er mogleg å oppnå høge grovfôravlingar i områda Rogaland, Trøndelag og Sør-Austlandet uavhengig av slåttesystem og at desse er vesentleg høgare enn SSB sine gjennomsnittstal for dei ulike regionane.

Agronomisk sett er avlingsmengd og grovfôr kvalitet påverka av det lokale klimaet og vêret sine effektar i kvar enkelt vekstseson. Det vil vere formålstenleg å gjennomføre framtidige avlingsregistreringar over fleire sesongar, for å sjå effektane av vêr og klima tydelegare.

Ein ekstra slått syntte ikkje eintydig lågare avlingsmengd. I Rogaland gav éin ekstra slått høgare avling, mens i dei to andre områda var skilnadane små. Å ta ein ekstra slått gav gjennomsnittleg høgare fordøyingsgrad og innhald av råprotein, fordi ein ekstra slått medfører at alle slåttane må haustast tidlegare for å utnytte haustevindauget.

Tidlegare haustedag hadde ein tydeleg effekt på auka grovfôropptak, og eit redusert kraftfôrbehov uavhengig av region og slåttesystem. Dette samsvarer med hypotesen om at tidlegare hausting gjev betre grovfôr kvalitet. Tidlegare hausting hadde større effekt på auka arealbehov samanlikna med endra slåttesystem. Å ta ein ekstra slått hadde også noko effekt på arealbehovet, men det gav som endra haustesystem auka fôropptak og redusert kraftfôrbehov. Tidlegare hausting eller å ta ein ekstra slått gjev høgare fordøyingsgrad og råproteininnhald i fôret. Dette medfører auka lønnsemd gjennom redusert kraftfôrforbruk, og at ein opprettheld mjølkeproduksjonen. Det lyt sjåast i samband med at ein har nok areal til å hauste tidlegare og haustekapasitet til å ta ein ekstra slått. Det må og sjåast i samband med det auka tidsforbruket ein ekstra slått medfører.

Meir protein i graset gjer at ein kan nytte ein høgare andel norske råvarer i kraftfôret, og med det ein høgare norskandel i den totale fôrrasjonen til drøvtyggjaren.

7.0 Kjelder

- Álvarez, C., Nielsen, N. I., Weisbjerg, M. R., Volden, H., Eknæs, M. & Prestløyken, E. (2022). High-digestible silages allow low concentrate supply without affecting milk production or methane emissions. *J Dairy Sci*, 105(4), 3633-3647. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21479>
- Bakken, A. K. (2023). Grovfôrmodellens prognoser er ikke basert på varmesum aleine. *Buskap*, 4. <https://www.buskap.no/article/2023/06/Bruk-av-varmesum-26>
- Bakken, A. K. & Steinshamn, H. (2022). Grovfôravlinger i Norge. En gjennomgang av datakilder. *NIBIO Rapport*. <https://hdl.handle.net/11250/3001533>
- Boufaïed, H., Chouinard, Y., Tremblay, G., Petit, H., Michaud, R., Bélanger, G., Michaud, H. & Bélanger, R. (2003). Fatty acids in forages. I. Factors affecting concentrations. *Canadian Journal of Animal Science*, 83. <https://doi.org/10.4141/A02-098>
- Brodshaug, E. (2021). *Mer og bedre grovfôr sikrer framtida*. Henta 30.04.2024 frå <https://medlem.tine.no/fag-og-forskning/mer-og-bedre-grovfor-sikrer-framtida>
- Buxton, D. R. F., Steven. (1994). Plant environment and quality. I *Forage quality, evaluation, and utilization* (s. 155-199). American Society of Agronomy : Crop Science Society of America : Soil Science Society of America.
- Catunda, K. L. M., Churchill, A. C., Zhang, H., Power, S. A. & Moore, B. D. (2022). Short-term drought is a stronger driver of plant morphology and nutritional composition than warming in two common pasture species. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 208(6), 841-852. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jac.12531>
- Corré, W. J. (1983). Growth and morphogenesis of sun and shade plants I. The influence of light intensity. *Acta Botanica Neerlandica*, 32(1-2), 49-62. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1983.tb01677.x>
- Deinum, B., Van Es, A. & Van Soest, P. (1968). Climate, nitrogen and grass. 2. The influence of light intensity, temperature and nitrogen on vivo digestibility of grass and the prediction of these effects from some chemical procedures. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 16(3), 217-223.
- Fariaszewska, A., Aper, J., Van Huylenbroeck, J., Baert, J., De Riek, J., Staniak, M. & Pecio, Ł. (2017). Mild Drought Stress-Induced Changes in Yield, Physiological Processes and Chemical Composition in Festuca, Lolium and Festulolium. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 203(2), 103-116. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jac.12168>
- Havstad, L. T. A., Trygve S. (2024). *Dyrkingsveiledning April 2024- Frøavl av strandsvingel og raisvingel*. NIBIO Landvik. Henta 30.04.2024 frå https://nibio.no/tema/mat/korn-og-frovekster/froavl/_attachment/inline/b41798d5-bc2a-4fe3-b619-276f571fa890:5b391c21e3b8efc2a8feb2799b5d2cc7f75cacbe/Strand-%20og%20raisvingel_2024.pdf
- Hay, R. K. M. (1990). The influence of photoperiod on the dry matter production of grasses and cereals. *New Phytologist*, 116(2), 233-254. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1990.tb04711.x>
- Ingvartsen, K. L. K., Verner Friis. (2003). Regulering af foderoptagelsen. I T. N. Hvelplund, N. (Red.), *Kvægets ernæring og fysiologi. Bind 1 -Næringsstofomsætning og fodervurdering, DJF rapport Husdyrbrug 53* (s. 147-191). Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri Danmarks JordbrugsForskning.
- Jetne, M. (1981). *Gras og grasdyrking*. Landbruksforlaget.
- Johansen, M., Søgaard, K., Lund, P. & Weisbjerg, M. R. (2017). Digestibility and clover proportion determine milk production when silages of different grass and clover species are fed to dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(11), 8861-8880. <https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2017-13401>

- Kjærstad, H. (2021). *Utvikling av en gårdsspesifikk metode for bruk av værdata til optimalisering av høstetidspunkt* [Bacheloroppgåve, Norges Miljø- og Biovitenskaplige universitet].
- Kuoppala, K., Rinne, M., Nousiainen, J. & Huhtanen, P. (2008). The effect of cutting time of grass silage in primary growth and regrowth and the interactions between silage quality and concentrate level on milk production of dairy cows. *Livestock Science*, 116(1), 171-182. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.10.002>
- Landbruksdirektoratet. (2021). *Bruk av norske fôrressurser. Utredning av forbedring av virkemidler med sikte på økt produksjon og bruk av norsk fôr.* (10). <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/nyhetsrom/rapporter/bruk-av-norske-forressurser>
- Landbruksdirektoratet. (2024). *Norske produsentpriser.* <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/statistikk-og-utviklingstrekk/norske-produsentpriser>
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A. & Wilkinson, R. G. (2011). Lactation. I *Animal nutrition* (7th. utg., s. 405-460). Prentice Hall.
- Meld. St. 11 (2023-2024). (2024). *Strategi for åuka sjølvforsyning av jordbruksvarer og plan for opptrapping av inntektsmulighetene i jordbruket.* Det kongelige landbruks- og matdepartement. <https://www.regjeringen.no/contentassets/6fda1102aed84e64850950404752e7e7/nno/pdfs/stm202320240011000dddpdfs.pdf>
- Mo, M. (2005). *Surfôrbooka*. Landbruksforlaget.
- Nelson, C. J. M., L E. (1994). Plant factors affecting forage quality. I *Forage quality, evaluation, and utilization* (s. 115-155). American Society of Agronomy : Crop Science Society of America : Soil Science Society of America. <https://doi.org/10.2134/1994.foragequality>
- NIBIO. (2024). *Arealbarometer.* Norsk institutt for bioøkonomi. <https://arealbarometer.nibio.no/norge/>
- Njærheim, M. G. (2021). Potensialet for å auka fettprosenten i mjølk hjå NRF gjennom fôring. I Norwegian University of Life Sciences, Ås.
- Nordheim-Viken, H., Volden, H. & Jørgensen, M. (2009). Effects of maturity stage, temperature and photoperiod on growth and nutritive value of timothy (*Phleum pratense* L.). *Animal Feed Science and Technology*, 152(3), 204-218. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.04.012>
- Nordheim-Viken, H. V., Harald. (2009). Effect of maturity stage, nitrogen fertilization and seasonal variation on ruminal degradation characteristics of neutral detergent fibre in timothy (*Phleum pratense* L.). *Animal Feed Science and Technology*, 149(1), 30-59. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.04.015>
- Nyléhn, J. (2023). Fotosyntese. I *Store norske leksikon*. Henta 1.05.2024 frå <https://snl.no/fotosyntese>
- Nørsgaard, P. (2003). Opptagelse af foder og drøvtygging. I *Kvægets ernæring og fysiologi - Bind 1 - Næringsstofomsætning og fodervurdering* (s. 119-142). Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri - Danmarks JordbrugsForskning.
- Osborn, D. F. (1980). The feeding value of grass and grass products. . I *I: Grass: its production and utilization*, (2nd. utg., s. 89-126). Blackwell.
- Randby, Å. T., Weisbjerg, M. R., Nørsgaard, P. & Heringstad, B. (2012). Early lactation feed intake and milk yield responses of dairy cows offered grass silages harvested at early maturity stages. *Journal of Dairy Science*, 95(1), 304-317. <https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2011-4454>

- Riley, H. (2021). *Vanning til jord- og hagebruksvekster: En litteraturstudie av norske undersøkelser siden 1960*. NIBIO. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2824973>
- Rosenberg, N. J., Blad, B. L. & Verma, S. B. (1983). *Microclimate: The Biological Environment*. Wiley. <https://books.google.no/books?id=c6MI6VvTqTsC>
- Sheaffer, C. C., Peterson, P. R., Hall, M. H. & Stordahl, J. B. (1992). Drought Effects on Yield and Quality of Perennial Grasses in the North Central United States. *Journal of Production Agriculture*, 5(4), 556-561. <https://doi.org/https://doi.org/10.2134/jpa1996.0556>
- Sjaastad, Ø. V., Sand, O. & Hove, K. (2010). *Physiology of domestic animals* (2nd. utg.). Scandinavian Veterinary Press.
- Statistisk sentralbyrå. (2024). *Potet- og grovfôravlinger*. <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/jordbruk/statistikk/potet-og-grovforavlinger>
- Søegaard, K., Hansen, H. & Weisbjerg, M. R. (2003). Fodermidlernes karakteristika. I T. N. Hvelplund, N. (Red.), *Kvægets ernæring og fysiologi. Bind 1 -Næringsstofsætning og fodervurdering, DJF rapport Husdyrbrug 53* (s. 39-65). Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri Danmarks JordbrugsForskning.
- Thorvaldsson, G., Tremblay, G. F. & Tapani Kunelius, H. (2007). The effects of growth temperature on digestibility and fibre concentration of seven temperate grass species. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 57(4), 322-328. <https://doi.org/10.1080/09064710600984221>
- TINE. (2021, 9.08.2021). *Mer fett i melka øker lønnsomheten for bonden*. Henta 07.05.2024 frå <https://medlem.tine.no/aktuelt-fra-tine/mer-fett-i-melka-oket-lonnsomheten-for-bonden>
- TINE. (2022). *Statistikksamling for ku- og geitekontrollen for 2022*. <https://medlem.tine.no/fag-og-forskning/statistikksamling-for-ku-og-geitekontrollen-for-2022>
- TINE. (2023). *TINEs betalingsregelverk for rå melk* <https://medlem.tine.no/melk/regelverk-og-melkepris>
- Todnem, J. L., Tor. (2017). *Fôr kvalitet i typiske enger i fjell- og dalbygder Undersøkte grasarter, bladfaks, engrapp, engsvingel, hundegras, kveke og timotei* (73). NIBIO. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2443202>
- Universitetet i Oslo. (2011a, 12.04.2024). Livssyklus. I *Universitetet i Oslo*, . Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet - Institutt for biovitenskap. <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/l/livssyklus.html>
- Universitetet i Oslo. (2011b). *Vekst og utvikling hos planter*. Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet - Institutt for biovitenskap. <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/v/vekst.html>
- Volden, H. (2011). *NorFor, the Nordic feed evaluation system* (1. utg., Bd. 130). Wageningen: Wageningen Academic Publishers. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-718-9>
- Volden, H. (2021a). Grovfôret kan verdsettes utfra grovfôropptak og grovfôrets produksjonsverdi. *Buskap*, 4. <https://www.buskap.no/article/2021/05/Grovf%C3%B4ret-kan-verdsettes-utfra-grovf%C3%B4ropptak-og-grovf%C3%B4rets-produksjonsverdi>
- Volden, H. (2021b). Hvordan bruke værd data for å optimalisere høstetidspunktet. *Buskap*, 7. <https://www.buskap.no/article/2021/10/Hvordan-bruke-v%C3%A6rd-data-for-%C3%A5-optimalisere-h%C3%B8stetidspunktet>
- Volden, H., Helesø, H., Pedersen, H., Viste, J., Dahlmo, M., Njærheim, M., Husveg, N. & Lima, S. (2022). *Oppdatert faggrunnlag for redusert fosforutslipp fra husdyrproduksjonene i Rogaland – Vurderinger til bruk i arbeidet med*

- gjødselregelverket*. <https://www.landbrukspark.no/wp-content/uploads/2022/11/Oppdatert-faggrunnlag-for-reduert-fosforutslipp-fra-husdyrproduksjonene-i-Rogaland-241022.pdf>
- Volden, H. S., A. V.; Farstad, B; Schei, I; Øksendal, H.; Klette, P.; Brodshaug, E. (2022). Rom for mer grasprotein til drøvtyggerne våre. *Buskap*, 2. <https://www.buskap.no/article/2022/03/Rom-for-mer-grasprotein-til-dr%C3%B8vtyggerne-v%C3%A5re>
- Vough, L. R. & Marten, G. C. (1971). Influence of soil moisture and ambient temperature on yield and quality of alfalfa forage. *Agronomy Journal*, 63(1), 40-&. <https://doi.org/10.2134/agronj1971.00021962006300010014x>
- Wilson, J. & Hacker, J. (1982). Nutritional limits to animal production from pastures. *Ed. JB Hacker. CAB*.
- Øksendal, H. B., Erik. (2022). Lønner det seg å høste tidligere og ta en ekstra slått? *Buskap*, (3). <https://www.buskap.no/article/2022/04/L%C3%B8nner-det-seg-%C3%A5-h%C3%B8ste-tidligere-og-ta-en-ekstra-sl%C3%A5tt>
- Østrem, L., Volden, B. & Larsen, A. (2013). Morphology, dry matter yield and phenological characters at different maturity stages of ×*Festulolium* compared with other grass species. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 63(6), 531-542. <https://doi.org/10.1080/09064710.2013.819440>
- Østrem, L., Volden, B., Steinshamn, H. & Volden, H. (2015). *Festulolium* fibre characteristics and digestibility as affected by maturity. *Grass and Forage Science*, 70(2), 341-352. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/gfs.12126>
- Øygarden, L. A., Laila; Bakken, Anne Kjersti; Bonesmo, Helge; Geipel, Jakob; Åby, Bente Aspeholen. (2022). *Indikatorer og metoder for dokumentasjon og tiltaksrapportering i Klimaavtalen og indirekte effekt av tiltak* 129). NIBIO. <https://hdl.handle.net/11250/3035229>
- Årvik, L. (2023). *Fôropptak og mjølkeproduksjon hos mjølkekyr ved ulike slåttesystem og botaniske samansetninger* [Masteroppgåve, Norwegian University of Life Sciences].



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway