



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Avling og fôrkvalitet i eng gjødsla med stigende mengder nitrogen

NIBIO RAPPORT | VOL. 12 | NR. 130 | 2026



Rapport

TITTEL:	Avling og førkvalitet i eng gjødsla med stigende mengder nitrogen		
DATO:	14.10.2026	REVIDERT DATO:	-
ANTALL SIDER:	46	ANTALL VEDLEGG:	1

FORFATTER(E):	
NAVN:	DIVISJON/ STASJON/ANNET:
Jakob Geipel	Matproduksjon og samfunn, NIBIO Apelsvoll
Kristian Rindal	Matproduksjon og samfunn, NIBIO Apelsvoll
Anne Kjersti Bakken	Matproduksjon og samfunn, NIBIO Kvithamar/ Trondheim
KONTAKTPERSON NIBIO: Anne Kjersti Bakken, anne.kjersti.bakken@nibio.no	

RAPPORTNUMMER: 12/130/2026	PROSJEKTNUMMER: 280332	ARKIVNUMMER: 26/02771
TILGJENGELIGHET: Åpen	ISBN: 978-82-17-04076-7	ISSN: 2464-1162

OPPDRAGSGIVER: NIBIO	OPPDRAGSGIVERS KONTAKTPERSON: -
-----------------------------	--

PROSJEKTLEDER: Anne Kjersti Bakken	KVALITETSSIKRET/GODKJENT: Ellen Elverland og Marit Jørgensen
--	--

STIKKORD: Gjødsling, Nitrogen, Grovfôr	FAGOMRÅDE: Agronomi, Presisjonsjordbruk
---	--

SAMMENDRAG: IMPRESS-prosjektet undersøkte respons på stigende mengder mineralgjødseN i eng på to lokaliteter. Tørrstoffavlingen økte tydelig fra lave til moderate N-nivåer, men meravlingen ble liten mot toppen av gjødslingsstigen. Samtidig økte mengden høstet N og differansen mellom tilført mineralgjødseN og høstet N. Nitrogendifferansen er en partiell beregning og skal ikke tolkes som målt N-tap. Kløverinnholdet avtok med stigende N-tilførsel. Endringene i førkvalitet var ikke like entydige. Innholdet av råprotein og NDF kunne øke, mens FEm-innholdet og fordøyelighet kunne avta. Resultatene samsvarer med andre nyere norske forsøksresultater. De gir ikke grunnlag for å betrakte de høyeste tilførselsmengdene av N som optimale eller for å anbefale en generell økning i gjødslingsnormene. N-gjødslingen bør tilpasses forventet avling, kløverandel, antall slåtter, engalder og lokale vekstforhold.

Rapportens referanse: Geipel, J., Rindal, K. & Bakken A. K. (2026). *Avling og førkvalitet i eng gjødsla med stigende mengder nitrogen* (NIBIO RAPPORT, 12/130). Norsk institutt for bioøkonomi.

Sammendrag

IMPRESS-prosjektet undersøkte hvordan stigende mengder mineralgjødning-N påvirket avling, fôrkvalitet og nitrogenutnytting i eng ved NIBIO Apelsvoll og NIBIO Løken. Forsøket på Apelsvoll ble gjennomført på forskjellige steder i samme eng gjennom tre engår, fra 2019 til 2021, med tre slåtter per år. På Løken ble forsøkene gjennomført i tre forskjellige førsteårsenger fra 2018 til 2020, med to slåtter per år. Alle utleggene av forsøket omfattet seks gjødslingsledd med tolv gjentak. Lokalitetene, årene og slåttene ble analysert separat.

Tørrstoffavlingen økte tydelig med stigende tilførsel av mineralgjødning-N, men den største meravlingen kom mellom de laveste og de mellomste gjødslingsleddene. Mot toppen av gjødslingsstigen ble marginalresponsen mindre, og forskjellene mellom de høyeste leddene var ofte små. Responsen varierte mellom år og slåtter. På Apelsvoll utgjorde tredjeslått en mindre del av årsavlingen enn de to første slåttene, mens den andre av i alt to slåtter på Løken ofte utgjorde en stor del av årsavlingen etter en lang gjenvekstperiode. Resultatene samsvarer med nyere norske sammenstillinger, som viser en bred sone med nær maksimal avling og liten tilleggsrespons ved sterk N-gjødsling.

Kløverinnholdet var høyest i ugjødslede eller svakt gjødslede ledd og avtok med stigende N-tilførsel. Kløver og andre kilder til N i jord og planterester bidro sannsynligvis til avling og høstet N der lite eller ingen mineralgjødning-N ble tilført. Biologisk N-fiksering og jordas N-leveranse ble ikke målt direkte. Endringene i fôrkvalitet var sammensatte. Råproteininnholdet økte ofte med N-tilførselen, særlig når avlingsresponsen hadde begynt å flate ut. Samtidig økte NDF-innholdet i mange slåtter, mens fordøyelighet og FEm-innholdet ofte ble redusert i førsteslått. Høyere N-tilførsel ga derfor ikke en entydig forbedring av fôrkvaliteten.

Mengden høstet N økte gjennomgående med tilførselen i form av gjødning, også der tilleggsavlingen var liten. Differansen mellom tilført mineralgjødning-N og høstet N gikk fra negative verdier i de laveste leddene til positive verdier i de høyere leddene. Beregningen omfatter bare registrert mineralgjødning-N og nitrogen fjernet med den høstede avlingen. Den er derfor ikke en fullstendig N-balanse og kan ikke brukes som et direkte mål på N-tap til luft eller vann. Den økende differansen viser likevel at gjenfinningen av ekstra gjødning-N i avlingen ble svakere ved høy N-tilførsel.

Samlet støtter resultatene hovedbildet fra nyere norske engforsøk: Mineralgjødning-N er viktig for avlingen når N-forsyningen er lav, men den agronomiske nytten av ytterligere N avtar når avlingsresponsen nærmer seg et platå. Resultatene gir ikke grunnlag for å betrakte høyeste gjødslingsledd som generelt optimalt eller for å anbefale en generell økning i NIBIOs N-normer. Ved fastsetting av mengde N-gjødsling bør forventet avling vurderes sammen med kløverandel, ønsket fôrkvalitet, høstet N, nitrogendifferanse, høstefrekvens, engalder og lokale vekstforhold.

Forord

Denne rapporten presenterer resultatene fra en serie med gjødslingsforsøk som ble gjennomført på NIBIO sine feltstasjoner Apelsvoll og Løken innenfor IMPRESS-prosjektet i årene 2018-2021 (NFR prosjektnr. 280332). IMPRESS var et fireårig forskningsprosjekt som handlet om å øke presisjon og målretting i gjødsling og avlingsfremmende tiltak i grovfôrproduksjonen. Det ble finansiert av Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri, Yara Norge AS, Yaras forskningssenter i Hanninghof Tyskland, Felleskjøpet Agri SA og Strand Unikorn AS.

I arbeidet med resultatene brukte forfatterne generativ KI (M365 Copilot, GPT-5-reasoning model) for å revidere databehandlingsskript, støtte gjennomgangen av statistiske metoder, utarbeide enkelte figurer og lage tekstutkast. Etter bruk av verktøyet gjennomgikk og redigerte forfatterne innholdet etter behov, kontrollerte beregningene og vurderte forslagene faglig. Forfatterne har det fulle ansvaret for innholdet i den publiserte rapporten.

Vi vil takke feltvert for forsøkene på Apelsvoll, Olav Rognerud og hans familie, for lån av eng og verdifull støtte i gjennomføring på Lunda (Østre Toten).

Takk også til de tidligere NIBIO-ansatte Tor Lunnan, Bea Blomlie, Marte Skattebu, Malin Larsen Græsdahl, Håvard Johansen Lindgaard, Maximilian Pircher og El Houssein Chouaib Harik for verdifulle bidrag i felt- og laboratoriearbeidet. Tor Lunnan hadde et særlig ansvar for å sette opp gjødslingsplanene og tilpasse disse til valgte høsteregimer og lokalitet. Han administrerte også forsøksfeltene på Løken.

Personell

Firma	Navn	Utført arbeid
NIBIO	Jakob Geipel	Forsker, arbeidspakkeleder, forsøksansvarlig på Apelsvoll
NIBIO	Kristian Rindal	Overingeniør, feltregistreringer, jordprøver, datakurering
NIBIO	Anne Kjersti Bakken	Seniorforsker, prosjektleder

Kapp, 12.10.2026

Jakob Geipel

Innhold

Sammendrag	3
Forord	4
1 Innledning	6
2 Material og metoder	7
2.1 Feltforsøk	7
2.1.1 Sted	7
2.1.2 Vær	7
2.1.3 Etablering, frøblandinger og jordkarakteristikk	8
2.1.4 Forsøksdesign	9
2.1.5 Jordprøvetaking	10
2.1.6 Gjødning og gjødselbehandling	11
2.1.7 Innhøsting, veiing og kvalitetsanalyse	12
2.2 Dataanalyse	14
2.2.1 Beregning av avling og fôrkvalitet	14
2.2.2 Høstet nitrogen	14
2.2.3 Differanse mellom tilført mineralgjødning-N og høstet N	14
2.2.4 Oppsummerte verdier per år	15
2.2.5 Statistiske analyser	15
3 Resultater	17
3.1 Avling og fôrkvalitet	17
3.1.1 Tørrstoffavling	17
3.1.2 Fôrenheter melk	18
3.1.3 Råproteininnhold	19
3.1.4 Fiberinnhold	19
3.1.5 Kløverinnhold	20
3.1.6 Vannløselige karbohydrater	21
3.1.7 Fordøyelighet	22
3.2 Høstet nitrogen og nitrogendifferanse	23
3.2.1 Høstet nitrogen	23
3.2.2 Differanse mellom tilført mineralgjødning-N og høstet N	24
3.3 Jordegenskaper	25
4 Diskusjon	28
4.1 Avlingsrespons på nitrogengjødsling	28
4.2 Botanisk sammensetning og fôrkvalitet	29
4.3 Høstet nitrogen og nitrogendifferanse	30
4.4 Forsøkenes avgrensninger og agronomiske relevans	31
5 Konklusjon	32
Litteratur	33
Vedlegg	34

1 Innledning

For å kunne målrette bruken av gjødsel i grovfôrproduksjonen, må en vite presist hvor mye næringsstoffer engvekstene trenger i perioden fram til planlagt slått, og videre hvor mye som til enhver tid blir tilgjengelig for plantene fra organisk materiale i jorda, husdyrgjødsel og plantedeler som står igjen etter vinteren og etter slått. I dagens praksis mangler en ofte slik informasjon, og gjødselmengder blir vanligvis bestemt ut fra erfaring og tabellverdier for avling og sammensetning av husdyrgjødsel som ligger i gjødselplanleggingsprogrammene. Som oftest gjødsles det også med samme mengde i hele enga, uten differensiering etter variasjoner i avlingspotensial innen skiftene. For å heve avling og kvalitet i norsk grovfôrproduksjon er det derfor viktig å utvikle nye metoder for informasjonsinnhenting og tilpassing av gjødslingsstrategiene til plantenes behov. Hovedmålet for prosjektet IMPRESS var å bidra til dette gjennom å utvikle og tilpasse presisjonsteknologi, modeller og tiltak for stedsspesifikk bruk av innsatsfaktorer.

Som ledd i dette ble det etablert en serie med nitrogengjødslingsforsøk i grasdominert eng på lokaliteter i kommunene Østre Toten og Øystre Slidre (Figur 1). De skulle gi grunnlag for å sette opp avlingsresponskurver for nitrogenforsyning innenfor dyrkingsregimer med hyppig høsting, samt å lage sensorbaserte registreringsmetoder for å estimere avling og fôr kvalitet fra traktor og drone. De sensorbaserte analysene som bygger på disse forsøkene, inkludert metoder for estimering av avling og fôr kvalitet fra traktor- og dronebaserte målinger, behandles ikke videre i denne rapporten. De vil bli presentert i egne publikasjoner som er under utarbeidelse.



Figur 1. Dronebilde av første innhøsting av forsøksrutene i 2021 (Østre Toten). (Foto: Maximilian Pircher, NIBIO)

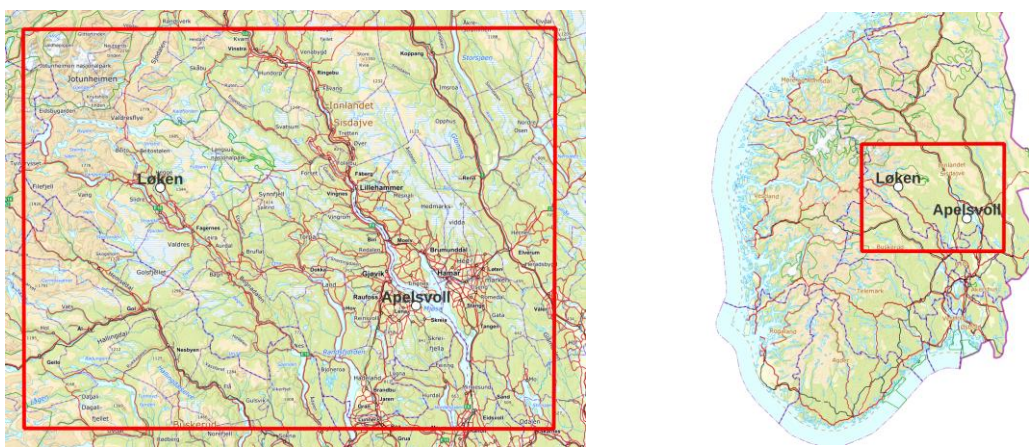
2 Material og metoder

2.1 Feltforsøk

Feltforsøkene ble gjennomført på to lokaliteter med seks nivåer av tilført mineralgjødsel-N som eksperimentell behandling. Forsøksperioden var på tre år ved hver lokalitet, men engalder, gjødslingsnivåer og høsteregimer var ulike.

2.1.1 Sted

Feltlokalitetene var NIBIO Apelsvoll i Østre Toten og NIBIO Løken i Øystre Slidre (Figur 2). På Apelsvoll ble forsøket lagt ut på ulike deler av det samme skiftet i tre påfølgende engår, mens det på Løken ble etablert i tre år på tre forskjellige skifter.



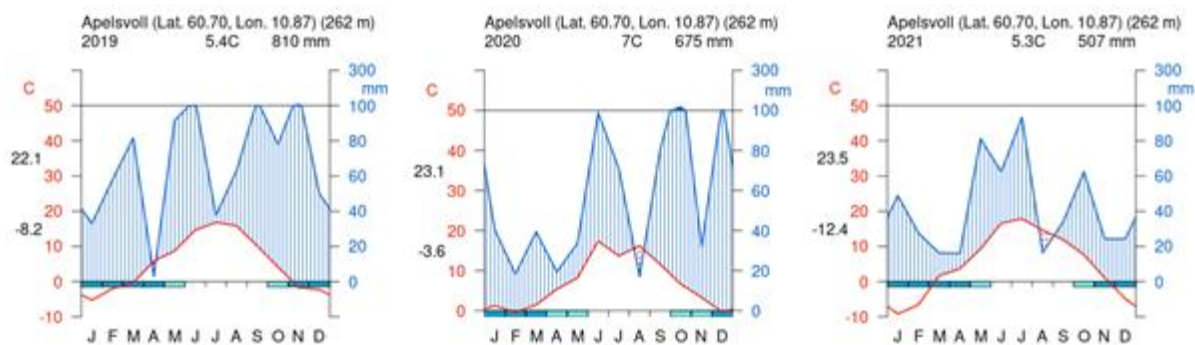
Figur 2. Oversiktskart over forsøkslokalitetene ved NIBIO Apelsvoll i Østre Toten og NIBIO Løken i Øystre Slidre kommune. Kilde: Kartverket (Bakgrunnskart for matrikkelen WMS, hentet 01.09.2026)

NIBIO Apelsvoll ligger ved Kapp i Østre Toten kommune, omtrent 60,70° N og 10,87° Ø, 262 meter over havet. NIBIO Løken ligger i Øystre Slidre kommune, omtrent 61,12° N og 9,06° Ø, 527 meter over havet. Lokalitetene representerer dermed ulike høydeler og klimatiske forhold for engdyrking på Østlandet.

Forsøket på Apelsvoll ble lagt ut i 2019 i ei førsteårseng hos en gårdbruker nært forskningsstasjonen (Lunda) og lå på andre deler av det samme arealet i 2020 og 2021. Forsøket på Løken ble hvert av årene 2018, 2019 og 2020 lagt ut i førsteårseng på henholdsvis Nyåkeren, Eikra Sør og Eikrabakken.

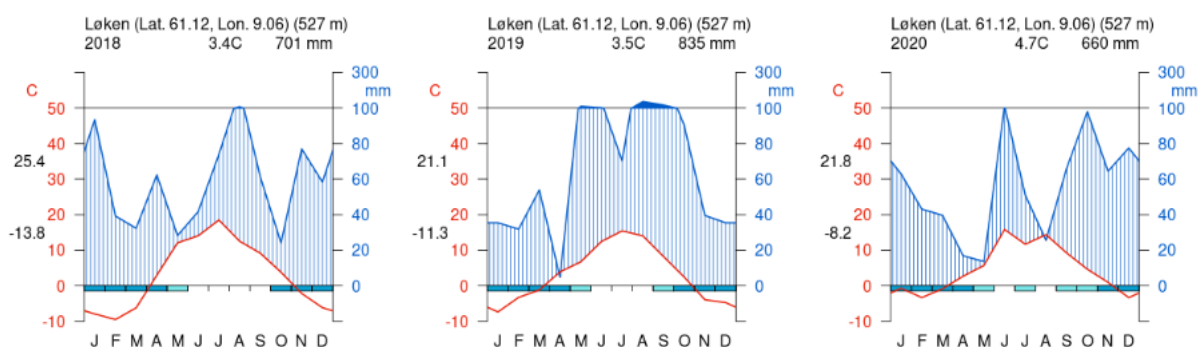
2.1.2 Vær

Været i vekstsesongene på Apelsvoll varierte mye mellom årene. I 2019 steg temperaturen jevnt fram mot juli, mens nedbøren var høy i mai–juni og september og lavere i juli. Vekstsesongen i 2020 var gjennomgående varm, med mye nedbør i juni og september, men med en tørrere periode i august. I 2021 var juni og juli varme, mens nedbøren var høyest i mai og juli og betydelig lavere i august og september.



Figur 3. Værdata på Apelsvoll i årene 2019-2021 som Walter-Lieth diagram. De svarte tallene øverst og nederst til venstre angir henholdsvis gjennomsnittlig daglig maksimumstemperatur i årets varmeste måned og gjennomsnittlig daglig minimumstemperatur i årets kaldeste måned. Kilde: NIBIO LMT

På Løken var vekstsesongen i 2018 preget av en varm og nedbørfattig vår og forsommer, etterfulgt av mer nedbør i juli og særlig august. I 2019 var temperaturen moderat gjennom sommeren, mens perioden fra mai til september hadde gjennomgående mye nedbør. I 2020 var mai relativt kjølig og tørr, juni var varm og nedbørrik, og nedbøren økte igjen mot slutten av vekstsesongen.



Figur 4. Værdata på Løken i årene 2018-2020 som Walter-Lieth diagram. De svarte tallene øverst og nederst til venstre angir henholdsvis gjennomsnittlig daglig maksimumstemperatur i årets varmeste måned og gjennomsnittlig daglig minimumstemperatur i årets kaldeste måned. Kilde: NIBIO LMT

2.1.3 Etablering, frøblandinger og jordkarakteristikk

Forsøket på Apelsvoll ble lagt i ei eng som var sådd og uniformt gjødsla i 2018 hos feltverten på Lunda. Frøblandingen besto av om lag 77 % timotei, 20 % engsvingel og 3 % rødkløver. Forsøket ble gjennomført på ulike deler av det samme engskiftet i 2019, 2020 og 2021. De delene av engskiftet som ble brukt til respektive forsøk i 2020 og 2021, ble uniformt gjødsla i 2019 og 2020. På Løken ble forsøksarealene sådd med en frøblending som besto av 80 % timotei og 20 % engsvingel. Forsøkene ble gjennomført i førsteårseng på tre forskjellige skifter: Nyåkeren i 2018, Eikra Sør i 2019 og Eikrabakken i 2020. Det var noe rødkløver i frøbanken i jorda på alle skiftene. Jordarbeiding, såing og øvrig feltarbeid ved etableringen ble gjennomført etter vanlig agronomisk praksis ved den enkelte lokaliteten.

Jordsmonnet på Lunda ved Apelsvoll er klassifisert som Cambisol, et selvdrenert jordsmonn med utviklet jordstruktur og lite til moderat innhold av stein og blokk. Alle forsøksfeltene på Løken lå på siltig mellomsand utviklet i morenemateriale, med en del stein. Feltene skilte seg likevel fra hverandre i dyrkingshistorie, jorddybde og næringsreserver.



Figur 5. Oppmåling og merking av forsøksrutene på Lunda ved Apelsvoll våren 2019. (Foto: Jakob Geipel, NIBIO)

2.1.4 Forsøksdesign

Forsøkene ble gjennomført som randomiserte fullstendige blokkforsøk, «randomized complete block design» (RCBD), med 12 blokker. Hver blokk inneholdt én forsøksrute for hvert av de seks gjødslingsleddene, og plasseringen av leddene var randomisert innen blokk. Forsøkene omfattet seks gjødslingsledd med stigende mengder mineralgjødsel-N. Fordelingen av nitrogen mellom gjødslingstidspunktene på Apelsvoll og Løken er vist i henholdsvis Tabell 1 og Tabell 2. Etter vurdering av resultatene fra første engår ble N-mengdene på Apelsvoll økt i 2020 og 2021, fordi nivåene i 2019 så ut til å være for lave til å fange opp den øvre delen av avlingsresponsen.

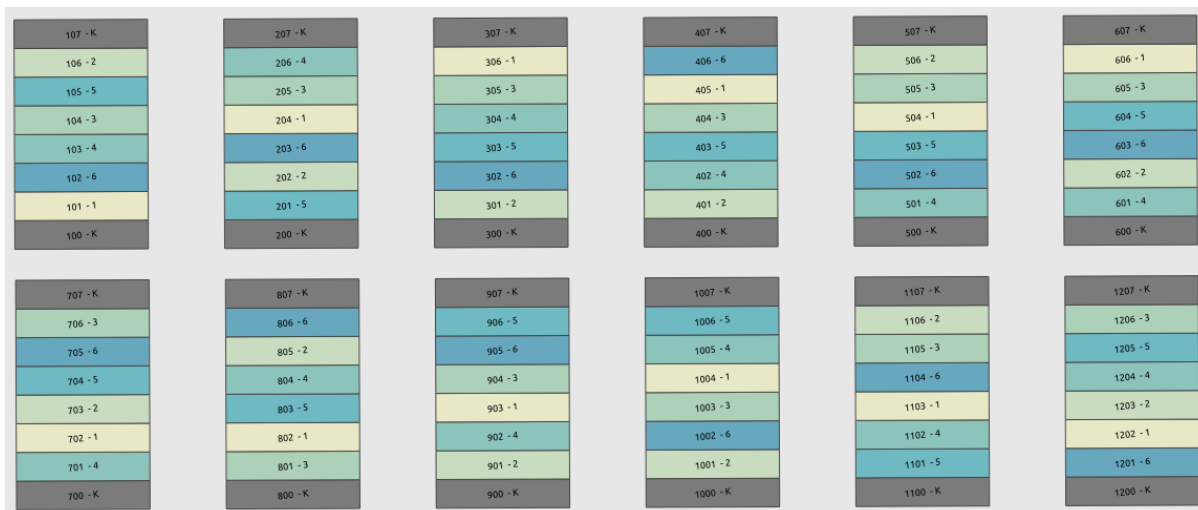
Tabell 1. Total mengde mineralgjødsel-N og fordeling mellom gjødslingstidspunktene vår (N0), etter førsteslått (N1) og etter andreslått (N2) for de seks gjødslingsleddene på Apelsvoll. Verdiene før og etter skråstreken gjelder henholdsvis 2019 og 2020–2021.

Ledd	N total [kg N daa ⁻¹]	N0 [kg N daa ⁻¹]	N1 [kg N daa ⁻¹]	N2 [kg N daa ⁻¹]
1	0 / 0	0.0 / 0.0	0.0 / 0.0	0.0 / 0.0
2	6 / 7	2.4 / 2.8	1.8 / 2.1	1.8 / 2.1
3	12 / 14	4.8 / 5.6	3.6 / 4.2	3.6 / 4.2
4	18 / 21	7.2 / 8.4	5.4 / 6.3	5.4 / 6.3
5	24 / 28	9.6 / 11.2	7.2 / 8.4	7.2 / 8.4
6	30 / 35	12.0 / 14.0	9.0 / 10.5	9.0 / 10.5

Tabell 2. Total mengde mineralgjødsel-N og fordeling mellom gjødslingstidspunktene vår (N0) og etter førsteslått (N1) for de seks gjødslingsleddene på Løken i 2018–2020.

Ledd	N total [kg N daa ⁻¹]	N0 [kg N daa ⁻¹]	N1 [kg N daa ⁻¹]
1	0	0.0	0.0
2	6	3.4	2.6
3	12	6.8	5.2
4	18	10.3	7.7
5	24	13.7	10.3
6	30	17.1	12.9

Forsøket omfattet seks gjødslingsledd, hvert med 12 gjentak, til sammen 72 forsøksruter på 1,5 x 7 m (Figur 6). På Apelsvoll ble hver forsøksrute gjødslet og høstet tre ganger per sesong, noe som ga et planlagt omfang på 216 rutehøstinger per år. På Løken ble hver forsøksrute gjødslet og høstet to ganger per sesong, tilsvarende 144 planlagte rutehøstinger per år.



Figur 6. Forsøksdesign på Apelsvoll med 6 gjødslingsledd (farger) og 12 gjentak (blokker). Kantruter vises i grått.

2.1.5 Jordprøvetaking

Etter at forsøksrutene var merket opp om våren, ble det tatt jordprøver fra kantrutene før vårgjødsling og etter siste slått. Hver jordprøve besto av 5–6 stikk fra én kantrute. Prøvetakingen ble lagt til de ytre, gråmerkede kantrutene i forsøksplanen for å unngå å forstyrre forsøksrutene (Figur 6). Prøvene ble analysert av Eurofins for jordart, volumvekt, moldklasse, leirklasse, glødetap, pH, P-AL, K-AL, Mg-AL, Ca-AL og Na-AL.



Figur 7. Jordprøvetaking i en kantrute på Apelsvoll. Hver prøve besto av 5–6 prøvestikk. (Foto: Kristian Rindal, NIBIO)

Analysene ble brukt til å karakterisere jordforholdene og variasjonen i forsøksarealet, men representerte ikke jordegenskapene i den enkelte forsøksruten.

På Lunda ved Apelsvoll ble det tatt jordprøver fra kantrutene på begge sider av hvert gjentak om våren før gjødsling og om høsten etter siste slått. På Løken ble det tatt én jordprøve per gjentak om høsten på Nyåkeren i 2018, Eikra Sør i 2019 og Eikrabakken i 2020.

2.1.6 Gjødselbehandling

Mineralgjødsla ble veid ut for hver forsøksrute og fordelt for hånd. På Apelsvoll ble den samlede nitrogenmengden fordelt med 40 % om våren før førsteslått, 30 % etter førsteslått og 30 % etter andreslått (Tabell 1). På Løken ble nitrogenmengden fordelt med om lag 57 % om våren før førsteslått og 43 % etter førsteslått (Tabell 2).

Kalksalpeter ble brukt som N-kilde i alle gjødslingsledd på begge lokaliteter. Gjødselmengdene ble tilpasset det enkelte leddet og fordelt for hånd mellom slåttene som vist i Tabell 1 og 2.

Alle forsøksrutene fikk i tillegg samme årlige grunngjødsling med fosfor, kalium og svovel. På Apelsvoll ble det tilført 3,5 kg P per dekar som Superfosfat P8, totalt 20 kg K per dekar som kaliumklorid K49 og kaliumsulfat, og totalt 3,5 kg S per dekar gjennom superfosfat og kaliumsulfat. På Løken ble det tilført 3,5 kg P per dekar som Superfosfat P8, 12,4 kg K per dekar som kaliumklorid K49 og 7,6 kg K per dekar som kaliumsulfat. Svoveltilførselen på Løken var 0,3 kg S per dekar fra superfosfat og 3,3 kg S per dekar fra kaliumsulfat.



Figur 8. Gjødsling av kantruter med Fiona Probe gjødselspreder på Apelsvoll. (Foto: Jakob Geipel, NIBIO)

Kantrutene og arealene som var planlagt brukt i påfølgende forsøksår, ble gjødslet etter lokal praksis med om lag 20 kg N per dekar og år. Dette tilsvarte om lag 80 kg NPK 25-2-6 per dekar, fordelt mellom gjødslingstidspunktene etter samme prinsipp som i forsøksrutene.

Nedbør etter gjødsling kan brukes som en enkel indikator på forholdene for oppløsning og transport av den granulerte mineralgjødsla til rotsonen. På Apelsvoll kom det 13–49 mm nedbør i løpet av de første 14 dagene etter de fleste gjødslingstidspunktene. Etter gjødslingen

etter andreslått i 2020 kom det imidlertid bare 3 mm i samme periode, noe som kan ha forsinket oppløsningen og tilgjengeliggjøringen av gjødsla. På Løken ble det vannet med 20 mm etter vårgjødslingen og 40 mm etter gjødslingen etter førsteslått i det tørre året 2018. I 2020 ble vårgjødslingen etterfulgt av en 14-dagersperiode uten registrert nedbør, mens det kom 81 mm etter gjødslingen etter førsteslått.

Tabell 3. Dato for gjødsling og registrert nedbør i løpet av de første 14 dagene etter hvert gjødslingstidspunkt på Apelsvoll. Nedbør er oppgitt i mm.

År	N0		N1		N2	
	Dato	Nedbør	Dato	Nedbør	Dato	Nedbør
2019	01.05.	41	04.07.	13	08.08.	43
2020	20.04.	23	12.06.	45	04.08.	3
2021	23.04.	23	17.06.	49	05.08.	14

Tabell 4. Dato for gjødsling og registrert nedbør i løpet av de første 14 dagene etter hvert gjødslingstidspunkt på Løken. Nedbør er oppgitt i mm. Tillegg etter pluss tegn viser tilført vann ved vanning.

År	N0		N1	
	Dato	Nedbør	Dato	Nedbør
2018	04.05.	10 + 20	22.06.	0 + 40
2019	26.04.	44	01.07.	15
2020	04.05.	0	19.06.	81

2.1.7 Innhøsting, veiing og kvalitetsanalyse

Forsøksrutene ble høstet tre ganger per år på Apelsvoll og to ganger per år på Løken. Tidspunktet for første- og andreslått ble fastsatt med utgangspunkt i regional høstep praksis, akkumulert varmesum og fenologisk utvikling, mens tredjeslått på Apelsvoll ble gjennomført så sent om høsten som praktisk mulig.



Figur 9. Høsting av forsøksruter på Apelsvoll med Haldrup F-55 forsøkshøstemaskin, fotografert fra lufta. (Foto: Maximilian Pircher, NIBIO)

Forsøksrutene ble høstet med en Haldrup F-55 forsøkshøstemaskin med en skjærebredde på 1,5 m og en stubbehøyde på 7 cm. Den samlede ferskvekten fra hver forsøksrute ble registrert. Det ble deretter tatt en delprøve som ble veid før og etter tørking ved 60 °C i 48 timer for bestemmelse av tørrstoffinnholdet. Om lag 100 g av den tørkede prøven ble oppbevart i papirpose, malt og analysert med et NIR Systems 6500-instrument. NIRS-analysen ga

estimerer for tørrstoffets fordøyelighet og innhold av FEm, råprotein, NDF og vannløselige karbohydrater, samt kløverandel.

Varmesummen ble beregnet som akkumulert graddagsum med en basistemperatur på 0 °C. For førsteslått ble varmesummen og nedbøren akkumulert fra vekststart til høstedataen, mens verdiene for andre og tredje slått ble akkumulert fra foregående høstedata til den aktuelle høstedataen.

Varmesummen fram til førsteslått varierte mellom år og lokaliteter, fra 494 til 712 graddager på Apelsvoll og fra 513 til 724 graddager på Løken. Gjenvekstperioden fram til andreslått var særlig lang på Løken, med varmesummen på 864–1077 graddager, sammenlignet med 731–826 graddager på Apelsvoll, mens nedbørssummene varierte betydelig mellom år og vekstperioder på begge lokaliteter.

Tabell 5. Høstedata, akkumulert varmesum med basistemperatur 0 °C og akkumulert nedbør (mm) i hver vekstperiode på Apelsvoll i 2019–2021.

År	1. slått			2. slått			3. slått		
	Dato	GDD	Nedbør	Dato	GDD	Nedbør	Dato	GDD	Nedbør
2019	24.06.	712	195	06.08.	731	39	19.09.	589	126
2020	11.06.	494	95	31.07.	795	122	16.09.	702	38
2021	16.06.	589	102	04.08.	826	144	08.09.	518	15

Tabell 6. Høstedata, akkumulert varmesum med basistemperatur 0 °C og akkumulert nedbør (mm) i hver vekstperiode på Løken i 2018–2020. Tillegg etter plusstegn viser tilført vann ved vanning.

År	1. slått			2. slått		
	Dato	GDD	Nedbør	Dato	GDD	Nedbør
2018	21.06.	724	87 + 20	29.08.	1077	181 + 40
2019	28.06.	628	217	27.08.	893	190
2020	19.06.	513	53	19.08.	864	143

2.2 Dataanalyse

Resultatene fra Apelsvoll og Løken ble analysert hver for seg. Det ble også gjort separate analyser for hvert år og hver slått. Denne framgangsmåten ble valgt fordi forsøket på Apelsvoll fulgte det samme feltet gjennom tre engår, mens forsøkene på Løken ble gjennomført i tre forskjellige felt, alle i første engår. Det ble derfor ikke gjort en samlet statistisk sammenligning mellom lokalitetene eller mellom årene.

2.2.1 Beregning av avling og fôrkvalitet

Tørrstoffavlingen ble beregnet på grunnlag av høstet råvekt og tørrstoffinnholdet i delprøven fra hver forsøksrute. Resultatene er oppgitt i kg tørrstoff per dekar (kg TS daa⁻¹). Fôrkvaliteten ble beskrevet med følgende variabler: (i) fôrenheter melk per kg tørrstoff (FEm per kg TS), (ii) råprotein i prosent av tørrstoff (RP i % av TS), (iii) fiberinnhold i fôret i prosent av tørrstoff (NDF i % av TS), (iv) kløverandel i prosent av tørrstoff (KLV i % av TS), (v) vannløselige karbohydrater i prosent av tørrstoff (VKH i % av TS), og (vi) tørrstoffets fordøyelighet i prosent (TSF i % av TS).

Kløverandelen var basert på estimat fra NIRS analyse og ikke fra botanisk bestemmelse. Negative estimer for kløverandel ble satt til null før gjennomsnitt, standardavvik og statistiske analyser ble beregnet.

2.2.2 Høstet nitrogen

Nitrogeninnholdet i tørrstoffet ble beregnet fra råproteininnholdet ved bruk av omregningsfaktoren 6,25:

$$N_{\text{innhold}} = \frac{RP}{6,25}$$

der både råproteininnholdet og nitrogeninnholdet er oppgitt i % av TS.

Mengden nitrogen som ble fjernet med avlingen, her kalt høstet nitrogen, ble beregnet for hver rute og slått som:

$$N_{\text{høstet}} = \frac{N_{\text{innhold}}}{100} \times TS$$

der høstet nitrogen er oppgitt i kg N per dekar, nitrogeninnholdet i prosent av tørrstoffet og tørrstoffavlingen i kg TS per dekar. Beregningen omfatter nitrogenet i den høstede overjordiske biomassen. Nitrogen i røtter, stubb og annet plantemateriale som ikke ble høstet, inngår ikke.

2.2.3 Differanse mellom tilført mineralgjødsel-N og høstet N

For hver forsøksrute og slått ble det beregnet en differanse mellom tilført nitrogen i mineralgjødsel og nitrogenet som ble fjernet med avlingen:

$$N_{\text{differanse}} = N_{\text{mineralgjødsel}} - N_{\text{høstet}}$$

der nitrogendifferansen er oppgitt i kg N per dekar. Mineralgjødsel-N er mengden N som var tilført før den aktuelle slått og høstet N er mengden som ble fjernet med avlingen i den aktuelle slått.

Ved beregningen ble gjødslingen om våren, etter førsteslått og etter andreslått koblet til henholdsvis første, andre og tredje slått. På Løken, der det ble tatt to slåtter, inngikk bare gjødslingen om våren og etter førsteslått.

En positiv verdi betyr at mer mineralgjødsel-N ble tilført enn det som ble fjernet med den høstede avlingen. En negativ verdi betyr at mer nitrogen ble fjernet med avlingen enn det som ble tilført som mineralgjødsel-N.

Differansen er ikke en fullstendig nitrogenbalanse. Beregningen omfatter ikke nitrogen levert fra jorda, biologisk nitrogenfiksering, atmosfærisk nedfall, nitrogen i røtter og stubb, endringer i jordas nitrogenlager eller tap ved avrenning, utvasking og utslipp til luft. Differansen skal derfor heller ikke tolkes som målt nitrogentap.

2.2.4 Oppsummerte verdier per år

For tørrstoffavling, høstet nitrogen, og differansen mellom tilført mineralgjødsel-N og høstet N ble det beregnet en oppsummert årssum for hver forsøksrute.

Årssummen for tørrstoffavling ble beregnet som:

$$TS_{\text{år}} = \sum_{s=1}^n TS_s$$

Den årlige differansen mellom tilført mineralgjødsel-N og høstet N ble beregnet som:

$$N_{\text{differanse, år}} = \sum_{s=1}^n N_{\text{differanse, s}}$$

I alle formler representerer s den enkelte slått og n antall planlagte slåtter (3 for Apelsvoll og 2 for Løken).

Årssommene ble beregnet fra resultatene for den enkelte forsøksruten, ikke ved å summere gjennomsnittene for gjødslingsleddene. En årssum ble bare beregnet når det forelå en gyldig verdi fra alle planlagte slåtter for den aktuelle variabelen. Ruter med én eller flere manglende verdier ble utelatt fra analysen av årssummen for den aktuelle variabelen, men kunne fortsatt inngå i analysen av enkeltstående slåtter der data var tilgjengelige.

Fôrkvalitetsvariablene ble analysert separat for hver slått. Det ble ikke beregnet enkle årsgjennomsnitt for FEm, råprotein, NDF, kløverandel, vannløselige karbohydrater eller fordøyelighet, fordi avlingsmengden var forskjellig mellom slåttene.

2.2.5 Statistiske analyser

For hver variabel ble det gjennomført separate statistiske analyser for hver lokalitet, hvert år og hver slått. For tørrstoffavling, høstet nitrogen, og differansen mellom tilført mineralgjødsel-N og høstet N ble det i tillegg utført separate analyser av årssommene.

De statistiske analysene og sammenstillingene av resultatene ble utført i programmet R. I analysen ble det også kontrollert at hvert fullstendige forsøk hadde seks gjødslingsledd, tolv blokker og én observasjon for hver kombinasjon av blokk og gjødslingsledd.

Dataene ble analysert som et randomisert fullstendig blokkforsøk. Gjødslingsledd og blokk ble behandlet som kategoriske faktorer. Den statistiske modellen kan skrives som:

$$y_{ij} = \mu + B_i + G_j + \varepsilon_{ij}$$

der y_{ij} er observert verdi i blokk i og gjødslingsledd j , μ er samlet gjennomsnitt, B_i er effekten av blokk i , G_j er effekten av gjødslingsledd j , og ε_{ij} er tilfeldig restvariasjon.

For hver kombinasjon av lokalitet, år, slått og variabel ble modellen tilpasset som:

$$respons \sim blokk + gjødslingsledd$$

Samme modell ble brukt for årssummene. Analysene ble dermed gjennomført innen det enkelte forsøket. Resultatene gir ikke grunnlag for en direkte statistisk sammenligning mellom Apelsvoll og Løken, mellom ulike år eller mellom ulike engår.

Effekten av gjødslingsledd ble testet med variansanalyse. Dersom den samlede testen viste forskjell mellom gjødslingsleddene, ble gjennomsnittene sammenlignet med Tukeys HSD test. Signifikansnivået var 5 %, tilsvarende $p < 0,05$.

3 Resultater

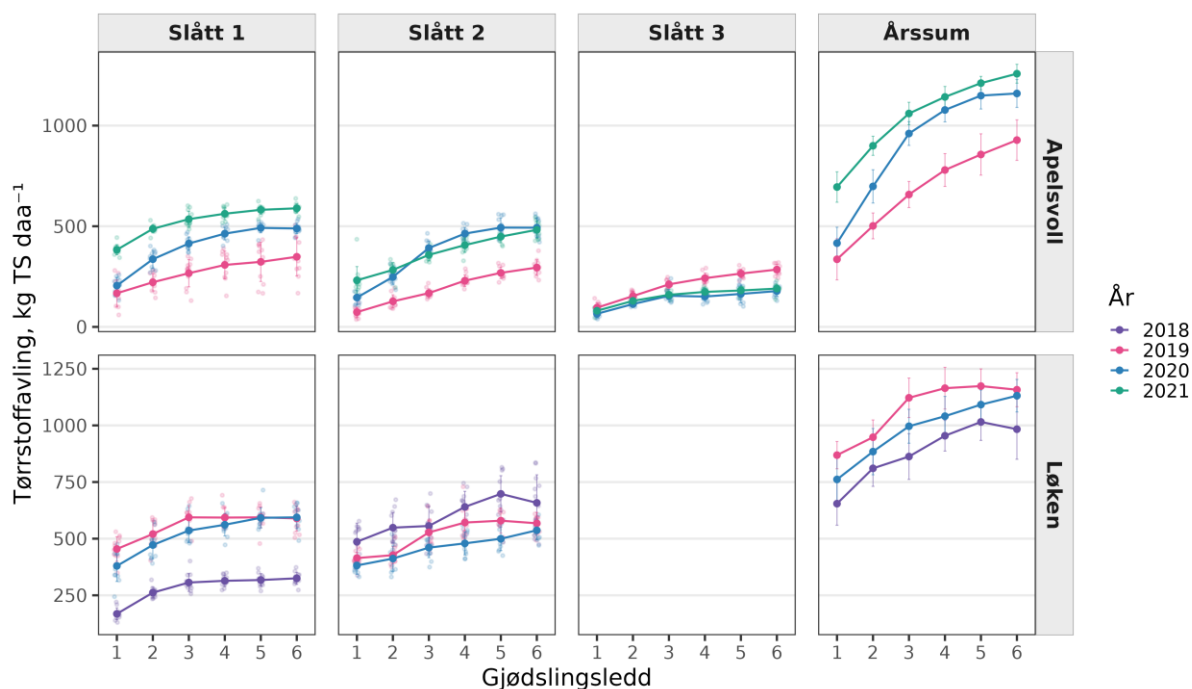
Forsøkene på Apelsvoll og Løken er analysert hver for seg. Resultatene nedenfor beskriver derfor mønstre innen den enkelte lokaliteten, det enkelte året og den enkelte slått, uten direkte statistisk sammenligning mellom lokaliteter eller år. Detaljerte resultattabeller med gjennomsnitt, standardavvik, Tukey-grupper og signifikansnivå for den samlede behandlings-testen er gitt i vedlegget.

3.1 Avling og fôrkvalitet

I tråd med hovedmålet for prosjektet, har vi framstilt resultater som belyser oppnådd grovfôravling og -kvalitet med de ulike gjødslingsbehandlingene. Resultatene viser både tydelige behandlingseffekter og enkelte avvik fra jevne, monotone forløp. I teksten framheves hovedmønstre, statistisk sikre forskjeller, markerte avvik og grupper med stor spredning.

3.1.1 Tørrstoffavling

Tørrstoffavlingen økte med stigende nitrogengjødslingsmengde både på Apelsvoll og Løken, men økningen avtok mot de høyeste nivåene i flere år og slåtter (Figur 10, Tabell V1 og V2). Responsen var tydelig i årssummene (årsavlingene) på begge lokaliteter, mens forløpet i de enkelte slåttene varierte mer mellom år og lokalitet.



Figur 10. Tørrstoffavling for seks gjødslingsledd, vist som behandlingsgjennomsnitt separat for år, slått og lokalitet.

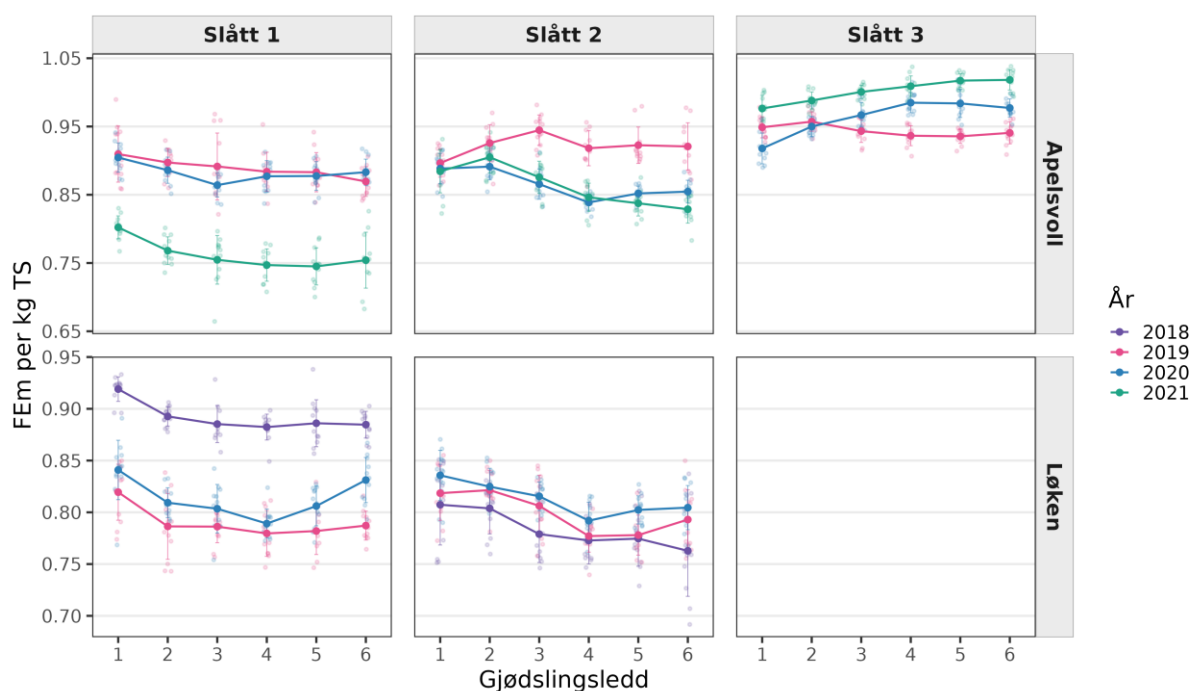
På Apelsvoll økte tørrstoffavlingen gjennomgående fra de laveste til de høyeste gjødslingsleddene. Behandlingseffekten var statistisk sikker for alle slåtter og årsavlinger i alle tre år. I 2019 økte årsavlingen fra om lag 336 kg tørrstoff per dekar i ledd 1 til 928 kg i ledd 6. Økningen var særlig tydelig i andre- og tredjeslått. Førsteslått hadde større spredning og mer overlapp mellom de mellomste og høyeste leddene. I 2020 og 2021 var avlingsforløpet jevnere. På Apelsvoll økte årsavlingen i 2020 fra om lag 416 til 1160 kg tørrstoff per dekar og i 2021 fra om lag 695 til 1258 kg. I begge år var forskjellene størst mellom de lave og

mellomstore tilførselsmengdene, mens ledd 5 og 6 hadde svært like årsavlinger. Tredjeslått utgjorde en klart mindre del av årsavlingen enn de to første slåttene.

På Løken var behandlingseffekten statistisk sikker for begge slåtter og årsavlingen i alle tre år. I 2018 var årsavlingen høyest i ledd 5, mens ledd 6 lå noe lavere. Dette avviket var tydeligst i andre slått, der ledd 6 også hadde størst standardavvik. I 2019 lå ledd 3-6 tett i førsteslått og i årsavlingen. I 2020 økte årsavlingen mer gradvis fra ledd 1 til ledd 6.

3.1.2 Fôrenheter melk

FEm-konsentrasjonen varierte forholdsvis lite mellom gjødslingsleddene på begge lokaliteter, men flere av de små forskjellene var statistisk sikre. I første og andre slått var FEm-konsentrasjonen ofte lavere i de høyere gjødslingsleddene, mens tredjeslått på Apelsvoll enkelte år viste et motsatt forløp (Figur 11, Tabell V3 og V4).



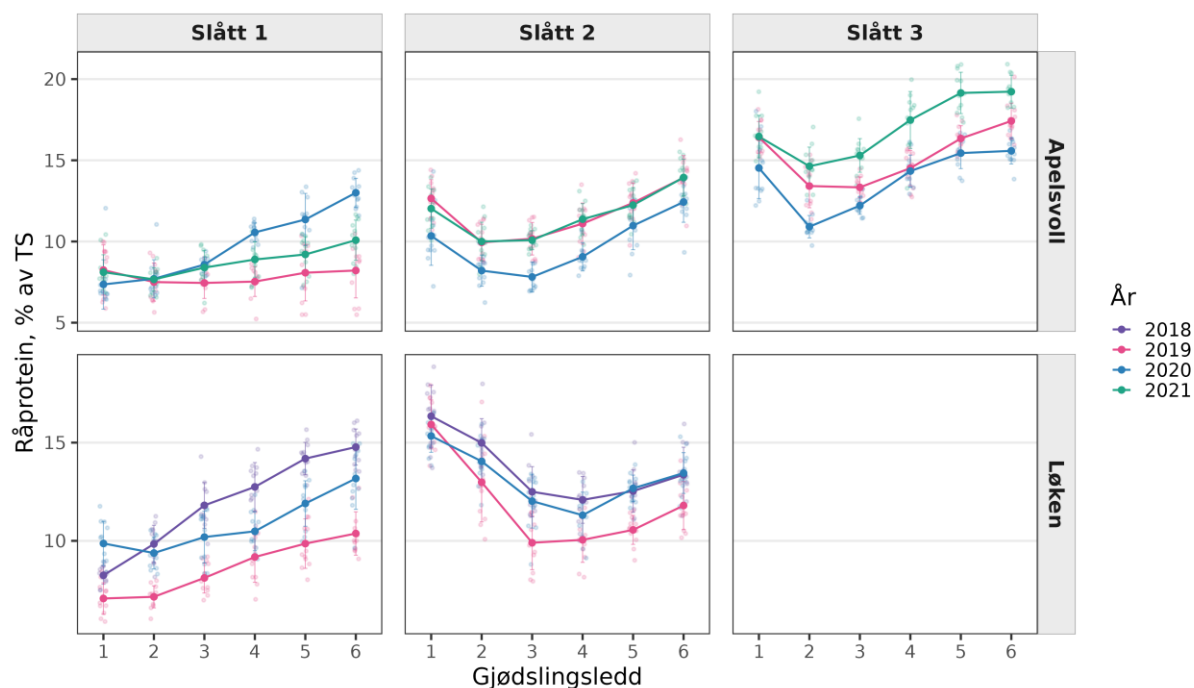
Figur 11. Fôrenheter melk i avlinga i seks gjødslingsledd, vist som behandlingsgjennomsnitt separat for år, slått og lokalitet.

På Apelsvoll avtok FEm-konsentrasjonen med økende N-gjødsling i førsteslått i alle tre år. I 2021 lå ledd 3-6 på samme avrundede nivå, 0,75 FEm per kg tørrstoff. I andreslått var forskjellene mellom gjødslingsleddene mindre i 2019 enn i 2020 og 2021. Tredjeslått skilte seg ut ved at FEm-konsentrasjonen var høyere i de gjødslede leddene i 2020 og 2021. I 2021 økte gjennomsnittet fra 0,98 i ledd 1 til 1,02 i ledd 5 og 6.

På Løken avtok FEm-konsentrasjonen statistisk sikkert med økende nitrogengjødsling i førsteslått i 2018 og 2019. I 2020 var behandlingseffekten statistisk sikker i begge slåtter, med avtakende FEm-konsentrasjon fram til ledd 4 og en svak økning i de høyeste gjødslingsleddene. Forskjellene i andreslått var små i absolutte tall.

3.1.3 Råproteininnhold

I førsteslått økte råproteininnholdet som hovedregel med stigende gjødslingsledd på begge lokaliteter, selv om responsen var svak på Apelsvoll i 2019. I senere slåtter var forløpet mindre ensartet, og de ugjødslede leddene hadde i flere tilfeller høyere råproteininnhold enn enkelte av de svakt eller moderat gjødslede leddene (Figur 12, Tabell V5 og V6).



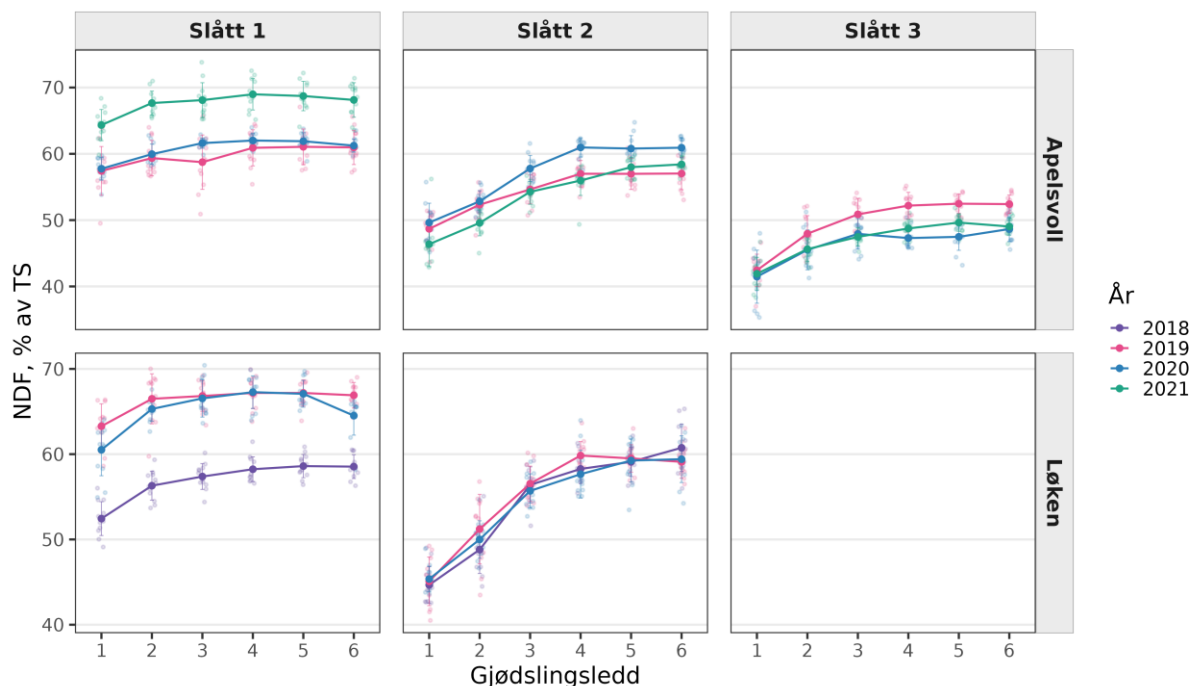
Figur 12. Råproteininnhold i avlinga i seks gjødslingsledd, vist som behandlingsgjennomsnitt separat for år, slått og lokalitet.

I førsteslått på Apelsvoll i 2019 viste den samlede variansanalysen en svak, men statistisk sikker effekt av gjødslingsledd $p = 0,042$. Ingen av de parvise forskjellene mellom gjødslingsleddene var statistisk sikre etter Tukey-testen. Råproteininnholdet lå da mellom 7,4 og 8,2 % av tørrstoffet. I andre- og tredjeslått var forskjellene sikre, men forløpet var ikke monotont. Ledd 1 lå høyere enn ledd 2 og 3 og nær nivået i ledd 5 og 6. I 2020 og 2021 økte råproteininnholdet i hovedsak med gjødslingsleddet i førsteslått. I andre- og tredjeslått var ledd 1 igjen relativt høyt sammenlignet med ledd 2 og 3, særlig i 2020. I tredjeslått i 2021 lå ledd 5 og 6 på omkring 19 % råprotein av tørrstoffet.

På Løken økte råproteininnholdet tydelig med gjødslingsleddet i førsteslått i alle år. I andreslått var forløpet U-format: ledd 1 hadde høy verdi, de laveste gjennomsnittene lå i mellomliggende ledd, og nivået økte igjen mot ledd 6.

3.1.4 Fiberinnhold

NDF-innholdet økte gjennomgående fra de laveste til de høyere gjødslingsleddene på både Apelsvoll og Løken. Økningen var særlig tydelig i andre- og tredjeslått, mens forskjellene ofte flatet ut mellom de høyeste gjødslingsleddene (Figur 13, Tabell V7 og V8).



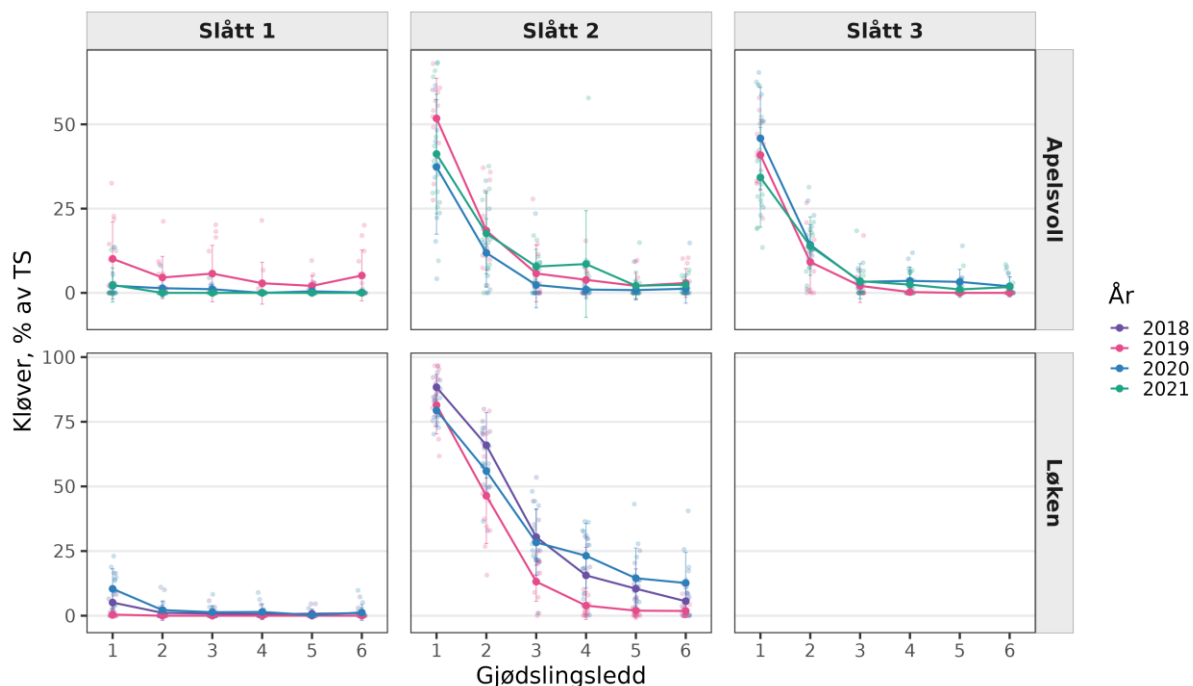
Figur 13. NDF-innhold i avlinga i seks gjødslingsledd, vist som behandlingsgjennomsnitt separat for år, slått og lokalitet.

På Apelsvoll var behandlingseffekten statistisk sikker i alle slåtter og år. NDF-innholdet økte i hovedsak fra de laveste til de høyere gjødslingsleddene. I andre- og tredjeslått i 2019 lå de tre høyeste leddene tett. I 2020 økte NDF tydelig fra ledd 1 til ledd 4 i første- og andreslått, mens de høyeste leddene lå på et platå. I tredjeslått var ledd 1 lavest, mens ledd 2-6 ikke ble separert i Tukey-testen. I 2021 var førsteslått preget av et høyt NDF-nivå i alle ledd og små forskjeller mellom ledd 2-6.

På Løken var ledd 1 lavest i begge slåtter i alle år. Økningen var størst i andreslått. I førsteslått flatet forløpet ut fra ledd 2 eller 3. I 2020 var gjennomsnittet i ledd 6 lavere enn i ledd 3-5, men ledd 2-6 delte Tukey-gruppe.

3.1.5 Kløverinnhold

Kløverinnhold ble estimert med NIRS og ble ikke validert ved manuell botanisk vurdering. Estimaten må derfor tolkes med forbehold om nøyaktigheten, da NIRS-analyser av botanisk sammensetning ofte har en høyere feilmargen. Kløverinnholdet var gjennomgående høyest i de ugjødslede eller svakest gjødslede leddene og avtok med stigende gjødslingsledd på begge lokaliteter. Forskjellene var størst i andre- og tredjeslått, mens førsteslått ofte hadde lave verdier, mange nullverdier og mindre tydelige forskjeller mellom leddene (Figur 14, Tabell V9 og V10).



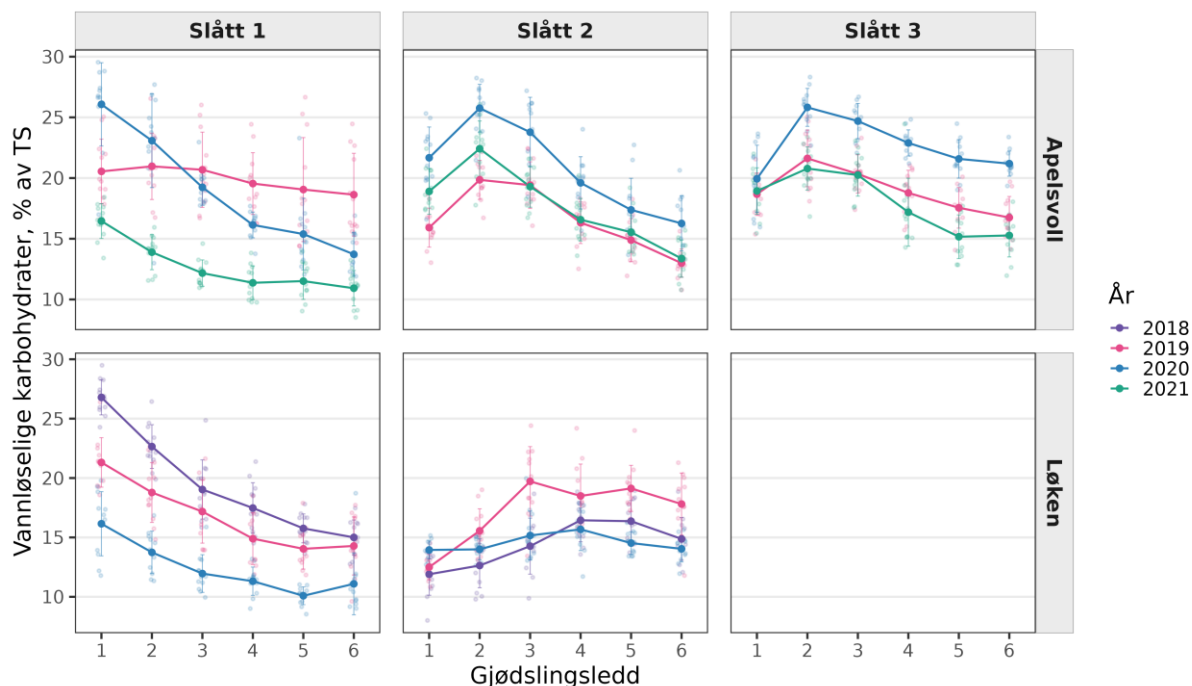
Figur 14. Kløverinnhold i avlinga i seks gjødslingsledd, vist som behandlingsgjennomsnitt separat for år, slått og lokalitet.

På Apelsvoll var førsteslåttene preget av lave gjennomsnitt, mange nullverdier og stor relativ spredning. Den samlede behandlingseffekten var svakt statistisk sikker i 2019 og 2021, men ikke i 2020. I andre- og tredjeslåttene var behandlingseffekten statistisk sikker i alle tre år, og kløverinnholdet var gjennomgående høyest i ledd 1 og lavere i de sterkere gjødslede leddene.

På Løken var kløverinnholdet også høyest i ledd 1 og falt mot høyere gjødslingsledd, særlig i andreslåttene. Førsteslåttene hadde lave gjennomsnitt, mange nullverdier og liten absolutt forskjell mellom leddene. De kløverrike gruppene i andreslått hadde vesentlig større standardavvik enn de høyt gjødslede gruppene.

3.1.6 Vannløselige karbohydrater

Innholdet av vannløselige karbohydrater avtok i hovedsak med stigende gjødslingsledd i førsteslåttene på både Apelsvoll og Løken. I de senere slåttene var forløpet mindre ensartet, og de høyeste verdiene forekom flere ganger i mellomliggende gjødslingsledd (Figur 15, Tabell V11 og V12).



Figur 15. Vannløselige karbohydrater i avlinga i seks gjødslingsledd, vist som behandlingsgjennomsnitt separat for år, slått og lokalitet.

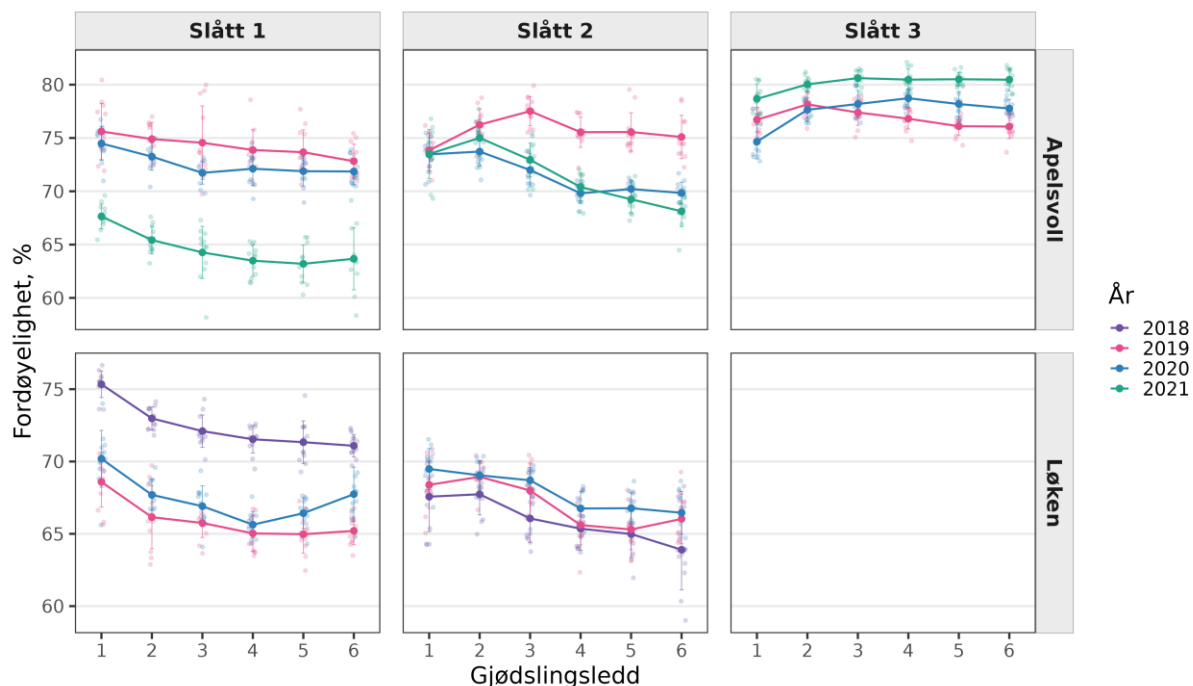
På Apelsvoll var innholdet av vannløselige karbohydrater gjennomgående lavere i de høyere gjødslingsleddene i førsteslått. Nedgangen var størst i 2020. I 2019 var den numeriske forskjellen mindre, og flere grupper overlappet. I andre- og tredjeslått varierte forløpene mer. Ledd 2 eller 3 hadde ofte høyest gjennomsnitt, mens ledd 5 og 6 lå lavere. På Løken avtok innholdet tydelig fra ledd 1 til høyere ledd i førsteslått i alle år. I andreslått økte verdiene først mot mellomliggende ledd og falt deretter igjen.

3.1.7 Fordøyelighet

I førsteslått avtok fordøyeligheten i hovedsak med stigende gjødslingsledd på både Apelsvoll og Løken. I andreslått var responsen svakere eller mindre regelmessig, mens tredjeslått på Apelsvoll enkelte år viste høyere fordøyelighet i de gjødslede leddene enn i det ugjødslede leddet (Figur 16, Tabell V13 og V14).

På Apelsvoll var fordøyeligheten høyest i de lave gjødslingsleddene i førsteslått og lavere i de høyere leddene. Nedgangen var størst i 2021. I andre slått var forløpet mindre regelmessig i 2019 enn i 2020 og 2021. Tredjeslått på Apelsvoll hadde et annet forløp enn første- og andreslått. I 2020 og 2021 var fordøyeligheten lavest i ledd 1 og høyere i de gjødslede leddene. Forskjellen var liten i absolutte prosentpoeng i 2021, men den samlede testen var statistisk sikker.

På Løken avtok fordøyeligheten med økende gjødslingsledd i førsteslått i alle tre år. I andreslått var nedgangen tydeligst fra ledd 2 eller 3 til ledd 4-6. I 2018 fortsatte nedgangen til ledd 6, mens 2019 og 2020 viste et tydeligere skille mellom lave og høye ledd.



Figur 16. Fordøyelighet av tørrstoffavlinga i seks gjødslingsledd, vist som behandlingsgjennomsnitt separat for år, slått og lokalitet.

3.2 Høstet nitrogen og nitrogendifferanse

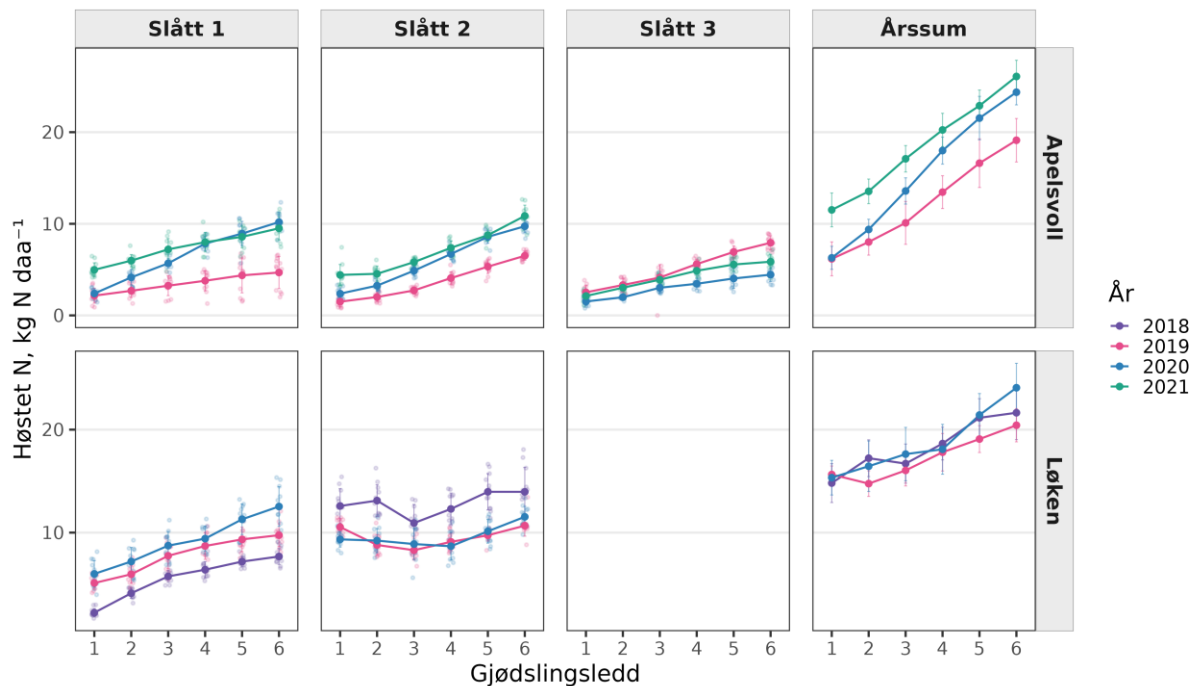
Mengden høstet nitrogen og differansen mellom tilført mineralgjødsel-N og høstet N sto fram som to tydelige og ulike utgangspunkt for vurderingen av N-responsen. Høstet nitrogen økte gjennomgående med stigende gjødslingsledd på begge lokaliteter, mens differansen gikk fra negative verdier i de laveste leddene til positive verdier i de høyere leddene.

3.2.1 Høstet nitrogen

Mengden høstet nitrogen økte gjennomgående med stigende gjødslingsledd på både Apelsvoll og Løken, og økningen var tydeligst i førsteslått og for årsavlingene. I senere slåtter var responsen mindre regelmessig, og enkelte år var forskjellene mellom gjødslingsleddene små eller ikke statistisk sikre (Figur 15, Tabell V15 og V16).

På Apelsvoll økte mengden høstet nitrogen med gjødslingsleddet i alle slåtter og årssummer. Årssummen økte fra 6,2 til 19,1 kg N per dekar i 2019, fra 6,3 til 24,4 kg i 2020 og fra 11,5 til 26,1 kg i 2021. Økningen var jevnest i første- og andreslått. I tredjeslått var nivåene lavere. I 2021 var ledd 1 og 2 ikke statistisk sikkert skilt i førsteslått, og årssummene for ledd 5 og 6 overlappet. Enkelte grupper hadde færre gyldige observasjoner på grunn av manglende enkeltverdier.

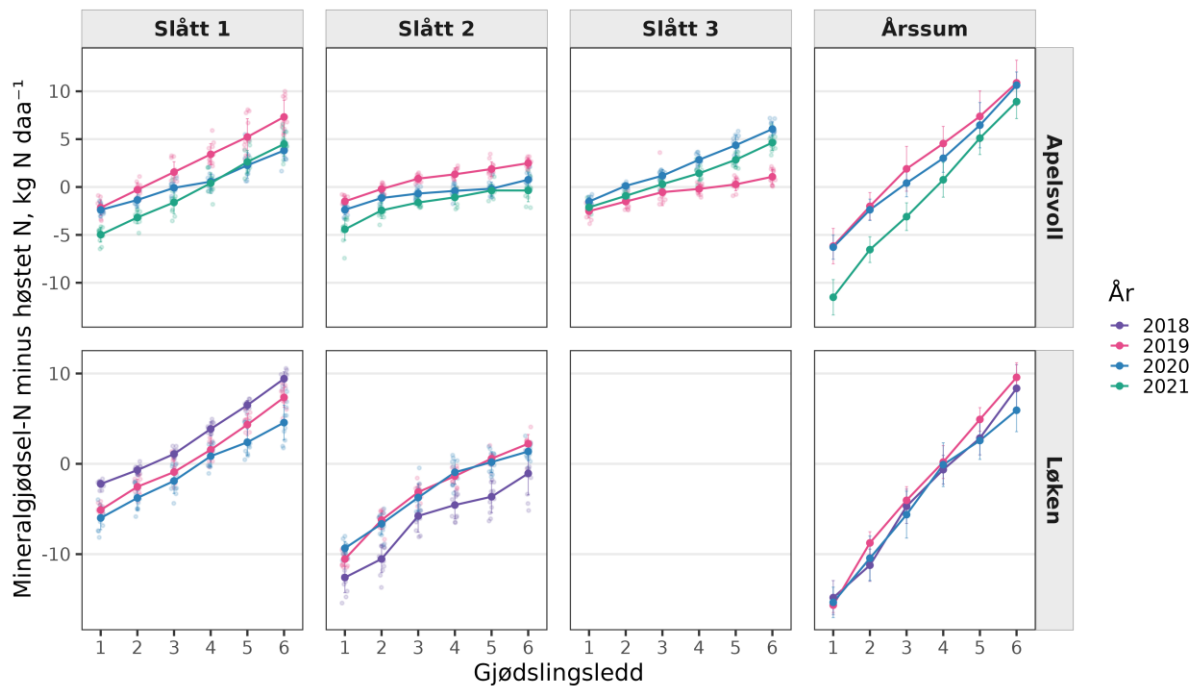
På Løken økte mengden høstet nitrogen tydelig i førsteslått alle år. I andreslått var forløpet mer variabelt. I 2019 var den samlede behandlingseffekten i andreslått statistisk sikker, men forskjellene mellom enkelte gjødslingsledd var små. Årssummen økte likevel gjennom gjødslingsserien i 2019 og 2020. I 2018 var ledd 3 lavere enn både ledd 1 og de høyeste leddene i andreslått.



Figur 17. Høstet nitrogen for alle seks gjødslingsledd, vist som behandlingsgjennomsnitt separat for år, slått og lokalitet.

3.2.2 Differanse mellom tilført mineralgjødsel-N og høstet N

Differansen mellom tilført mineralgjødsel-N og høstet N økte trinnvis med stigende gjødslingsledd på begge lokaliteter. De laveste gjødslingsleddene hadde gjennomgående negative verdier, mens differansen nærmet seg null og deretter ble positiv i de høyere leddene, med noe ulikt forløp mellom år og slåtter (Figur 16, Tabell V17 og V18).



Figur 18. Mineralgjødsel-N minus høstet N for alle seks gjødslingsledd, vist som behandlingsgjennomsnitt separat for år, slått og lokalitet.

På Apelsvoll var årssummen negativ i ledd 1 og 2 i alle år. Den gikk fra -6,2 til 10,9 kg N per dekar i 2019, fra -6,3 til 10,6 kg i 2020 og fra -11,5 til 8,9 kg i 2021. Fordelingen mellom slåtter var ulik. I 2020 og 2021 var differansen negativ for flere ledd i andreslått, også der årssummen var positiv. Tredjeslått hadde positive verdier i de høyere leddene. I 2019 var tredjeslått negativ opp til ledd 4 og nær null i ledd 5.

På Løken var årssummen omkring -15 kg N per dekar i ledd 1 i alle tre år. Den økte trinnvis gjennom gjødslingsserien og ble positiv i de høyeste leddene. Andreslått hadde negative verdier i de fleste ledd i 2018 og i de laveste leddene i 2019 og 2020.

3.3 Jordegenskaper

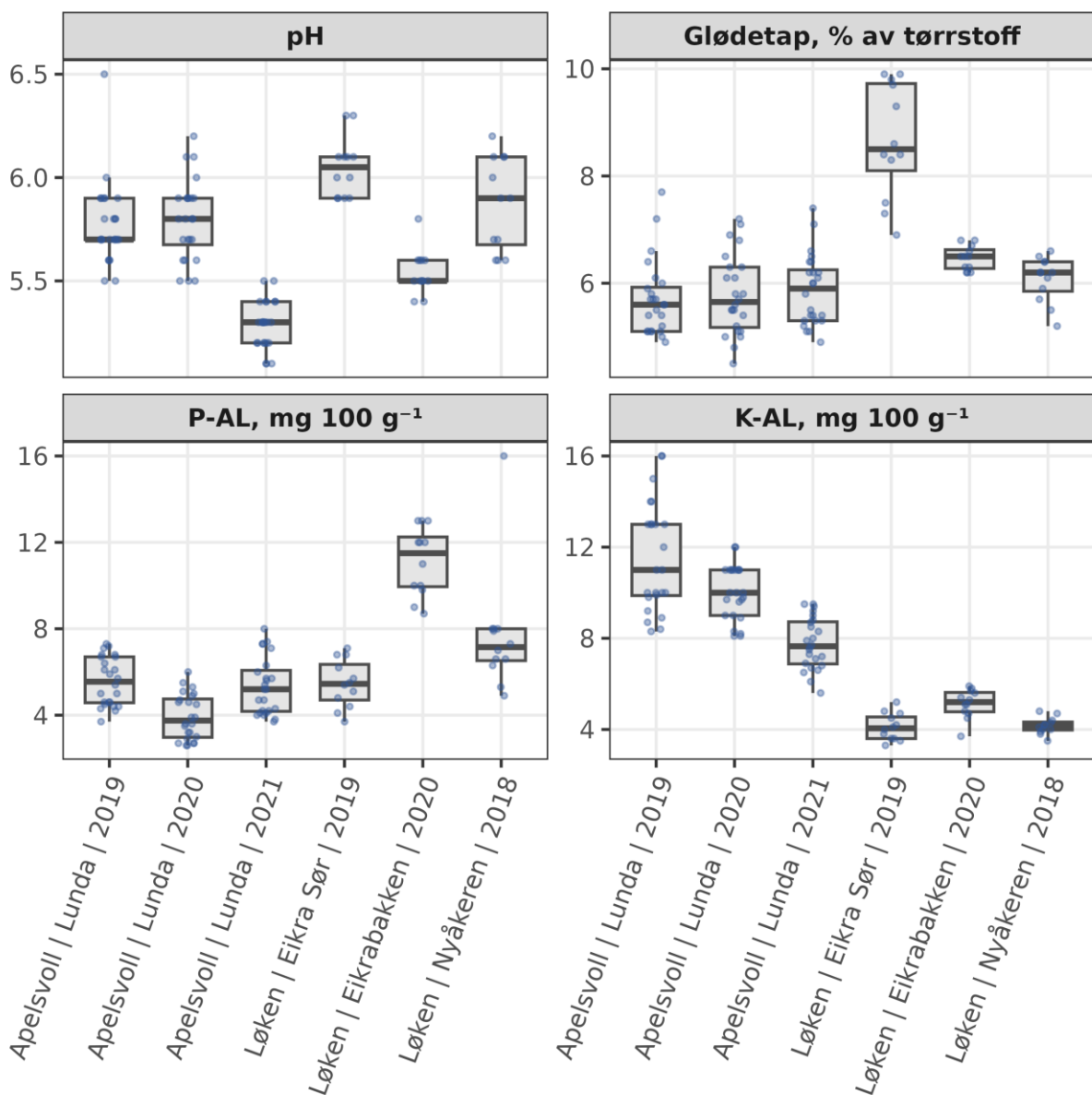
Jordprøvene beskriver jordforholdene på forsøksarealene, men var ikke knyttet til de enkelte gjødslingsleddene. På Apelsvoll ble det tatt prøver på begge sider av hvert gjentak om våren og høsten (Tabell V19) mens på Løken ble det tatt én prøve per gjentak om høsten (Tabell V20).

Høstprøvene viste forskjeller i jordegenskaper både mellom lokalitetene og mellom de enkelte felt-år-kombinasjonene (Figur 19). Glødetap, pH og innholdet av flere AL-løselige næringsstoffer varierte mellom feltene. Resultatene presenteres derfor som en beskrivelse av jordforholdene i de undersøkte kantrutene, uten statistisk sammenligning mellom lokaliteter, felt eller år.

På Lunda ved Apelsvoll var gjennomsnittlig pH 5,8 høsten 2019 og 2020, men lavere høsten 2021. Glødetapet var forholdsvis stabilt og lå mellom 5,7 og 5,9 % av tørrstoffet. P-AL var lavest i 2020, mens K-AL var lavest i 2021. Mg-AL varierte lite mellom felt-år-kombinasjonene, mens Ca-AL var høyest i 2019. Forskjellene gjenspeiler også romlig variasjon mellom de undersøkte delene av arealet og skal ikke tolkes som dokumenterte endringer over tid.

De tre feltene på Løken hadde forskjellige kombinasjoner av pH, glødetap og AL-løselige næringsstoffer. Eikra Sør hadde høyest pH og glødetap, men lavest P-AL av de tre feltene. Eikrabakken hadde lavere pH enn Nyåkeren og Eikra Sør, men klart høyest P-AL. K-AL var lavt ved alle de tre feltene og varierte mindre enn P-AL. Mg-AL og Ca-AL var høyere ved Eikra Sør og Eikrabakken enn ved Nyåkeren og Lunda.

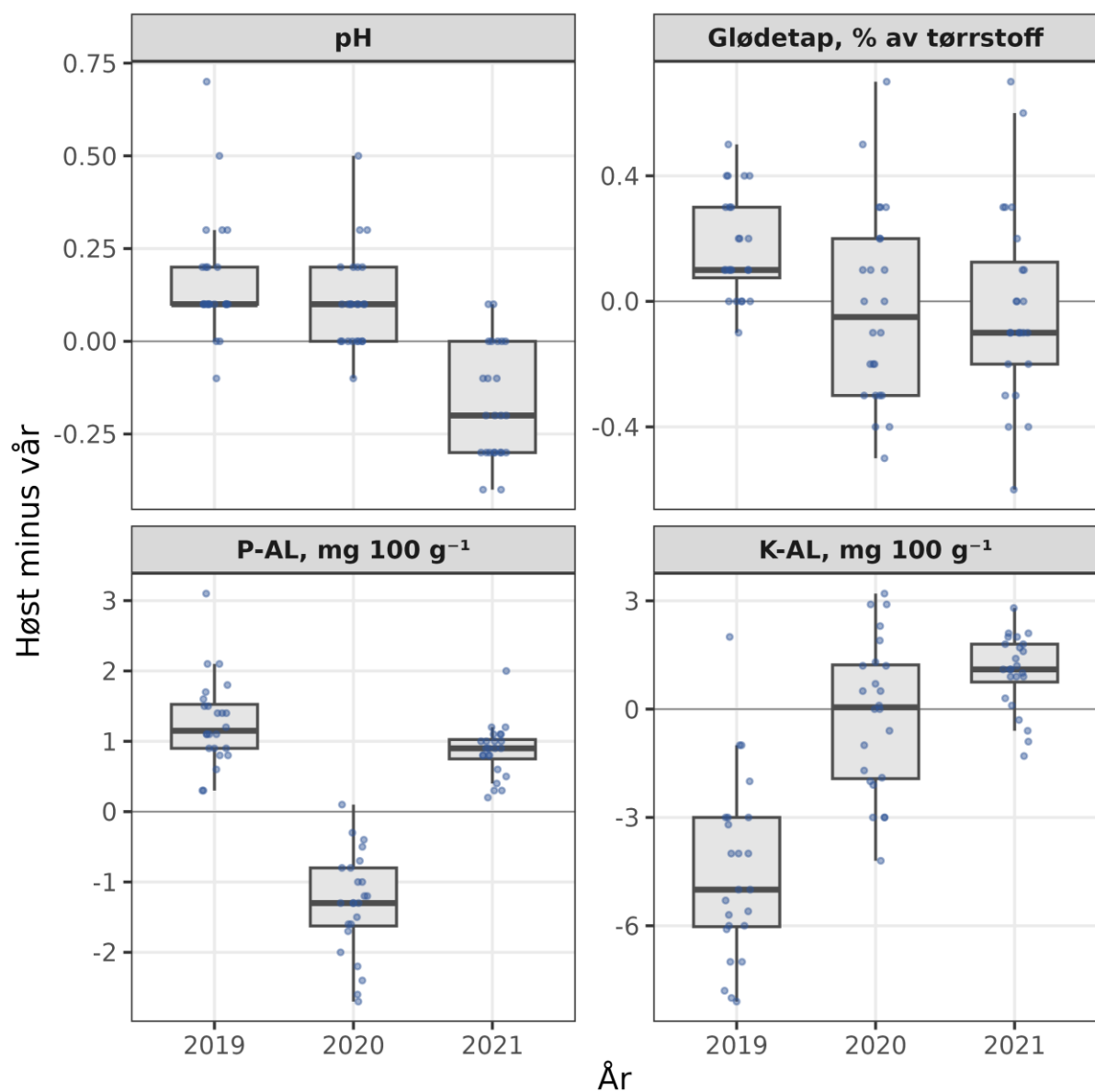
Volumvekten var gjennomgående lavere i høstprøvene fra Løken enn i prøvene fra Lunda, og var lavest ved Eikra Sør. Spredningen mellom enkeltprøvene var størst for enkelte av fosfor-, kalsium- og natriumverdiene, mens pH viste relativt liten variasjon innen de fleste felt-år-kombinasjonene.



Figur 19. Fordeling av pH, glødetap, P-AL og K-AL i høstprøver fra kantrutene på Apelsvoll og Løken. Punktene viser enkeltprøver, mens boksene viser median samt første og tredje kvartil.

De parede prøvene fra Lunda viste at endringene fra vår til høst ikke hadde samme retning i alle årene (Figur 20). pH økte svakt fra vår til høst i 2019 og 2020, men avtok i 2021. Glødetapet endret seg lite gjennom vekstsesongen i alle tre årene.

P-AL økte fra vår til høst i 2019 og 2021, men avtok i 2020. K-AL avtok tydelig i 2019, endret seg lite i 2020 og økte i 2021. Volumvekten var lavere om høsten enn om våren i 2019 og 2021, men noe høyere om høsten i 2020.



Figur 20. Endring fra vår til høst i pH, glødetap, P-AL og K-AL i jordprøvene på Apelsvoll i 2019–2021. Differansen er beregnet som høstverdi minus vårverdi for samme kantrute. Figuren beskriver variasjon gjennom vekstsesongen i kantrutene og ikke effekten av gjødslingsleddene.

4 Diskusjon

Forsøksresultatene viste en tydelig respons på stigende tilførsel av mineralgjødsele-N, men responsen var forskjellig mellom variabler, slåtter, år og lokaliteter. Tørrstoffavlingen økte mest i den nedre og midtre delen av gjødslingsstigen, mens høstet nitrogen og enkelte mål på kjemisk sammensetning fortsatte å endre seg også der tilleggssavlingen var liten. Samtidig avtok kløverinnholdet med stigende N-tilførsel. Responsene må derfor forstås som et samlet resultat av mineralgjødsele-N, vekstforhold og endringer i bestandssammensetningen.

Resultatene fra Apelsvoll og Løken er analysert separat og gir ikke grunnlag for direkte statistiske sammenligninger mellom lokalitetene. På Apelsvoll ble feltene lagt ut på det samme skiftet gjennom tre engår med tre slåtter årlig, mens forsøkene på Løken ble gjennomført i forskjellige førsteårsenger med to slåtter hvert år. Likheter og kontraster mellom lokalitetene omtales derfor deskriptivt.

4.1 Avlingsresponsen på nitrogengjødsling

Tørrstoffavlingen økte med stigende tilførsel av mineralgjødsele-N i alle forsøkene. Den største økningen kom mellom de laveste og de mellomste gjødslingsleddene opp til henholdsvis 12 og 21 kg N per dekar og år i to- og treslåttsregimet. Meravlingen per ekstra kg N ble mindre i den øvre delen av responskurven. Dette var særlig tydelig for årsavlingen, der forskjellene mellom de høyeste leddene ofte var små. Forløpet fulgte den forventete avtakende utbytte og samsvarer med norske og nordiske engforsøk, der responsen avtar når N-forsyningen ikke lenger er den viktigste begrensningen for veksten (Baadshaug et al., 1996; Termonen et al., 2020; Steinshamn et al., 2024).

Den mest relevante nasjonale referansen er sammenstillingen til Steinshamn et al. (2024), som også omfattet IMPRESS-dataene. I deres samlede analyse ble maksimal årsavling estimert ved 31,1 kg mineralgjødsele-N tilført per dekar i eng med tre slåtter og 27,1 kg N per dekar i eng med to slåtter. Det var likevel ingen statistisk sikker forskjell i årsavling innen intervallene 24–31,1 og 15–27,1 kg N per dekar for henholdsvis tre og to slåtter. Sammenstillingen er derfor ikke en uavhengig validering av IMPRESS-resultatene, men plasserer de lokalitets- og årsspesifikke responsene i et bredere materiale av norske forsøksserier. De estimerte toppunktene kan heller ikke overføres direkte som lokale optimum for de gjeldende skiftene og engtypene på Apelsvoll og Løken.

På Apelsvoll økte avlingen tydelig fra lave til mellomstore N-mengder, mens forskjellen mellom de to høyeste leddene var liten, særlig i 2020 og 2021. Dette tyder på at avlingsresponsen nærmet seg et platå innenfor det undersøkte intervallet. At sammenstillingen til Steinshamn et al. (2024) ga lignende estimer for maksimal årsavling ved ulike avgrensninger av datamaterialet, styrker den generelle konklusjonen om avtakende respons ved høy N-tilførsel. Samtidig viste sammenstillingen stor variasjon i både avlingsnivå i null-leddene uten mineralgjødsele-N og i respons mellom lokaliteter. Den samlede responskurven bør derfor ikke erstatte års- og stedsspesifikke vurderinger av nitrogenbehov og -respons.

Resultatene fra Apelsvoll må tolkes i lys av hvordan avlingen ble fordelt mellom slåtter, det vil si hvilke høstetider som ble valgt. Særlig i de to siste forsøksårene, utgjorde tredjeslått en liten del av årsavlingen, selv om 30 % av den årlige N-mengden ble tilført etter andreslåtten. Forsøket sammenlignet ikke alternative fordelinger av samme årlige N-mengde, og

resultatene viser derfor ikke at en annen fordeling ville gitt større årsavling. De viser derimot at responsen i en liten sensommerslått ikke bør vurderes løsrevet fra årsavlingen. I den nasjonale sammenstillingen ble det også funnet ettervirkninger av tidligere N-gjødsling på senere slåtter, noe som understreker at responsene gjennom sesongen ikke er uavhengige (Steinshamn et al., 2024).

På Løken hadde responsen samme hovedform, med sterk økning i den nedre delen og mindre eller uregelmessige forskjeller mellom de høyeste leddene. Dette samsvarer med det brede plataet i sammenstillingen for toslåttsystemer. Andreslått på Løken hadde en lang vekstperiode og utgjorde ofte en stor del av årsavlingen. NIRS-analysen viste samtidig høye estimater for kløverandel i ledd med liten N-tilførsel, men disse estimatene må tolkes med forsiktighet. At det høyeste N-leddet enkelte år ikke hadde høyest gjennomsnittsavling, var ikke et gjennomgående mønster og gir derfor ikke grunnlag for å konkludere med at høyest N-tilførsel generelt reduserte avlingen.

I enkelte førsteslåtter var tørrstoffavlingen høy allerede ved moderate N-mengder, og ytterligere N-tilførsel ga liten meravling. Forsøkene viste ikke hvilke andre vekstfaktorer som kunne ha begrenset responsen. Vær, vanntilgang, bestandets struktur, tilgangen på andre næringsstoffer og høsteforhold kan ha hatt betydning, men disse faktorene ble ikke skilt eksperimentelt. Resultatene viser derfor bare at ytterligere mineralgjødsel-N alene ikke ga en tilsvarende økning i tørrstoffavlingen.

Resultatene støtter hovedkonklusjonen hos Steinshamn et al. (2024) om at nyere norske forsøksdata ikke gir grunnlag for en generell oppjustering av N-normene med sikte på maksimal avling. Dette betyr ikke at én N-mengde er optimal i alle enger. Gjødslingsbehovet må fortsatt tilpasses forventet avling, antall slåtter, kløverandel, jordas N-forsyning og lokale vekstforhold. Økonomisk optimum kan dessuten ligge lavere enn gjødsling til maksimal biologisk avling og ble ikke beregnet i denne studien.

4.2 Botanisk sammensetning og fôrkvalitet

Kløverinnholdet var gjennomgående høyest i ugjødslede eller svakt gjødslede ledd og avtok med stigende mineralgjødsel-N. Dette er et forventet mønster i gras-kløvereng, fordi N-gjødsling fremmer grasets konkurranseevne og reduserer kløverens relative bidrag. Norske forsøk i rødkløvereng har tilsvarende vist at tilført N kan øke grasavlingen samtidig som kløverandelen reduseres (Nesheim et al., 2014). I IMPRESS-feltene var variasjonen i kløverinnhold mellom enkeltruter innen leddene i nedre del av gjødslingsstigen noen ganger stor. Kløver bør derfor brukes som en viktig forklaringsvariabel, men biologisk N-fiksering kan ikke kvantifiseres fordi den ikke ble målt.

Råproteininnholdet økte som hovedregel med N-tilførselen i førsteslått, mens senere slåtter ofte hadde et U-formet eller mindre regelmessig forløp. Høyt råproteininnhold i enkelte ugjødslede ledd sammenfalt med mye kløver, mens økningen i de høyeste N-leddene i større grad reflekterte økt N-konsentrasjon i grasavlingen. Steinshamn et al. (2024) fant at råproteinkonsentrasjonen i årsavlingen endret seg lite under om lag 20 kg N per dekar ved tre slåtter og 15 kg N per dekar ved to slåtter, men økte tydeligere når gjødslingen gikk utover nivået som ga maksimal tørrstoffavling. Et tilsvarende skille mellom avlingsrespons og konsentrasjonsrespons er relevant her: i noen slåtter økte råproteininnholdet videre etter at det ikke var noen respons i tørrstoffavlingene lenger.

En høyere råprotein konsentrasjon ved sterk gjødsling er ikke nødvendigvis ensbetydende med en tilsvarende forbedring i proteinverdien for drøvtyggere. Råprotein omfatter også ikke-protein-N, og andelen av slike forbindelser kan øke ved sterk N-gjødsling, særlig når tilgangen på lettomsættelige karbohydrater begrenser innbyggingen av N i protein (Peyraud & Astigarraga, 1998; Bittman & Kowalenko, 2000). Nitrat og andre N-fraksjoner ble ikke målt i IMPRESS, og det kan derfor ikke fastslås hvor stor del av økningen som var reelt protein. Resultatene gir likevel ikke støtte for å øke N-tilførselen utelukkende for å heve råproteinprosenten når meravlingen samtidig er liten.

NDF-innholdet økte i hovedsak med stigende N-tilførsel, mens fordøyelighet og FEm ofte avtok i førsteslåttene. Økende NDF og lavere energikonsentrasjon kan delvis være knyttet til endringer i blad-stengelforhold og til redusert kløverandel, men morfologisk sammensetning ble ikke målt. Den nasjonale sammenstillingen viste også økende NDF, men bare liten effekt på FEm i årsavlingen (Steinshamn et al., 2024).

Innholdet av vannløselige karbohydrater gikk i hovedsak ned med stigende N i førsteslåttene, i samsvar med tidligere sammenstillinger (Peyraud & Astigarraga, 1998; Steinshamn et al., 2024). Denne sideeffekten støtter helhetsbildet av at sterkere N-gjødsling endret tørrstoffets sammensetning, men den behandles ikke videre her fordi forsøket ikke omfattet konservering eller fôringsrespons.

Samlet viste kvalitetsresultatene at høyere N ikke ga en entydig forbedring: råprotein kunne øke, mens fiber, fordøyelighet og energikonsentrasjon utviklet seg i en mindre gunstig retning i flere slåtter.

4.3 Høstet nitrogen og nitrogendifferanse

Mengden høstet N økte gjennomgående med stigende gjødslingsledd. Fordi høstet N er bestemt av både tørrstoffavlingen og N-konsentrasjonen, kunne høstet N fortsette å øke når avlingsresponsen var liten dersom råproteininnholdet samtidig steg. Dette samsvarer med den samlede norske analysen, der råproteinavlingen økte lineært med mineralgjødsel-N (Steinshamn et al., 2024). Det innebærer at plantene kan fortsette å akkumulere nitrogen utover det nivået som er vekstbegrensende.

Det ble også høstet betydelige mengder N i ledd uten mineralgjødsel-N. Nitrogenet må ha kommet fra kilder som jordas mineralisering, planterester og biologisk N-fiksering. Bidragene ble ikke målt separat, og negative nitrogendifferanser kan derfor ikke brukes til å kvantifisere noen enkelt kilde. Relativt høye avlinger uten mineralgjødsel er også framhevet som en forklaring på svakere gjødselrespons i deler av det norske forsøksmaterialet (Steinshamn et al., 2024), og tidligere studier har vist at responsen på mineral-N avhenger av jordas bakgrunnsforsyning av N (Shepherd et al., 2015; Valkama et al., 2016).

Differansen mellom tilført mineralgjødsel-N og høstet N økte fra negative verdier i lave ledd til positive verdier i de høyeste leddene. Sammen med den avtakende avlingsresponsen viser dette at den marginale utnyttningen av tilført N ble svakere ved sterk gjødsling. Steinshamn et al. (2024) fant det samme hovedforløpet, men brukte motsatt fortegn i beregningen. I denne rapporten betyr en positiv verdi at tilført mineralgjødsel-N var større enn mengden N som ble fjernet med avlingen.

Nitrogendifferansen er ikke en fullstendig N-balanse og kan ikke tolkes som målt N-tap. Den omfatter ikke biologisk N-fiksering, mineralisering, atmosfærisk nedfall, endringer i jordas N-

lager, N i røtter og stubb eller tap til luft og vann. Likevel er en økende positiv differanse agronomisk relevant fordi mer av det registrerte gjødsel-N ikke ble gjenfunnet i den høstede avlingen. Studier av grasmark viser at risikoen for nitrattutvasking og lystgassutslipp øker når N-tilførselen overstiger plantenes opptak og avlingsresponsen flater ut (Cameron et al., 2013; Valkama et al., 2016). I norske engforsøk ga gjødsling utover 24 kg N per dekar ingen meravling, men økte lystgassutslippene, særlig etter vårgjødsling (Nadeem & Bakken, 2020). IMPRESS målte ikke slike tap, og miljøkonsekvenser bør derfor omtales som risiko, ikke som dokumentert effekt.

4.4 Forsøkens avgrensninger og agronomiske relevans

Forsøksseriens styrke var en lang N-stige, 12 blokker (gjentak) av hvert ledd og gjennomføring over tre år ved hver lokalitet. Samtidig hadde lokalitetene forskjellig høstefrekvens og forsøksstruktur. På Apelsvoll ble den samme engfulgt gjennom tre engår, mens Løken-resultatene kom fra tre forskjellige førsteårsenger. Steinshamn et al. (2024) fant en gjennomsnittlig nedgang i årsavling med økende engalder i både to- og treslåttsystemer. Forskjeller mellom Apelsvoll og Løken kan derfor ikke tilskrives lokalitet eller klima alene.

Jordanalysene viste forskjeller mellom forsøksarealene blant annet i pH, glødetap og innhold av AL-løselige næringsstoffer. Jordegenskapene inngikk sammen med vær, vanntilgang, vekstperiodens lengde, engalder, bestandssammensetning og øvrige lokale forhold i de samlede vekstbetingelsene, men betydningen av de enkelte faktorene kan ikke skilles med det aktuelle forsøksopplegget. Siden jordprøvene ble tatt i kantrutene og ikke var knyttet til de enkelte gjødslingsleddene, må resultatene brukes med forsiktighet når behandlingseffektene skal forklares eller mulige begrensninger for avling og fôr kvalitet skal vurderes. Jordprøvene gir likevel nyttig informasjon om de generelle jordforholdene og variasjonen i forsøksarealet.

Analysene var utført separat for hvert år, hver slått og hver lokalitet. Studien testet dermed behandlingsforskjeller innen hvert delmateriale, men ikke om N-responsen var statistisk forskjellig mellom år eller lokaliteter. Dette gir god oppløsning av lokale mønstre, men begrenser muligheten til å estimere ett felles optimum. Den bredere analysen til Steinshamn et al. (2024) utfyller dette ved å modellere variasjon mellom forsøksserier, lokaliteter og år, men fordi IMPRESS inngår i den analysen, må samsvar mellom resultatene forstås som konsistens på to analysenivåer, ikke som uavhengig bekreftelse.

Samlet støtter IMPRESS-resultatene hovedbildet fra nyere norske forsøk. Mineralgjødsel-N var sterkt avlingsdrivende ved lav N-forsyning, men den marginale tørrstoffavlingsresponsen ble liten mot toppen av gjødslingsstigen. Samtidig økte høstet N og nitrogendifferansen, mens kvalitetsendringene ikke var entydig gunstige. Resultatene gir derfor ikke grunnlag for å betrakte høyeste N-ledd som generelt optimalt eller for å anbefale en generell økning i N-normene. Ved vurdering av høye N-nivåer bør tørrstoffavling ses sammen med kløverandel, fôr kvalitet, høstet N, nitrogendifferanse og lokale produksjonsforutsetninger.

5 Konklusjon

Resultatene fra IMPRESS viste at mineralgjødning-N var sterkt avlingsdrivende ved lav N-forsyning både på Apelsvoll og Løken, men at den marginale økningen i tørrstoffavling avtok mot toppen av gjødslingsstigen. Forskjellene mellom de høyeste gjødslingsleddene var ofte små, og resultatene gir derfor ikke grunnlag for å betrakte det høyeste N-leddet som generelt optimalt. Hovedbildet var i samsvar med nyere norske forsøksresultater og støtter ikke en generell økning i gjeldende normer for nitrogengjødsling.

Responsen varierte mellom år, slåtter og lokaliteter. På Apelsvoll ble samme eng fulgt gjennom tre engår og høstet tre ganger årlig, mens forsøkene på Løken ble gjennomført i forskjellige førsteårsenger med to slåtter. Resultatene kan derfor ikke brukes til direkte statistiske sammenligninger mellom lokalitetene. De viser likevel at årsavlingen bør vurderes sammen med responsen i de enkelte slåttene, fordi avlingsfordelingen og virkningen av N-gjødslingen endret seg gjennom vekstsesongen.

Kløverinnholdet var gjennomgående høyest ved liten eller ingen tilførsel av mineralgjødning-N og avtok med stigende N-mengde. Kløver bidro sannsynligvis til N-forsyningen og avlingen i flere av de svakt gjødslede leddene, men biologisk N-fiksering ble ikke målt. Endringene i fôr kvalitet var heller ikke entydig gunstige ved sterkere gjødsling. Råproteininnholdet kunne øke, særlig når tørrstoffresponsen hadde flatet ut, mens NDF-innholdet ofte økte og fordøyelighet og FEm avtok i flere førsteslåtter.

Mengden høstet N økte med stigende gjødslingsledd, også der meravlingen var liten. Samtidig gikk differansen mellom tilført mineralgjødning-N og høstet N fra negative verdier ved lav N-tilførsel til positive verdier i de høyere leddene. Denne nitrogendifferansen er ikke en fullstendig N-balanse og kan ikke tolkes som målt N-tap, men den viser at en stadig mindre del av den ekstra N-tilførselen ble gjenfunnet i den høstede avlingen.

Ved fastsetting av gjødslingsmengde, bør tørrstoffavling derfor vurderes sammen med kløverandel, fôr kvalitet, høstet N, nitrogendifferanse, antall slåtter, engalder og lokale vekstforhold. Resultatene støtter at behovstilpasset gjødsling både kan lønne seg og ha en miljøgevinst. De viser begrenset agronomisk nytte av å øke N-tilførselen når avlingsresponsen allerede er liten.

Litteratur

Baadshaug, O. H., Grønnerød, B. & Skjelvåg, A. O. (1996). Nitrogengjødsling til eng. Kan forsøksresultatene utnyttes bedre? Norsk landbruksforskning, 10, 87–100.

<https://hdl.handle.net/11250/3006023>

Bittman, S. & Kowalenko, C. G. (2000). Within-season grass herbage crude-protein- and nitrate-N concentrations as affected by rates and seasonal distribution of fertilizer nitrogen in a high yearly rainfall climate. Canadian Journal of Plant Science, 80, 277–285.

<https://doi.org/10.4141/P98-138>

Cameron, K. C., Di, H. J. & Moir, J. L. (2013). Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. Annals of Applied Biology, 162, 145–173. <https://doi.org/10.1111/aab.12014>

Nadeem, R. & Bakken, A. K. (2020). Nitrous oxide emissions from grassland in spring and early summer at increasing nitrogen application rates. NIBIO Rapport, 6(183). Norsk institutt for bioøkonomi. <https://hdl.handle.net/11250/2723504>

Nesheim, L., Langerud, A. & Kval-Engstad, O. (2014). Såmengd og N-gjødsling til gras/kløver. Buskap, 3/2014, 28–29. <https://www.buskap.no/asset/2014/buskap-2014-3.pdf>

Peyraud, J.-L. & Astigarraga, L. (1998). Review of the effect of nitrogen fertilization on the chemical composition, intake, digestion and nutritive value of fresh herbage: consequences on animal nutrition and N balance. Animal Feed Science and Technology, 72, 235–259.

[https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(97\)00191-0](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(97)00191-0)

Shepherd, M., Ghani, A., Rajendram, G., Carlson, B. & Pirie, M. (2015). Soil total nitrogen concentration explains variation in pasture response to spring nitrogen fertiliser across a single farm. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 101, 377–390.

<https://doi.org/10.1007/s10705-015-9686-5>

Steinshamn, H., Jørgensen, M. & Kvifte, Å. M. (2024). Kor mykje nitrogengjødsel skal enga ha? Samanstilling av tidlegare forsøksresultat. NIBIO Rapport, 10(105). Norsk institutt for bioøkonomi. <https://hdl.handle.net/11250/3159918>

Termonen, S., Korhonen, P., Kykkänen, S., Kärkönen, A., Toivakka, M., Kauppila, R. & Virkajärvi, P. (2020). Effects of nitrogen application rate on productivity, nutritive value and winter tolerance of timothy and meadow fescue cultivars. Grass and Forage Science, 75, 111–126. <https://doi.org/10.1111/gfs.12461>

Valkama, E., Rankinen, K., Virkajärvi, P., Salo, T., Kapuinen, P. & Turtola, E. (2016). Nitrogen fertilization of grass leys: Yield production and risk of N leaching. Agriculture, Ecosystems & Environment, 230, 341–352. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.05.022>

Vedlegg

Vedlegget inneholder detaljerte resultattabeller for avling, fôr kvalitet, høstet nitrogen, nitrogendifferanse og jordegenskaper. Resultatene er presentert som aritmetisk gjennomsnitt og standardavvik for hvert gjødslingsledd. Standardavviket beskriver variasjonen mellom forsøksrutene innen samme gjødslingsledd og skal ikke forveksles med standardfeilen til gjennomsnittet.

Bokstavene i resultattabellene viser resultatene fra Tukeys HSD sammenligning av gjennomsnitt. Gjennomsnitt med minst én felles bokstav var ikke statistisk sikkert forskjellige ved 5 % signifikansnivå. Gjennomsnitt uten en felles bokstav var statistisk sikkert forskjellige. P-verdien som er oppgitt for hver slått eller årssum, gjelder den samlede testen av forskjeller mellom de seks gjødslingsleddene. Ikke signifikante P-verdier er oppgitt som tall. Signifikante P-verdier er oppgitt i kategorier: * for $p < 0,05$; ** for $p \leq 0,01$; *** for $p \leq 0,001$.

Tørrstoffavling

Tabell V1. Tørrstoffavling i kg daa⁻¹ for de tre forskjellige høstingene (slått 1-3) i 2019-2021, gitt ved 6 forskjellige nitrogen gjødslingsnivå på Apelsvoll.

År	Ledd	1. slått			2. slått			3. slått			Sum		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2019	1	167	66	a	73	24	a	95	25	a	336	102	a
	2	222	43	ab	127	33	b	153	23	b	502	64	b
	3	267	68	bc	168	22	c	194	20	c	628	65	c
	4	308	69	cd	230	28	d	242	25	d	779	81	d
	5	323	97	d	269	28	e	265	21	e	857	103	e
	6	348	95	d	295	39	f	285	26	e	928	101	e
				***			***			***			***
2020	1	205	41	a	146	35	a	65	18	a	416	79	a
	2	336	44	b	248	37	b	113	10	b	698	83	b
	3	414	33	c	392	33	c	155	32	c	961	59	c
	4	463	31	d	463	31	d	151	24	c	1078	59	d
	5	492	24	e	493	48	d	164	44	c	1149	66	e
	6	489	25	de	493	48	d	178	26	c	1160	69	e
				***			***			***			***
2021	1	383	25	a	232	68	a	80	16	a	695	75	a
	2	487	20	b	283	36	b	129	13	b	900	47	b
	3	535	39	c	358	28	c	159	15	c	1060	56	c
	4	562	30	cd	406	36	cd	174	16	cd	1142	52	d
	5	582	22	d	449	30	de	181	16	d	1211	33	e
	6	589	23	d	482	42	e	190	22	d	1258	47	e
				***			***			***			***

Tabell V2. Tørrstoffavling i kg daa⁻¹ for de to forskjellige høstingene (slått 1-2) i 2018-2020, gitt ved 6 forskjellige nitrogen gjødslingsnivå på Løken.

År	Ledd	1. slått			2. slått			Sum		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2018	1	168	26	a	486	82	a	655	95	a
	2	262	24	b	549	67	a	811	80	b
	3	306	39	c	556	86	ab	863	101	bc
	4	314	25	c	640	69	bc	954	68	cd
	5	318	28	c	698	80	c	1015	81	d
	6	325	27	c	658	124	c	983	133	d
				***			***			***
2019	1	454	54	a	414	26	a	869	60	a
	2	521	59	b	427	38	a	948	76	a
	3	594	52	c	528	54	b	1122	87	b
	4	593	44	c	571	71	b	1164	92	b
	5	594	46	c	579	55	b	1174	76	b
	6	589	55	c	568	48	b	1157	75	b
				***			***			***
2020	1	380	69	a	382	39	a	762	98	a
	2	472	60	b	412	56	ab	884	102	b
	3	536	53	c	460	44	bcd	996	75	c
	4	561	49	cd	479	50	ce	1041	87	cd
	5	592	44	d	500	52	def	1092	65	de
	6	594	50	d	537	42	f	1131	72	e
				***			***			***

Fôrenheter melk

Tabell V3. Fôrenheter melk per kg tørrstoff for de tre forskjellige høstingene (slått 1-3) i 2019-2021, gitt ved 6 forskjellige nitrogen gjødslingsnivå på Apelsvoll.

År	Ledd	1. slått			2. slått			3. slått		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2019	1	0,91	0,04	e	0,90	0,02	abcd	0,95	0,02	fgh
	2	0,90	0,02	de	0,93	0,03	de	0,96	0,01	h
	3	0,89	0,05	ce	0,94	0,02	e	0,94	0,02	abh
	4	0,88	0,03	ae	0,92	0,03	ce	0,94	0,01	acdf
	5	0,88	0,03	be	0,92	0,03	ae	0,94	0,01	bceg
	6	0,87	0,02	abcd	0,92	0,03	be	0,94	0,02	deh
				**			**			**
2020	1	0,90	0,02	h	0,89	0,02	d	0,92	0,02	a
	2	0,89	0,02	cfgh	0,89	0,02	d	0,95	0,01	b
	3	0,86	0,02	abc	0,87	0,02	c	0,97	0,02	bc
	4	0,88	0,02	bdg	0,84	0,01	ab	0,98	0,01	c
	5	0,88	0,02	bef	0,85	0,01	bc	0,98	0,02	c
	6	0,88	0,02	adeh	0,85	0,02	ac	0,98	0,01	c
				***			***			***
2021	1	0,80	0,02	f	0,88	0,03	bc	0,98	0,02	a
	2	0,77	0,02	bcdef	0,90	0,02	c	0,99	0,01	ab
	3	0,75	0,04	ab	0,88	0,02	b	1,00	0,01	bcd
	4	0,75	0,02	ad	0,85	0,02	a	1,01	0,02	ce
	5	0,75	0,03	ae	0,84	0,02	a	1,02	0,01	de
	6	0,75	0,04	ac	0,83	0,02	a	1,02	0,01	e
				***			***			***

Tabell V4. Fôrenheter melk per kg tørrstoff for de to forskjellige høstingene (slått 1-2) i 2018-2020, gitt ved 6 forskjellige nitrogen gjødslingsnivå på Løken.

År	Ledd	1. slått			2. slått		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2018	1	0,92	0,01	b	0,81	0,04	g
	2	0,89	0,01	a	0,80	0,02	efg
	3	0,89	0,02	a	0,78	0,03	bcdg
	4	0,88	0,01	a	0,77	0,02	adf
	5	0,89	0,02	a	0,77	0,03	ace
	6	0,88	0,01	a	0,76	0,04	ab
				***			***
2019	1	0,82	0,03	b	0,82	0,03	c
	2	0,79	0,03	a	0,82	0,02	c
	3	0,79	0,02	a	0,81	0,03	bc
	4	0,78	0,02	a	0,78	0,02	a
	5	0,78	0,02	a	0,78	0,02	a
	6	0,79	0,01	a	0,79	0,03	ab
				***			***
2020	1	0,84	0,03	c	0,84	0,02	e
	2	0,81	0,01	ab	0,82	0,02	de
	3	0,80	0,02	a	0,82	0,01	cd
	4	0,79	0,01	a	0,79	0,02	ab
	5	0,81	0,02	a	0,80	0,01	bc
	6	0,83	0,02	bc	0,80	0,02	ac
				***			***

Råproteininnhold

Tabell V5. Råproteininnhold i prosent av tørrstoff for de tre forskjellige høstingene (slått 1-3) i 2019-2021, gitt ved 6 forskjellige nitrogen gjødslingsnivå på Apelsvoll.

År	Ledd	1. slått			2. slått			3. slått		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2019	1	8,2	1,5	a	12,7	1,1	ef	16,4	1,0	b
	2	7,5	1,2	a	9,9	1,1	ab	13,4	1,3	a
	3	7,4	1,0	a	10,2	1,0	ac	13,3	0,6	a
	4	7,5	0,9	a	11,1	1,3	bcd	14,5	1,1	a
	5	8,1	1,7	a	12,4	1,2	de	16,3	0,8	b
	6	8,2	1,7	a	13,9	1,4	f	17,4	1,1	b
				*			***			***
2020	1	7,4	1,5	a	10,3	1,8	de	14,5	1,9	b
	2	7,7	1,2	a	8,2	1,0	ac	10,9	0,7	a
	3	8,6	0,5	a	7,8	0,9	ab	12,2	0,5	a
	4	10,6	0,6	b	9,1	0,9	bcd	14,3	1,0	b
	5	11,4	1,6	b	11,0	1,5	ef	15,4	1,0	b
	6	13,0	0,9	c	12,4	1,2	f	15,6	0,8	b
				***			***			***
2021	1	8,1	1,1	acd	12,0	1,2	b	16,5	1,3	bc
	2	7,7	0,7	ab	10,0	1,2	a	14,6	1,2	a
	3	8,4	1,1	bce	10,1	0,6	a	15,3	1,0	ab
	4	8,9	1,1	cf	11,4	1,0	b	17,5	1,8	c
	5	9,2	1,1	defg	12,2	1,1	b	19,1	1,3	d
	6	10,1	1,2	g	13,9	1,1	c	19,2	1,0	d
				***			***			***

Tabell V6. Råproteininnhold i prosent av tørrstoff for de to forskjellige høstingene (slått 1-2) i 2018-2020, gitt ved 6 forskjellige nitrogen gjødslingsnivå på Løken.

År	Ledd	1. slått			2. slått		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2018	1	8,2	0,5	a	16,3	1,6	c
	2	9,8	1,0	b	15,0	1,2	b
	3	11,8	1,2	c	12,5	1,3	a
	4	12,7	1,2	c	12,1	1,2	a
	5	14,2	0,8	d	12,5	1,1	a
	6	14,8	0,9	d	13,4	1,4	a
				***			***
2019	1	7,1	0,8	ab	15,9	1,2	d
	2	7,1	0,6	ac	13,0	2,0	c
	3	8,1	0,8	bcd	9,9	1,4	a
	4	9,2	1,3	de	10,1	1,1	a
	5	9,9	1,3	ef	10,6	0,7	ab
	6	10,4	1,1	f	11,8	1,2	bc
				***			***
2020	1	9,9	1,1	a	15,3	0,8	e
	2	9,4	0,8	a	14,0	1,1	d
	3	10,2	1,3	a	12,0	1,4	ab
	4	10,5	1,0	a	11,3	1,2	a
	5	11,9	1,2	b	12,7	0,7	bc
	6	13,2	1,6	c	13,5	1,0	cd
				***			***

Fiberinnhold

Tabell V7. NDF-innhold i prosent av tørrstoff for de tre forskjellige høstingene (slått 1-3) i 2019-2021, gitt ved 6 forskjellige nitrogen gjødslingsnivå på Apelsvoll.

År	Ledd	1. slått			2. slått			3. slått		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2019	1	57,4	3,7	ab	48,7	2,6	a	42,4	2,4	a
	2	59,4	2,7	bc	52,3	2,1	b	48,0	2,7	b
	3	58,7	4,1	ac	54,6	2,2	bc	50,9	2,4	c
	4	60,9	2,7	c	57,0	2,0	c	52,2	2,0	c
	5	61,1	2,7	c	57,0	2,4	c	52,5	1,4	c
	6	61,0	2,6	c	57,0	2,4	c	52,4	1,4	c
				**					***	***
2020	1	57,8	1,7	a	49,6	2,9	a	41,5	4,0	a
	2	60,0	1,5	b	52,8	1,6	b	45,5	3,0	b
	3	61,6	0,8	c	57,8	2,0	c	47,9	2,3	b
	4	62,0	1,1	c	61,0	1,4	d	47,3	1,5	b
	5	61,9	1,3	c	60,8	2,0	d	47,5	2,0	b
	6	61,2	1,0	bc	60,9	1,5	d	48,7	1,9	b
				***					***	***
2021	1	64,3	2,3	a	46,4	3,4	a	41,9	2,5	a
	2	67,7	1,8	b	49,6	1,9	b	45,6	1,8	b
	3	68,1	2,6	b	54,3	1,9	c	47,5	1,4	bcd
	4	69,0	2,4	b	56,0	2,3	cd	48,7	1,4	ce
	5	68,7	2,2	b	58,0	1,5	de	49,6	1,3	e
	6	68,1	2,6	b	58,4	1,3	e	49,0	1,3	de
				***					***	***

Tabell V8. NDF-innhold i prosent av tørrstoff for de to forskjellige høstingene (slått 1-2) i 2018-2020, gitt ved 6 forskjellige nitrogen gjødslingsnivå på Løken.

År	Ledd	1. slått			2. slått		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2018	1	52,4	2,0	a	44,7	2,1	a
	2	56,3	1,7	b	48,8	2,8	b
	3	57,4	1,5	bc	56,4	2,1	c
	4	58,2	1,5	c	58,3	1,7	cd
	5	58,6	1,4	c	59,1	1,7	d
	6	58,5	1,4	c	60,8	2,8	d
				***	***		
2019	1	63,3	2,6	a	45,1	2,8	a
	2	66,5	2,9	b	51,2	4,1	b
	3	66,8	1,8	b	56,5	2,1	c
	4	67,2	1,8	b	59,8	1,6	d
	5	67,2	1,5	b	59,5	1,6	d
	6	66,9	1,5	b	59,1	1,9	d
				***	***		
2020	1	60,5	3,0	a	45,4	1,5	a
	2	65,3	1,4	be	50,0	2,2	b
	3	66,5	2,2	ce	55,7	2,0	c
	4	67,3	1,9	e	57,7	2,8	cd
	5	67,1	1,6	de	59,3	2,5	d
	6	64,5	2,3	bcd	59,4	2,7	d
				***	***		

Kløverinnhold

Tabell V9. Kløverinnhold i prosent av tørrstoff for de tre forskjellige høstingene (slått 1-3) i 2019-2021, gitt ved 6 forskjellige nitrogen gjødslingsnivå på Apelsvoll.

År	Ledd	1. slått			2. slått			3. slått		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2019	1	10,1	10,9	e	51,8	11,9	c	40,9	10,5	c
	2	4,6	6,3	be	18,5	11,7	b	9,2	9,1	b
	3	5,7	8,4	de	5,8	8,4	a	2,1	4,9	a
	4	2,9	6,2	ae	3,9	5,0	a	0,2	0,9	a
	5	2,1	2,9	abcd	2,1	3,7	a	0,0	0,0	a
	6	5,1	7,5	ce	2,9	4,3	a	0,0	0,0	a
				*				***		
2020	1	2,1	4,0	a	37,3	19,9	b	45,9	15,1	c
	2	1,4	2,7	a	11,9	10,2	a	14,2	6,0	b
	3	1,1	1,4	a	2,3	6,7	a	3,3	3,0	a
	4	0,0	0,0	a	1,0	2,7	a	3,6	4,1	a
	5	0,5	0,9	a	0,8	2,7	a	3,3	3,7	a
	6	0,1	0,3	a	1,2	4,3	a	2,0	2,8	a
				0,1050				***		
2021	1	2,4	5,1	a	41,2	17,7	g	34,3	14,8	c
	2	0,0	0,0	a	17,6	12,0	f	13,9	8,7	b
	3	0,0	0,0	a	7,8	5,1	bdf	3,5	5,2	a
	4	0,0	0,0	a	8,6	15,8	cef	2,4	3,1	a
	5	0,0	0,0	a	2,1	4,2	abc	1,0	2,4	a
	6	0,0	0,0	a	2,4	2,5	ade	1,7	3,0	a
				*				***		

Tabell V10. Kløverinnhold i prosent av tørrstoff for de to forskjellige høstingene (slått 1-2) i 2018-2020, gitt ved 6 forskjellige nitrogen gjødslingsnivå på Løken.

År	Ledd	1. slått			2. slått		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2018	1	5,1	4,9	b	88,4	4,9	d
	2	1,1	2,9	a	65,9	12,7	c
	3	0,8	1,8	a	30,4	10,9	b
	4	0,6	1,3	a	15,6	10,8	a
	5	0,8	1,8	a	10,4	7,6	a
	6	1,0	2,2	a	5,6	5,0	a

2019	1	0,4	1,5	a	81,4	11,1	f
	2	0,0	0,0	a	46,4	18,4	e
	3	0,0	0,0	a	13,2	7,6	d
	4	0,0	0,0	a	3,9	5,3	bcd
	5	0,0	0,0	a	2,0	3,3	ac
	6	0,0	0,0	a	1,8	2,6	ab
				0,4265			
2020	1	10,4	7,7	b	79,4	6,0	f
	2	2,2	3,4	a	55,9	9,1	e
	3	1,4	2,5	a	28,3	12,7	d
	4	1,5	3,0	a	23,2	12,5	bcd
	5	0,2	0,8	a	14,5	11,7	ac
	6	1,2	3,1	a	12,7	11,9	ab

Vannløselige karbohydrater

Tabell V11. Vannløselige karbohydrater-innhold i prosent av tørrstoff for de tre forskjellige høstingene (slått 1-3) i 2019-2021, gitt ved 6 forskjellige nitrogen gjødslingsnivå på Apelsvoll.

År	Ledd	1. slått			2. slått			3. slått		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2019	1	20,5	2,7	df	15,9	1,6	b	18,7	1,7	ab
	2	21,0	2,7	f	19,9	1,6	c	21,6	2,3	d
	3	20,7	3,1	ef	19,4	1,9	c	20,3	1,6	bcd
	4	19,5	2,5	bcf	16,3	1,7	b	18,8	1,9	ac
	5	19,1	4,3	acde	14,9	1,8	ab	17,6	1,7	a
	6	18,6	3,4	ab	13,0	1,2	a	16,7	1,7	a
				***			***			***
2020	1	26,1	3,4	e	21,7	2,5	cd	19,9	2,8	ab
	2	23,1	3,9	e	25,8	2,0	e	25,8	1,6	e
	3	19,2	1,5	d	23,8	2,9	de	24,7	1,5	de
	4	16,1	1,1	bcd	19,6	2,2	bc	22,9	1,1	cd
	5	15,4	2,9	ac	17,4	2,6	ab	21,6	1,6	bc
	6	13,7	1,8	ab	16,3	2,3	a	21,2	1,0	ac
				***			***			***
2021	1	16,5	1,4	c	18,9	1,9	c	18,9	1,9	bc
	2	13,9	1,4	b	22,4	2,3	d	20,8	1,8	c
	3	12,2	1,1	a	19,3	1,7	c	20,2	1,7	c
	4	11,4	1,4	a	16,6	1,7	b	17,2	2,8	ab
	5	11,5	1,5	a	15,5	1,7	b	15,2	1,8	a
	6	10,9	1,5	a	13,4	1,5	a	15,3	1,8	a
				***			***			***

Tabell V12. Vannløselige karbohydrater-innhold i prosent av tørrstoff for de to forskjellige høstingene (slått 1-2) i 2018-2020, gitt ved 6 forskjellige nitrogen gjødslingsnivå på Løken.

År	Ledd	1. slått			2. slått		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2018	1	26,8	1,5	d	11,9	1,8	a
	2	22,7	1,8	c	12,6	1,9	ab
	3	19,0	2,5	b	14,3	2,4	bc
	4	17,5	2,1	b	16,4	1,8	c
	5	15,8	1,2	a	16,4	1,7	c
	6	15,0	1,5	a	14,9	1,8	c
				***			***
2019	1	21,3	2,1	d	12,5	1,1	a
	2	18,8	2,5	c	15,6	1,9	b
	3	17,2	2,7	bc	19,7	2,9	c
	4	14,9	2,2	ab	18,5	2,7	c
	5	14,0	1,7	a	19,1	1,9	c
	6	14,3	2,4	a	17,8	2,6	bc
				***			***
2020	1	16,1	2,7	f	13,9	0,8	abc
	2	13,7	1,8	e	14,0	0,9	adf
	3	12,0	1,6	bcde	15,2	2,1	cfgh
	4	11,3	1,2	ad	15,7	1,8	h
	5	10,1	0,7	ab	14,5	1,0	bdeh
	6	11,1	2,6	ac	14,0	1,1	aeg
				***			**

Fordøyelighet

Tabell V13. Fordøyelighet i prosent av tørrstoff for de tre forskjellige høstingene (slått 1-3) i 2019-2021, gitt ved 6 forskjellige nitrogen gjødslingsnivå på Apelsvoll.

År	Ledd	1. slått			2. slått			3. slått		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2019	1	75,6	2,6	d	73,8	1,6	a	76,7	1,2	afg
	2	74,9	1,6	d	76,2	1,5	bcde	78,2	1,2	h
	3	74,5	3,5	cd	77,5	1,4	e	77,4	1,2	degh
	4	73,9	1,9	bd	75,5	1,4	ac	76,8	1,0	bcfh
	5	73,7	2,1	ad	75,6	1,8	ad	76,1	0,9	abd
	6	72,8	1,6	abc	75,1	2,0	ab	76,1	1,1	ace
				**			***			***
2020	1	74,5	1,6	f	73,5	1,5	bc	74,7	1,6	a
	2	73,2	1,3	bcdef	73,7	1,3	c	77,6	1,1	b
	3	71,7	1,1	ab	72,0	1,6	b	78,2	1,3	b
	4	72,1	1,6	ae	69,8	0,9	a	78,7	0,9	b
	5	71,9	1,4	ac	70,2	0,8	a	78,2	1,2	b
	6	71,9	1,2	ad	69,8	1,0	a	77,8	0,8	b
				***			***			***
2021	1	67,6	1,1	f	73,5	2,3	cd	78,7	1,4	a
	2	65,4	1,3	bcdef	75,0	1,7	d	80,0	0,7	b
	3	64,3	2,4	ae	72,9	1,6	c	80,6	0,7	b
	4	63,5	1,5	ac	70,4	1,3	b	80,5	1,0	b
	5	63,2	1,8	ab	69,2	1,3	ab	80,5	0,6	b
	6	63,7	2,9	ad	68,1	1,4	a	80,5	1,0	b
				***			***			***

Tabell V14. Fordøyelighet i prosent av tørrstoff for de to forskjellige høstingene (slått 1-2) i 2018-2020, gitt ved 6 forskjellige nitrogen gjødslingsnivå på Løken.

År	Ledd	1. slått			2. slått		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2018	1	75,3	0,9	f	67,6	2,4	d
	2	73,0	0,8	e	67,7	1,4	d
	3	72,1	1,1	bcde	66,1	1,7	bcd
	4	71,5	0,9	ad	65,4	1,5	ac
	5	71,3	1,5	ac	65,0	1,6	ab
	6	71,1	0,8	ab	63,9	2,8	a
				***			***
2019	1	68,6	1,7	b	68,4	1,6	b
	2	66,1	2,2	a	68,9	1,0	b
	3	65,8	1,0	a	68,0	1,9	b
	4	65,0	1,2	a	65,6	1,4	a
	5	65,0	1,3	a	65,3	1,4	a
	6	65,2	1,0	a	66,0	1,7	a
				***			***
2020	1	70,2	2,0	d	69,5	1,4	b
	2	67,7	1,1	c	69,0	1,0	b
	3	66,9	1,4	bc	68,7	0,9	b
	4	65,6	0,9	ab	66,8	1,2	a
	5	66,4	1,1	ac	66,8	1,1	a
	6	67,7	1,9	c	66,5	1,5	a
				***			***

Høstet nitrogen

Tabell V15. Høstet nitrogen i kg daa⁻¹ for de tre forskjellige høstningene (slått 1-3) i 2019-2021, gitt ved 6 forskjellige nitrogen gjødslingsnivå på Apelsvoll.

År	Ledd	1. slått			2. slått			3. slått			Sum		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2019	1	2,2	0,8	a	1,5	0,6	a	2,5	0,7	a	6,2	1,9	a
	2	2,7	0,7	ab	2,0	0,5	a	3,3	0,7	ab	8,0	1,4	b
	3	3,2	1,1	bc	2,7	0,4	b	4,1	1,4	b	10,1	2,3	c
	4	3,8	1,1	cd	4,1	0,7	c	5,6	0,5	c	13,5	1,8	d
	5	4,4	1,9	de	5,3	0,7	d	6,9	0,7	d	16,6	2,7	e
	6	4,7	1,8	e	6,5	0,5	e	7,9	0,8	e	19,1	2,4	f
				***			***			***			***
2020	1	2,4	0,5	a	2,4	0,5	a	1,5	0,4	a	6,3	1,3	a
	2	4,2	0,8	b	3,2	0,6	b	2,0	0,2	a	9,4	1,1	b
	3	5,7	0,6	c	4,9	0,5	c	3,0	0,6	b	13,6	1,4	c
	4	7,8	0,8	d	6,7	0,6	d	3,5	0,6	bc	18,0	1,5	d
	5	8,9	1,3	e	8,6	0,7	e	4,0	1,1	cd	21,5	2,4	e
	6	10,2	1,1	f	9,7	0,7	f	4,4	0,7	d	24,4	1,4	f
				***			***			***			***
2021	1	5,0	0,8	a	4,4	1,1	a	2,1	0,5	a	11,5	1,8	a
	2	6,0	0,7	a	4,5	0,9	a	3,0	0,3	b	13,5	1,3	b
	3	7,2	1,2	b	5,8	0,5	b	3,9	0,4	c	17,1	1,4	c
	4	8,0	1,1	bc	7,4	0,7	c	4,9	0,7	d	20,2	1,8	d
	5	8,6	1,2	cd	8,8	0,7	d	5,6	0,7	de	22,9	1,7	e
	6	9,5	1,3	d	10,9	1,2	e	5,9	0,8	e	26,1	1,8	f
				***			***			***			***

Tabell V16. Høstet nitrogen i kg daa⁻¹ for de to forskjellige høstningene (slått 1-2) i 2018-2020, gitt ved 6 forskjellige nitrogen gjødslingsnivå på Løken.

År	Ledd	1. slått			2. slått			Sum		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2018	1	2,2	0,4	a	12,6	1,7	bd	14,8	1,9	a
	2	4,1	0,5	b	13,1	1,5	cd	17,2	1,8	b
	3	5,8	0,6	c	10,9	1,8	abc	16,7	1,9	ab
	4	6,4	0,8	d	12,3	1,5	ad	18,6	1,6	b
	5	7,2	0,5	e	14,0	1,8	d	21,1	1,9	c
	6	7,7	0,8	e	14,0	2,4	d	21,6	2,6	c
				***			**			***
2019	1	5,1	0,6	a	10,5	0,8	d	15,6	0,8	a
	2	6,0	0,8	a	8,8	1,0	ab	14,8	1,2	a
	3	7,7	1,2	b	8,3	0,9	a	16,0	1,5	a
	4	8,7	1,3	bc	9,1	0,8	ac	17,8	1,8	b
	5	9,3	1,2	c	9,7	0,6	bcd	19,1	1,3	bc
	6	9,8	1,1	c	10,7	1,0	d	20,4	1,6	c
				***			***			***
2020	1	6,0	1,3	a	9,3	0,7	cef	15,3	1,7	a
	2	7,2	1,4	a	9,2	1,2	bdf	16,4	2,5	ab
	3	8,7	1,4	b	8,9	1,5	ade	17,6	2,6	b
	4	9,4	1,2	b	8,7	1,3	abc	18,1	2,4	b
	5	11,3	1,5	c	10,1	1,2	f	21,4	2,1	c
	6	12,5	1,9	d	11,5	1,0	g	24,1	2,4	d
				***			***			***

Differanse mellom tilført mineralgjødsel-N og høstet N

Tabell V17. Nitrogen differanse i kg daa⁻¹ for de tre forskjellige høstningene (slått 1-3) i 2019-2021, gitt ved 6 forskjellige nitrogengjødslingsnivå på Apelsvoll.

År	Ledd	1. slått			2. slått			3. slått			Sum		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2019	1	-2,2	0,8	a	-1,5	0,6	a	-2,5	0,7	a	-6,2	1,9	a
	2	-0,3	0,7	b	-0,2	0,5	b	-1,5	0,7	b	-2,0	1,4	b
	3	1,6	1,1	c	0,9	0,4	c	-0,5	1,4	cd	1,9	2,3	c
	4	3,4	1,1	d	1,3	0,7	c	-0,2	0,5	ce	4,5	1,8	d
	5	5,2	1,9	e	1,9	0,7	d	0,3	0,7	def	7,4	2,7	e
	6	7,3	1,8	f	2,5	0,5	e	1,1	0,8	f	10,9	2,4	f
				***			***			***			***
2020	1	-2,4	0,5	a	-2,4	0,5	a	-1,5	0,4	a	-6,3	1,3	a
	2	-1,4	0,8	b	-1,1	0,6	b	0,1	0,2	b	-2,4	1,1	b
	3	-0,1	0,6	c	-0,7	0,5	bc	1,2	0,6	c	0,4	1,4	c
	4	0,6	0,8	c	-0,4	0,6	c	2,8	0,6	d	3,0	1,5	d
	5	2,3	1,3	d	-0,2	0,7	c	4,4	1,1	e	6,5	2,4	e
	6	3,8	1,1	e	0,8	0,7	d	6,1	0,7	f	10,6	1,4	f
				***			***			***			***
2021	1	-5,0	0,8	a	-4,4	1,1	a	-2,1	0,5	a	-11,5	1,8	a
	2	-3,2	0,7	b	-2,4	0,9	b	-0,9	0,3	b	-6,5	1,3	b
	3	-1,6	1,2	c	-1,6	0,5	bc	0,3	0,4	c	-3,1	1,4	c
	4	0,4	1,1	d	-1,1	0,7	cd	1,4	0,7	d	0,8	1,8	d
	5	2,6	1,2	e	-0,4	0,7	d	2,8	0,7	e	5,1	1,7	e
	6	4,5	1,3	f	-0,4	1,2	d	4,6	0,8	f	8,9	1,8	f
				***			***			***			***

Tabell V18. Nitrogen differanse i kg daa⁻¹ for de to forskjellige høstningene (slått 1-2) i 2018-2020, gitt ved 6 forskjellige nitrogengjødslingsnivå på Løken.

År	Ledd	1. slått			2. slått			Sum		
		Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD	Gjsn	Stav	HSD
2018	1	-2,2	0,4	a	-12,6	1,7	a	-14,8	1,9	a
	2	-0,7	0,5	b	-10,5	1,5	a	-11,2	1,8	b
	3	1,1	0,6	c	-5,8	1,8	b	-4,7	1,9	c
	4	3,9	0,8	d	-4,6	1,5	b	-0,6	1,6	d
	5	6,5	0,5	e	-3,6	1,8	b	2,9	1,9	e
	6	9,4	0,8	f	-1,1	2,4	c	8,4	2,6	f
				***			***			***
2019	1	-5,1	0,6	a	-10,5	0,8	a	-15,6	0,8	a
	2	-2,5	0,8	b	-6,2	1,0	b	-8,8	1,2	b
	3	-0,9	1,2	c	-3,1	0,9	c	-4,0	1,5	c
	4	1,6	1,3	d	-1,4	0,8	d	0,2	1,8	d
	5	4,3	1,2	e	0,6	0,6	e	4,9	1,3	e
	6	7,3	1,1	f	2,2	1,0	f	9,6	1,6	f
				***			***			***
2020	1	-6,0	1,3	a	-9,3	0,7	a	-15,3	1,7	a
	2	-3,8	1,4	b	-6,6	1,2	b	-10,4	2,5	b
	3	-1,9	1,4	c	-3,7	1,5	c	-5,6	2,6	c
	4	0,8	1,2	d	-0,9	1,3	d	-0,1	2,4	d
	5	2,4	1,5	e	0,2	1,2	e	2,6	2,1	e
	6	4,6	1,9	f	1,4	1,0	f	5,9	2,4	f
				***			***			***

Jordegenskaper

Tabell V19. Jordegenskaper i jordprøver fra Apelsvoll i 2019-2021. Verdiene er oppgitt som gjennomsnitt og standardavvik. Prøvene ble tatt i kantrutene og representerer ikke jordegenskapene i de enkelte gjødslingsrutene.

År	Type	Volumvekt kg l ⁻¹		pH		Glødetap % TS		P-AL mg 100 g ⁻¹		K-AL mg 100 g ⁻¹		Mg-AL mg 100 g ⁻¹		Ca-AL mg 100 g ⁻¹	
		Gjsn	Stav	Gjsn	Stav	Gjsn	Stav	Gjsn	Stav	Gjsn	Stav	Gjsn	Stav	Gjsn	Stav
2019	Vår	1,50	0,00	5,61	0,11	5,53	0,67	4,28	0,89	16,08	2,06	8,45	0,93	85,9	13,12
2020	Vår	1,24	0,11	5,69	0,18	5,80	0,64	5,23	1,38	10,18	2,24	8,62	1,39	87,0	9,77
2021	Vår	1,71	0,08	5,46	0,20	5,88	0,73	4,47	1,16	6,73	1,44	7,63	1,18	71,4	12,33
2019	Høst	1,23	0,10	5,78	0,20	5,70	0,70	5,56	1,13	11,55	2,39	8,21	1,66	84,5	16,2
2020	Høst	1,32	0,11	5,80	0,19	5,78	0,75	3,93	1,05	10,02	1,20	8,94	1,05	71,8	9,0
2021	Høst	1,63	0,22	5,29	0,12	5,87	0,66	5,33	1,32	7,77	1,13	8,03	0,98	73,6	11,7
2019	H-V	-0,27		0,17		0,17		1,28		-4,53		-0,24		-1,4	
2020	H-V	0,08		0,11		-0,02		-1,30		-0,16		0,32		-15,2	
2021	H-V	-0,08		-0,17		-0,01		0,86		1,04		0,40		2,2	

Tabell V20. Jordegenskaper i jordprøver fra Løken i 2018-2020. Verdiene er oppgitt som gjennomsnitt og standardavvik. Prøvene ble tatt i kantrutene og representerer ikke jordegenskapene i de enkelte gjødslingsrutene.

År	Type	Volumvekt kg l ⁻¹		pH		Glødetap % TS		P-AL mg 100 g ⁻¹		K-AL mg 100 g ⁻¹		Mg-AL mg 100 g ⁻¹		Ca-AL mg 100 g ⁻¹	
		Gjsn	Stav	Gjsn	Stav	Gjsn	Stav	Gjsn	Stav	Gjsn	Stav	Gjsn	Stav	Gjsn	Stav
2018	Høst	1,12	0,11	5,88	0,23	6,08	0,42	7,66	2,83	4,16	0,37	12,38	2,33	102,6	26,5
2019	Høst	0,90	0,09	6,05	0,14	8,67	1,06	5,47	1,11	4,11	0,59	15,33	2,67	155,8	30,9
2020	Høst	1,09	0,03	5,54	0,11	6,47	0,23	11,13	1,58	5,13	0,63	11,82	2,41	151,7	21,2

NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

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

NIBIO er underlagt Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.