



Høgskolen
i Innlandet



**Thomas Cottis, Svein Øivind Solberg, Magnus Nyvold,
Astrid Johansen, Jan Stabbetorp, Erik Hørluck Berg,
Harald Solberg, Marit Arnstad og Hesam Mousavi**

Prosjekt FARGO år 2020

En oppsummering av Høgskolen i Innlandet sin forskning

Skriftserien 2 - 2021



Trykk: Flisa Trykkeri A/S

Utgivelsessted: Elverum

© Forfatteren/Høgskolen i Innlandet, 2021

Det må ikke kopieres fra publikasjonen i strid med Åndsverkloven eller i strid med avtaler om kopiering inngått med Kopinor.

Forfatteren er selv ansvarlig for sine konklusjoner. Innholdet gir derfor ikke nødvendigvis uttrykk for høgskolens syn.

I Høgskolen i Innlandets skriftserie publiseres både internt og eksternt finansierte FoU-arbeider.

Forsidebilde: Hvetefeltet hos NLR Innlandet på Blæstad. Byggfeltet synes til venstre for kantsone. Foto Thomas Cottis.

Skriftserien nr. 2-2021

ISBN trykt utgave: 978-82-8380-243-6

ISBN digital utgave: 978-82-8380-244-3

ISSN: 2535-5678

Sammendrag

Høsten 2019 ble prosjektet «Plasmabehandlet husdyrgjødsel – gjødselvirkning, miljøpåvirkning og klimagassutslipp» (Fargo) innvilget finansiering fra Forskningsrådet. Prosjektet er i kategorien Innovasjonsprosjekt i næringslivet. Selskapet N2-Applied er prosjekteier og de går også inn med halvparten av prosjektets finansiering på til sammen 15 millioner kroner over prosjektets tre år: 2020-2022.

Denne rapporten er i hovedsak en oppsummering av feltforsøkene som ble kjørt på fire forskjellige steder i Norge i 2020. Feltforsøkene er med i prosjektets arbeidspakke 1. Høgskolen i Innlandet har ansvaret for Arbeidspakke 1. I tillegg er det også beskrevet hva som er gjort i to av de andre arbeidspakkene som Høgskolen i Innlandet har ansvar for; Bestemme og maksimere gjødselproduktets ytelse i veksthusforsøk under kontrollerte forhold (Arbeidspakke 2), og Dokumentere effekten gjødselen har på jordstruktur og jordliv (Arbeidspakke 3).

Arbeidspakke 2 og 3 er startet med utvikling av metodikk, og det er gjort forberedene forsøk og tatt en god del jordanalyser. Forsøksarbeidet med disse to arbeidspakkene starter for fullt i 2021.

Feltforsøkene i Arbeidspakke 1 er et felt i hvete og et i bygg hos NLR Innlandet, et felt i bygg og et i hvete hos NLR Øst, et engfelt hos NLR Østafjells, Et engfelt hos NLR Trøndelag, og et engfelt hos NLR Innlandet.

Hovedmålet med Arbeidspakke 1 som feltforsøkene inngår i, er å bestemme hvor mye kunstgjødsel som kan erstattes av plasmabehandlet husdyrgjødsel. Det er for tidlig å trekke konklusjoner om dette på bakgrunn av forsøkene i 2020, men forsøkene i 2020 viste noen hovedtendenser som vi beskriver i denne rapporten. Resultatene og erfaringene fra feltforsøkene i 2020 er et viktig grunnlag for planleggingen av feltforsøkene i 2021.

Emneord: N2-Applied, NEO, bløtgjødsel, nitrogengjødsel.

Oppdragsgiver: Norges Forskningsråd og N2-Applied

Abstract

In the autumn of 2019, the project "Plasmabehandlet husdyrgjødsel – gjødselvirkning, miljøpåvirkning og klimagassutslipp" (Fargo) was granted funding from the Research Council of Norway. The project is in the category Innovation Project in business sector. The company N2-Applied is the project owner and they are also entering with half of the project's funding of a total of NOK 15 million, over the three years of the project: 2020-2022.

This report is essentially a summary of the field trials that were run at four different locations in Norway in 2020. The field experiments are included in the project's Work Package 1. The Inland Norway University of applied Sciences is responsible for Work Package 1. In addition, it is also described what is done in two of the other Work Packages for which the Inland Norway University of Applied Sciences is responsible; Determining and maximizing the fertilizer product's performance in greenhouse experiments under controlled conditions (Work Package 2), and Documenting the effect the fertilizer has on soil structure and soil life (Work Package 3).

Work packages 2 and 3 have started with the development of methodology, practical preparations have been made, and important soil analyses have been taken. The trial work on these two Work Packages will start in full in 2021.

The field experiments in Work Package 1 are one in wheat and one in barley at NLR Innlandet, one in barley and one in wheat at NLR Øst. One grass-experiment at NLR Østafjells, one grass-experiment at NLR Trøndelag, and one grass-experiment at NLR Innlandet.

The main goal of Work Package 1, which the field trials are part of, is to determine how much fertiliser can be replaced by plasma-treated manure. It is far too early to draw conclusions about this based on the trials in 2020, but the experiments this year showed some main trends that we describe in this report. The results and experience from the field trials in 2020 are an important basis for the planning of the field trials in 2021.

Keywords: N2-Applied, NEO, manure, nitrogene fertilizer.

Financed by: Norges Forskningsråd and N2-Applied

Forord

Høgskolen i Innlandet ved Institutt for jordbruksfag er ansvarlig for fire av seks Arbeidspakker i det treårige prosjektet FARGO (Plasmabehandlet husdyrgjødsel – gjødselvirkning, miljøpåvirkning og klimaeffekt) som er finansiert av N2-Applied og Forskningsrådet. Prosjektperioden startet 1/1 2020.

Denne rapporten oppsummerer det som er gjort og resultater oppnådd i tre av disse Arbeidspakkene.

Prosjektet ledes av Magnus Nyvold og eies av selskapet N2-Applied, hvor Nyvold er ansatt.

Arbeidspakkene som er omtalt i denne rapporten ledes av Thomas Cottis og Svein Solberg ved Høgskolen i Innlandet, Institutt for jordbruksfag.

Forfatterne av denne rapporten har alle bidratt i prosjektarbeidet i 2020.

Thomas Cottis

15 Februar 2020

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
Abstract	4
Forord	5
Innholdsfortegnelse	6
1. Gjødsel og gjødseltyper brukt i forsøkene	7
2. Kornforsøkene	10
2.1 Utforming av kornforsøkene	10
2.2 Beliggenhet og annen info om kornfeltene	11
2.2.1 NLR Innlandet	11
2.2.2 NLR Øst	12
3. Resultater kornforsøkene	14
3.1.1 Resultater fra to felt, NLR Innlandet	14
3.1.2 Resultater fra to felt, NLR Øst	16
3.1.3 Samla resultater fra fire kornfelt	19
3.1.4 Drøfting og oppsummering kornfeltene 2020	21
4. Engforsøkene	22
4.1 Utforming av engforsøkene	22
4.2 Beliggenhet og annen info om engforsøkene	23
4.2.1 NLR Østafjells	23
4.2.2 NLR Trøndelag	25
4.3 Resultater fra engforsøkene	26
4.3.1 Trøndelag	26
4.3.2 Østafjells	29
4.3.3 Samlet, to grasfelt	31
Drøfting og oppsummering for grasfeltene 2020	33
5. Sammenligning med Svovelsyrebehandlet gjødsel i eng (S-feltet)	34
5.1 Utforming av S-feltet	34
5.2 Beliggenhet og annen info om S-feltet	35
5.3 Resultater S-feltet	35
5.4 Drøfting og oppsummering for S-feltet	38
6. Oppsummering resultater feltforsøkene 2020	39
7. Vårt arbeid med vekststofforsøk (WP 2)	40
8. Vårt arbeid med effekt på jordliv (WP 3)	46
Litteraturliste:	47
Vedlegg	48
Vedlegg 1. Feltplan for kornforsøkene	48
Vedlegg 2. Feltplan for grasfeltene	50
Vedlegg 3. Feltplan for svovelsyrefeltet	52

1. Gjødning og gjødseltyper brukt i forsøkene

All husdyrgjødsel ble hentet i 1000-liters fat fra forsøksfjøset på NMBU 16.03.2020. Det var bløtgjødsel fra storfe. For å kunne planlegge forsøksfeltene ble det 25.03.2020 tatt nitrogenanalyser av den gjødslen når N2-Applied hadde fått laget en testbatch av NEO av denne bløtgjødselen. Analysene ble sendt til AnalyTech Miljølaboratorium i Danmark. Resultatene viste at det var 0,8 kg N i form av nitritt og 1,5 kg N i form av nitrat og 1,8 kg N i ammonium pr tonn NEO. N2-Applied-selskapet mener at mengde nitritt i NEO blir plantetilgjengelig på samme måte som nitrat og ammonium. Derfor summerer vi mengde nitritt sammen med nitrat og ammonium og får 4,1 kg lettløselig N (Nmin) pr tonn i NEO.

I den ubehandlede bløtgjødselen var det 1,7 kg N i form av ammonium. Vi planla dermed alle årets forsøksfelter og mengder behandlet og ubehandlet husdyrgjødsel til disse etter disse tallene. Vi regnet ut i fra at mengde ammonium i filtrert ubehandlet bløtgjødsel er det samme som i ubehandlet pr tonn og det ble da 1,7 kg Nmin pr tonn. For NEO regnet vi med 4,1 kg Nmin.

NEO er en forkortelse som står for Nitrogen Enriched Organic fertilizer. NEO er den betegnelsen som N2-Applied bruker på gjødselprodukt som har behandlet i en av deres maskiner.

Selve produksjonen av gjødseltyper til årets forsøk ble satt i gang hos N2-Applied den 24.03.2020. For å kjøre bløtgjødsel gjennom reaktoren må alle partikler større enn 5 millimeter filtreres bort. Det gjøres gjennom en filtreringsmaskin som tar ut om lag 10 % av opprinnelig volum. Filtringen gjør at den filtrerte bløtgjødslen er mer tyntflytende og har en bedre evne til infiltrasjon i jord enn ubehandlet bløtgjødsel. Den massen som filtreres bort har en konsistens som bløt grov torv.

I forsøkene brukes følgende gjødseltyper som vi navngir slik:

- Ubehandlet bløtgjødsel. Fra storfe. 1
- Ubehandlet bløtgjødsel filtrert. Samme gjødsel som ubehandlet, men denne er filtrert med samme maskin som NEO-gjødsel, dvs alle partikler over 5 millimeter er fjernet.
- NEO. Samme som ubehandlet bløtgjødsel fra storfe, men denne er først filtrert slik at alle partikler over 5 millimeter er fjernet, og så er gjødslen kjørt gjennom en av N2-Applied sine plasmareaktorer som tilsetter nitrat og nitritt, og senker pH.
- Mineralgjødsel 18-3-15 fra Yara. Nitrogenet består av litt mer ammonium enn nitrat. Inneholder bra med Kalium og moderat innhold av fosfor. Høyt innhold av svovel.
- Mineralgjødsel Opti-NS fra Yara. Nitrogenet består av like deler ammonium og nitrat. Inneholder i tillegg magnesium, kalsium og svovel.

Gjødselmengdene som ble brukt i alle forsøkene ble altså beregnet ut ifra analyser for testkjøringen i mars, tatt ut av N2-Applied den 25.03.2020 (Tabell 1). Vi la da til grunn avt mengde lettløselig nitrogen var 4,1 kg N-min i NEO og 1,7 kg N-min i ubehandlet bløtgjødsel og i ubehandlet filtrert bløtgjødsel, pr tonn.

Tabell 1: Utskrift av nitrogenanalyser tatt ut 25.03.20 av behandlet og ubehandlet bløtgjødsel

	Tot-N	NH4-N	NO3-N	NO2-N
Møkk	3,6 kgN/m ³	1,7 kgN/m ³	-	-
NEO	6,0 kgN/m ³	1,8 kgN/m ³	1,5 kgN/m ³	0,8 kgN/m ³



Bilde 1 av den utfiltrerte massen bestående av partikler større enn 5 millimeter. Foto Thomas Cottis

N2-Applied kjørte så en ny produksjon av NEO-gjødsel og filtrert gjødsel i dagene 10.04.20 til 25.04.20. Selskapet tok analyser av de tre typene husdyrgjødsel når disse var klare for utsendelse til NLR-enhetene som skulle anlegge forsøkene.

Det ble tatt ut 6 prøver den 25.04.20, og disse ble sendt til analyse hos Analytech miljølaboratorium i Danmark. Resultatene herfra viser at det er forskjell på nitrogeninnholdet i behandlet gjødsel under oppstart av gjødselproduksjonen sammenliknet med produksjon over lenger tid. Mengden nitrogen i NEO var betydelig lavere enn det prøvene fra 25.03.20 hadde vist. Prosjektledelsen ved Høyskolen i Innlandet fikk ikke disse analysresultatene fra N2 Applied før i november 2020. Vi er alle enige om at vi for vårt videre arbeid må ha et bedre system for uttak og analysering av gjødselanalyser før planlegging av forsøk.

Figur 1: Analyseresultater for den gjødsla som ble sendt ut til NLR-enhetene vår 2020.

Prøvekode	Beskrivelse	Analysedato	pH	Total-N [mg/l]	Ammonium-N [mg/l]	Nitritt-N [mg/l]	Nitrat-N [mg/l]
2020-1010-1c	NMBU Unfiltered untreated Mix	01.05.2020	7,03	2930	1030	0	0
2020-1010-2b	NMBU Unfiltered untreated Hvam 1	01.05.2020	6,97	2980	1790	0	0
2020-1010-1d	NMBU Filtered Mix	01.05.2020	7,09	2780	1500	0	0
2020-1010-3b	NMBU Filtered untreated Hvam	01.05.2020	7,1	2700	1700	0	0
2020-1010-1e	NMBU Filtered enriched Mix	01.05.2020	5,23	4710	1660	497	1240
2020-1010-4a	NMBU Filtered enriched Mære	01.05.2020	5,34	4710	1690	508	1240

Som vi ser av analysebeviset i Figur 1 så er det betydelig variasjon i tallene. For Ubehandlet bløtgjødsel i linje 1 er det oppgitt 1030 mg N-min (ammonium) pr liter. Dette er så langt utenfor alle de andre tallene at vi anser dette som en anlysefeil hos laboratoriet. Vi hadde da igjen en analyse (linje 2) som viste 1790 mg N-min pr liter.

Analysen av den samme gjødsla tatt ut 26.03 viste 1700 mg N-min pr liter ubehandlet bløtgjødsel. Vi bestemte oss derfor til å holde på 1,7 kg N-min pr tonn ubehandlet bløtgjødsel som reelle verdi for årets forsøk. For filtrert gjødsel hadde vi fått to tall fra analysene tatt ut 25.04.20: 1500 og 1700 mg N-min pr liter. Vi bestemte oss da for å bruke 1,7 kg N-min pr tonn filtrert bløtgjødsel som reell verdi i årets forsøk.

De N-min verdiene som da blir brukt i resultatberegningene for Ubehandlet bløtgjødsel og Ubehandlet filtrert bløtgjødsel i årets feltforsøk, er dermed like som de verdiene som ble brukt i planene for feltene.

For NEO hadde vi to tall for den produksjonen som skulle brukes i forsøkene – et tall fra samleprøve og et fra det som skulle til Mære; henholdsvis 3397 og 3438 mg N-min (ammonium+nitrat+nitritt) pr liter. Vi bestemte oss dag for å bruke 3,4 kg N-min pr tonn som reell verdi i årets forsøk. Dette er 0,7 kg N-min pr tonn lavere enn 4,1 kg N-min pr tonn som resultatene fra prøvene i mars viste, og som årets feltforsøk ble planlagt etter.

De Nitrogenmengdene som det da egentlig ble gjødslet med var da slik for leddene i kornfeltene:

Ledd:

1. 3,3 tonn Ubehandlet bløtgjødsel pr dekar = 5,6 kg N-min pr dekar. (Samme som forsøksplan.)
2. 3 tonn Ubehandlet filtrert bløtgjødsel pr dekar = 5,1 kg N-min pr dekar. (Samme som forsøksplan.)
3. 3 tonn NEO pr dekar = 10,2 kg N pr dekar. (2,1 kg N-min pr dekar lavere enn forsøksplan.)
4. 1,2 kg N i 18-3-15 pr dekar spredd ved såing, og 2,7 tonn NEO pr dekar spredd på 3-blad stadiet av kornet = 1,2 + 9,2 = 10,4 kg N-min pr dekar. (1,9 kg N-min pr dekar lavere enn forsøksplan.)
5. 5,1 kg N pr dekar i mineralgjødsel 18-3-15 = 5,1kg N-min pr dekar. (Samme som forsøksplan.)
6. 9 kg N pr dekar i mineralgjødsel 18-3-15 = 9,0 kg N-min pr dekar. (Samme som forsøksplan.)
7. 12,3 kg N pr dekar i mineralgjødsel 18-3-15. = 12,3 kg N-min pr dekar. (Samme som forsøksplan.)
8. 3,3 tonn ubehandlet bløtgjødsel pr dekar, pluss 6,7 kg N pr dekar i mineralgjødsel Opti NS. = 12,3 kg N-min pr dekar. (Samme som forsøksplan.)

Gjødseltypenes pH ble analysert før spredning og verdiene er gjengitt i Tabell 2.

Tabell 2: pH målt i gjødseltypene før spredning:

Sted og felt	NEO	Ubehandlet	Ubehandlet filtrert	Ubehandlet tilsatt svovelsyre
Korn Innlandet 22. april	5,28	7,29	7,07	
Korn Innlandet NEO v 10 cm blad	5,4	-	-	
Korn Øst spredd 29. april	5,24	6,84	6,94	
Gras Trøndelag spredd i mai	5,3	6,97	7,21	
Gras Trøndelag spredd 23. juni	5,49	6,89	6,89	
Gras Østafjells spredd 23. april	5,27	6,86	7,16	
Gras Østafjells spredd i juni	-	-	-	
Gras Innlandet Svovelsyrefeltet spredd 24. april	5,28	7,29	7,07	5,02

2. Kornforsøkene

2.1 Utforming av kornforsøkene

Tradisjonelt blokkforsøk.

To forsøksfelt med bygg og to med hvete.

Gjødselruter: 3*10 meter.

Høsteruter: 8*1,5 meter.

4 gjentak

Totalt areal pr forsøksfelt: 960 kvadratmeter.

Alle kornfeltene skulle legges på areal hvor de kan ligge i alle prosjektets tre år.

Ledd:

1. 3,3 tonn Ubehandlet bløtgjødsel pr dekar
2. 3 tonn Ubehandlet filtrert bløtgjødsel pr dekar
3. 3 tonn NEO pr dekar
4. 1,2 kg N i 18-3-15 pr dekar spredd ved såing, og 2,7 tonn NEO pr dekar spredd på 3-blad stadiet av kornet
5. 5,1 kg N pr dekar i mineralgjødsel 18-3-15 (samme mengde N-min som i ubehandlet bløtgjødsel)
6. 9 kg N pr dekar i mineralgjødsel 18-3-15
7. 12,3 kg N pr dekar i mineralgjødsel 18-3-15. (Samme mengde N-min som i NEO)
8. 3,3 tonn ubehandlet bløtgjødsel pr dekar, pluss 6,7 kg N pr dekar i mineralgjødsel Opti NS. (Samme mengde N-min som i 3 tonn NEO)

Logikken for kornforsøkene:

Når vi skulle teste NEO-gjødsel fra N2-Applied mener vi det er viktig å sammenligne NEO med de andre alternativene som gårdbruker har til rådighet. For en gård med bløt husdyrgjødsel så vil det bli et alternativ å investere i N2-applied sine maskiner for filtrering av gjødsla og for produksjon av NEO, og så spre NEO-gjødsel på sine jorder. Dette ble da ledd 3. Med de tall for nitrogeninnhold som vi hadde under planleggingen av forsøkene skulle 3 tonn NEO inneholde 12,3 kg lettløselig N (N-min).

Erfaringer fra N2-Applied viser at NEO gjerne kan spres i åker et par uker etter oppspiring. Da mener selskapet at det bør gis en liten dose nitrogen i form av mineralgjødsel ved såing i tillegg. Dette ble ledd 4, og summen av N-min skulle være den samme som ledd 3. Et annet alternativ for bonden er å spre den bløte husdyrgjødsla slik den er. Det er da ikke behov for filtrering. De 9,1 prosent med fast materiale større enn 5 mm blir da ikke filtrert bort, og volumet av bløtgjødsel er da tilsvarende større. Ledd 1 er slik ubehandlet bløtgjødsel i sammen mengde pr dekar som NEO var før filtrering, det vil si 3,3 tonn pr dekar.

NEO-gjødsel er egentlig behandlet på to måter; både med tilsetning av nitritt og nitrat i plasmaprosessen – og gjødsel er filtrert. Dermed er det nødvendig å avklare effekten av filtrering for seg. Ledd 2 er derfor 3 tonn pr dekar med filtrert ubehandlet bløtgjødsel.

Gårdbruker kan også velge å spre bløt husdyrgjødsel i kombinasjon med nitrogen i mineralgjødsel. Ledd 8 er slik kombinasjon og mengde nitrogen er da 12,3 kg N-min pr dekar, lik mengde N-min som planen var i ledd 3, 4 og 7.

For sammenligning av disse leddene med bondens alternativer for bløt husdyrgjødsel laget vi en «nitrogenstige» med tre nivåer mineralgjødsel. Ledd 5 hadde like mye N-min pr dekar som den ubehandlede bløtgjødselen i ledd 1 (5,1 kg N-min pr dekar). Ledd 7 hadde like mye N-min som det etter planen skulle være i 3 tonn NEO i ledd 3 (12,3 kg N-min pr dekar). Ledd 6 hadde en nitrogenmengde midt mellom ledd 5 og 7 (9 kg N-min pr dekar).

2.2 Beliggenhet og annen info om kornfeltene

2.2.1 NLR Innlandet

Beliggenhet for begge feltene: Blæstad ved Hamar.

Jordanalyse: Sandig finsand, Leirklasse 2, Mold 4,6 % ts, pH 6,7, P-al 15 mg, K-al 13 mg, KHNO₃ 40 mg.

Jordstrukturen i hvetefeltet var jevn gjennom hele feltet, selv om den bærer preg av mye kjøring i tidligere år.

Jordstrukturen i byggfeltet varierer, med dårligst struktur lengst mot nord gjentak 1 og 2, enn i gjentak 3 og 4. Grunnen er både noe dårligere drenering, lavereliggende del og at denne delen har blitt kjørt i to retninger – både med åkeren for øvrig og sammen med vendeteigen/ jordarbeiding i enden av åkeren.

Anlagt dato: 22. april. All gjødsling samme dag. Såing av av bygg- og hvetefeltene: 23. april. Detaljerte observasjoner er gjengitt i Tabell 3.



Bilde 2 fra anlegging av kornfeltene hos NLR Innlandet på Blæstad. Foto Thomas Cottis

Tabell 3: Værobservasjoner dagene etter anlegg av kornfeltene på Blæstad (NLR Innlandet):

Dato	min temp.	max temp	nedbør	Behandling
20.04.2020	minus 1,1°C	18,7°C	0,0mm	
21.04.2020	minus 1,6°C	19,5°C	0,0mm	
22.04.2020	minus 0,8°C	20,8°C	0,0mm	Vårgjødsling hvete og byggfelt - før såing
23.04.2020	minus 0,4°C	18,4°C	0,0mm	
24.04.2020	0,8°C	10,4°C	0,0mm	Vårgjødsling engfeltet
25.04.2020	1,6°C	13,6°C	0,0mm	
26.04.2020	minus 2,1°C	11,4°C	0,0mm	
27.04.2020	1,9°C	8,9°C	0,0mm	
28.04.2020	1,7°C	8,3°C	22,8mm	
24.05.2020	7°C	13,8°C	1,3mm	
25.05.2020	8°C	20,1°C	6,3mm	
26.05.2020	8°C	19,7°C	0,0mm	Ledd 4 overgjødset med NEO husdyrgjødsel
27.05.2020	5,5°C	16,4°C	0,0mm	
28.05.2020	3,2°C	17,5°C	0,0mm	
29.05.2020	4,6°C	21°C	0,0mm	

Det kom ingen nedbør før 6 dager etter anlegg av forsøksfeltene. Da kom det 22,8 mm. Det var varmt om dagen (ca 20 grader) og kaldt om natten (minus 0,5) de første to dagene etter anlegg av feltet. Deretter ble det kjøligere

2.2.2 NLR Øst

Beliggenhet for begge feltene: Hvam.

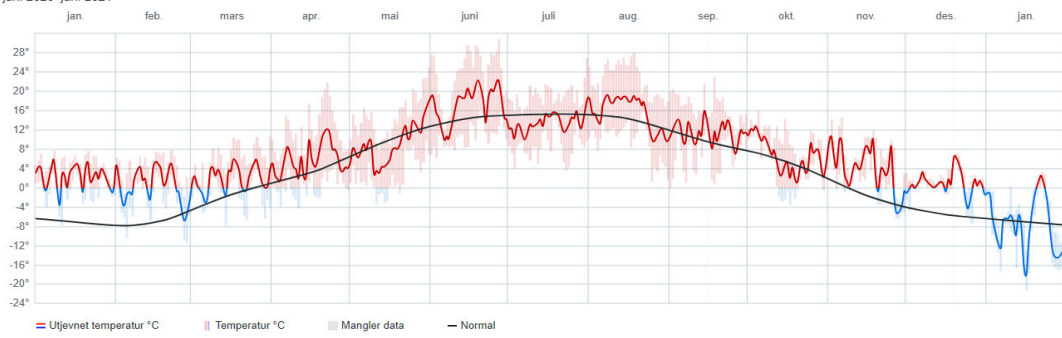
Anlagt dato 29 april begge felt. All gjødsling samme dag, men overgjødsling ledd 4 ble gjort 3/6 (Z13)

Såing av av bygg- og hvetefeltene: 30. april

Værobservasjoner dagene etter anlegg av kornfeltene på Blæstad (NLR Innlandet):

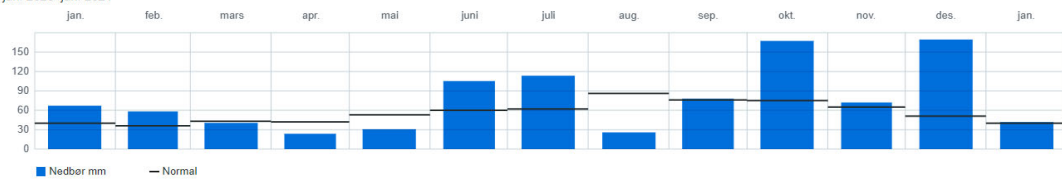
Temperatur

jan. 2020–jan. 2021



Nedbør

jan. 2020–jan. 2021



Bilde 3. Overgjødsling med NEO i ledd 4 på 3-4 blad stadiet hos NLR Øst på Hvam vg skole. Foto Jan Stabbetorp

3. Resultater kornforsøkene

Nedenfor presenteres avlingstallene for de fire kornfeltene hver for seg og samlet. Alle tall er for kg korn pr dekar 15 % vanninnhold. Når vi får analysetall fra Apelsvoll vil vi i tillegg legge inn tall for total nitrogenavling pr rute.

Statiske analyser for kornforsøkene ble gjennomført som toveis variansanalyse (ANOVA) uten tilbakelegging med de åtte gjødselbehandlinger og de fire blokker som forklaringsvariabler. Analyser ble først gjennomført for hvert enkelt felt og deretter som en samlet analyse for alle fire kornfelt i en og samme analyse. Signifikansnivå ble satt til 95% ($P < 0.05$).

Minste signifiante forskjell ($LSD_{5\%}$) ble beregnet ut fra formelen:

$$LSD_{A,B} = t_{0.05/2,DFW} \sqrt{MSW(1/n_A + 1/n_B)}$$

Og der $t_{0.05}$ er kritisk verdi for signifikans fra tabell, MSW er gjennomsnittlig kvadratisk variasjon fra ANOVA analysen og n er antall behandlinger (her 8 både for både A og B). gjennomsnitt og standardavvik ble brukt for å illustrere resultatene i figurer (se Figur 2-17).

3.1.1 Resultater fra to felt, NLR Innlandet

Kornavling

Vi starter med hvetefeltet (Tabell 4). Dette var et godt gjennomført felt som ga god signifikans og en LSD 5%-verdi på 66 kg pr dekar.

I forhold til nitrogenstigen i ledd 5, 6 og 7 så har Ledd 3 med 10,2 kg Nmin i NEO signifikant bedre avling enn Ledd 5 med 5,1 kg Nmin i mineralgjødsel. Det er ikke signifikante forskjeller mellom 10,2 kg N-min i NEO som ga 638 kg hvete pr dekar og 9 kg Nmin i ledd 6 som ga 24 kg mindre hvete pr dekar. 10,2 kg Nmin i NEO (ledd 3) ga 7 kg lavere avling enn 12,3 kg N-min i mineralgjødsel (ledd 6). Denne forskjellen er ikke signifikant.

Ledd 4 med totalt 10,4 kg Nmin pr dekar hvor vi spredde 1,2 kg Nmin i mineralgjødsel ved såing og så spredde NEO på trebladstadiet på jordoverflaten, ga 16 kg dårligere avling enn ledd 3 NEO med 10,2 kg Nmin pr dekar blandet inn i jorda før såing. Denne forskjellen er ikke signifikant.

To andre ledd som også ga ganske lik avling er 10,2 kg Nmin i NEO (ledd 3) med 638 kg hvete pr dekar, og ledd 8. Ledd 8 er det mest vanlige i dagens praksis på en husdyrgård med korn, nemlig ubehandlet bløtgjødsel supplert med nitrogen i mineralgjødsel. Ledd 8 hadde til sammen 12,3 kg Nmin pr dekar og det ga en avling på 622 kg hvete pr dekar. Altså 16 kg lavere enn NEO, men forskjellen er for liten til å gi signifikans.

Filtrering av bløtgjødsel ser i dette forsøket også ut til å ha gitt en positiv effekt på avling. Ledd 2 med 5,1 kg Nmin pr dekar i filtrert bløtgjødsel ga en avling på 551 kg hvete pr dekar som er signifikant høyere enn de 484 kg hvete pr dekar som 5,6 kg Nmin i ubehandlet bløtgjødsel i ledd 1 ga.

Når vi går over til byggfeltet på Blæstad så var det større variasjoner innen gjentakene her slik at LSD 5% ble på hele 157 kg pr dekar.

NEO (ledd 3) med 10,2 kg N-min pr dekar har en avling på 586 kg bygg pr dekar. Dette er ganske så likt som ledd 6 med sine 9 kg Nmin pr dekar i mineralgjødsel og 569 kg bygg i avling.

12,3 kg Nmin i mineralgjødsel (ledd 7) hadde en avling på 696 kg bygg pr dekar og dette er nesten signifikant høyere enn NEO (ledd 3) med byggavling på 586 kg pr dekar.

Her i byggfeltet hadde NEO-ledd 3 hvor gjødsla var nedmoldet før såing 68 kg mer avling enn ledd 4 som var en kombinasjon av litt mineralgjødsla gitt ved såing og NEO spreidd på jordoverflaten på 3-4-blad stadiet, men denne forskjellen er ikke signifikant.

Ledd 3 NEO hadde signifikant høyere avling enn ubehandlet (ledd 1), men ikke signifikant høyere avling enn ubehandlet filtrert bløtgjødsla (ledd 2).

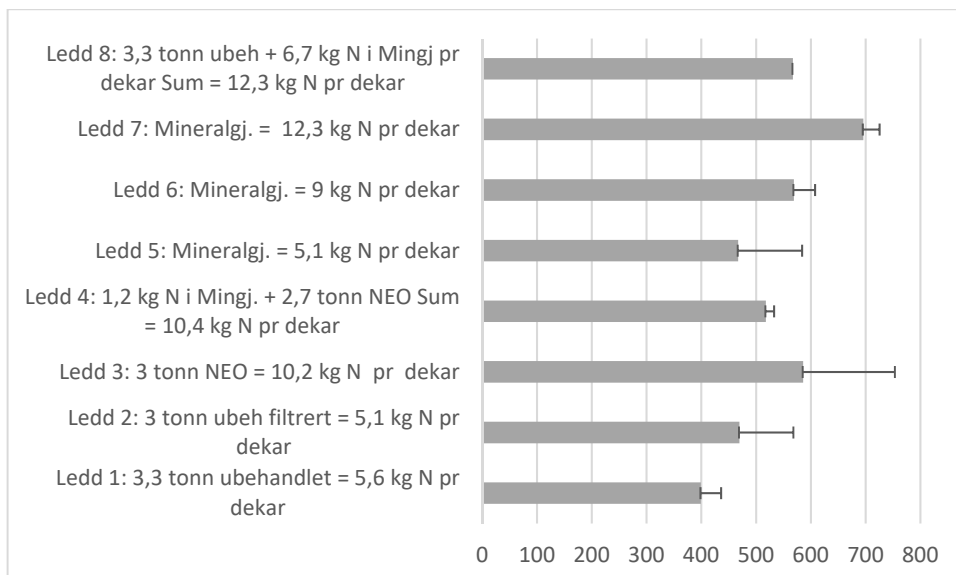
Ledd 3 NEO med 10,2 kg Nmin pr dekar hadde 19 kg høyere avling enn ledd 8 med 10,3 kg Nmin i sum fra ubehandlet bløtgjødsla supplert med mineralgjødsla. Forskjellen var ikke signifikant.

Filtrering av bløtgjødsla (ledd 2) ga i dette forsøket også en tendens til høyere avling (71 kg pr dekar) enn ubehandlet bløtgjødsla (ledd 1), men forskjellen er ikke signifikant.

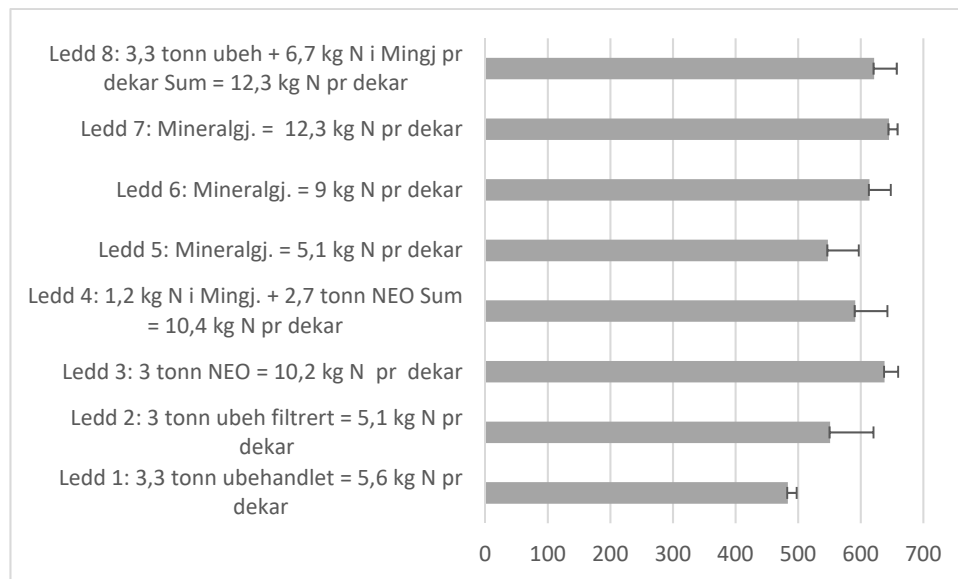
Tabell 4: Kornavling av bygg og hvete (15% vanninnhold), resultat fra Blæstad/NLR Innlandet, 2020

Felt på Blæstad, NLR Innlandet	Bygg Avling (kg/daa)	Bygg Protein (%)	Hvete Avling (kg/daa)	Hvete Protein (%)
Ledd 1: 3,3 tonn ubehandlet = 5,6 kg N pr dekar	399	9,0	484	10,3
Ledd 2: 3 tonn ubeh filtrert = 5,1 kg N pr dekar	470	8,9	551	10,8
Ledd 3: 3 tonn NEO = 10,2 kg N pr dekar	586	10,5	638	12,6
Ledd 4: 1,2 kg N i Mingj. + 2,7 tonn NEO Sum = 10,4 kg N pr dekar	518	10,3	591	12,0
Ledd 5: Mineralgj. = 5,1 kg N pr dekar	467	9,3	548	10,8
Ledd 6: Mineralgj. = 9 kg N pr dekar	569	10,1	614	11,9
Ledd 7: Mineralgj. = 12,3 kg N pr dekar	696	11,0	645	13,5
Ledd 8: 3,3 tonn ubeh + 6,7 kg N i Mingj pr dekar Sum = 12,3 kg N pr dekar	567	10,7	622	11,9
<i>P verdi</i>	<i>P<0.01</i>	<i>P<0.001</i>	<i>P<0.001</i>	<i>P<0.001</i>
<i>LSD_{5%}</i>	<i>157</i>	<i>0,94</i>	<i>66</i>	<i>1,19</i>

Figur 2. Kornavling av bygg (15% vanninnhold), ett felt, Blæstad/NLR Innlandet, 2020



Figur3. Kornavling av hvete (15% vanninnhold), ett felt, Blæstad/NLR Innlandet, 2020



Bilde 4. Hvetefeltet i juni hos NLR Innlandet på Blæstad. Foto Thomas Cottis

Proteinprosent

Når det gjelder proteinprosent i bygg og hveteforsøkene så følger dette det samme mønster som avling og det er høyest proteinprosent ved høyest mengde tilført nitrogen i gjødsel. Proteinprosenten i bygg og hvete etter 10,2 kg N-min i NEO-gjødsel (ledd 3) ser ut til å være omtrent den samme som proteinprosenten etter 9 kg N-min i mineralgjødsel (ledd 6)

3.1.2 Resultater fra to felt, NLR Øst

Kornavling

Forsøksfeltene hos NLR Øst ble uheldig påvirket av ujevne fuktighetsforhold, og i tillegg flekkevise angrep av rotdreper og stråknækker i hvetefeltet. Feltene ga derfor ingen signifikante resultater.

De tendensene vi kan lese ut av hvetefeltet er at NEO i ledd 3 med 370 kg pr dekar avling jevnt over kom dårlig ut i forhold til alle de andre leddene unntatt ledd 1 ubehandlet bløtgjødsel. På den andre siden kom NEO tilført på trebladstadiet for kornet (455 kg bygg pr dekar) bedre ut enn ledd 3. Men, altså ingen av disse tendensene er statistisk sikre.

Byggfeltet på Hvam var av bedre kvalitet og hadde en LSD 5% på 66 kg pr dekar.

NEO (ledd 3) med 10,2 kg N-min pr dekar har en avling på 714 kg bygg pr dekar. Dette er signifikant høyere enn ledd 6 med sine 9 kg Nmin pr dekar i mineralgjødning og 613 kg bygg i avling.

NEO (ledd 3) med 10,2 kg N-min pr dekar hadde bare 14 kg lavere avling enn ledd 7 med 12,3 kg N-min i mineralgjødning. Forskjellen er ikke signifikant.

12,3 kg Nmin i mineralgjødning (ledd 7) hadde en avling på 728 kg bygg pr dekar og dette er ganske så likt som

NEO-ledd 3 hvor gjødsla var nedmoldet før såing ga 25 kg mer avling enn ledd 4 som var en kombinasjon av litt mineralgjødning gitt ved såing og NEO spredd på jordoverflaten på 3-4-blad stadiet. Forskjellen er ikke signifikant.

Ledd 3 NEO hadde signifikant høyere avling enn både ubehandlet (ledd 1), og ubehandlet filtrert bløtgjødsel (ledd 2).

Ledd 3 NEO med 10,2 kg N-min pr dekar hadde omtrent lik avling som ledd 8 med 10,3 kg Nmin i sum fra ubehandlet bløtgjødsel supplert med mineralgjødning.

Filtrering av bløtgjødsel (ledd 2) ga i dette forsøket en tendens til høyere avling (71 kg pr dekar) enn ubehandlet bløtgjødsel (ledd 1), men forskjellen er ikke signifikant.

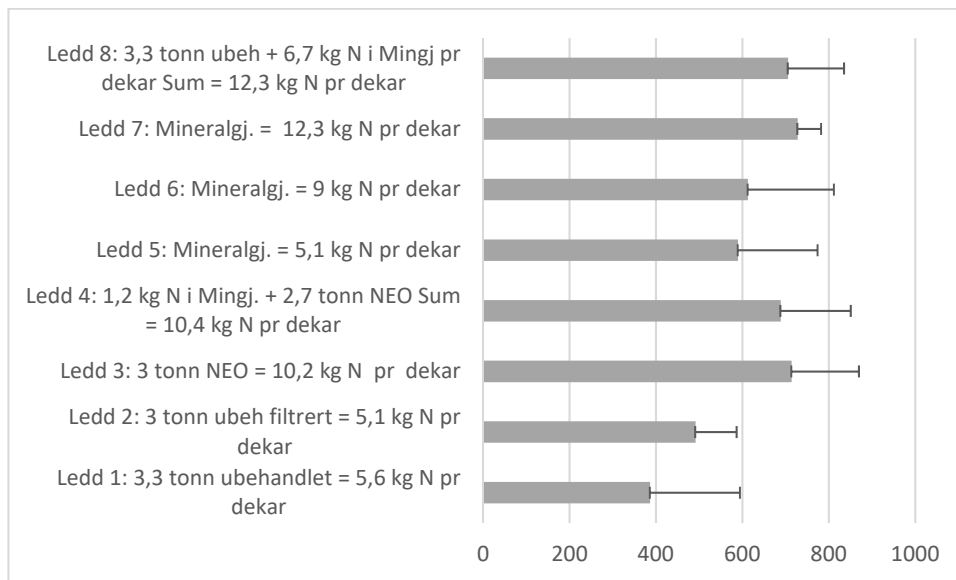
Tabel 4: Kornavling av bygg og hvete (15% vanninnhold), resultat fra NLR Øst, 2020

Felt på Hvam, NLR Østafjells	Bygg Avling (kg/daa)	Bygg Protein (%)	Hvete Avling (kg/daa)	Hvete Protein (%)
Ledd 1: 3,3 tonn ubehandlet = 5,6 kg N pr dekar	387	8,9	391	12,7
Ledd 2: 3 tonn ubeh filtrert = 5,1 kg N pr dekar	492	9,3	423	12,2
Ledd 3: 3 tonn NEO = 10,2 kg N pr dekar	714	10,4	370	11,5
Ledd 4: 1,2 kg N i Mingj. + 2,7 tonn NEO Sum = 10,4 kg N pr dekar	689	11,1	455	11,7
Ledd 5: Mineralgj. = 5,1 kg N pr dekar	590	9,9	497	11,4
Ledd 6: Mineralgj. = 9 kg N pr dekar	613	10,1	388	12,2
Ledd 7: Mineralgj. = 12,3 kg N pr dekar	728	10,6	543	11,8
Ledd 8: 3,3 tonn ubeh + 6,7 kg N i Mingj pr dekar Sum = 12,3 kg N pr dekar	706	10,8	471	12,2
<i>P verdi</i>	<i>P<0.001</i>	<i>Ikke signifikant</i>	<i>Ikke signifikant</i>	<i>Ikke signifikant</i>
<i>LSD_{5%}</i>	<i>66</i>			

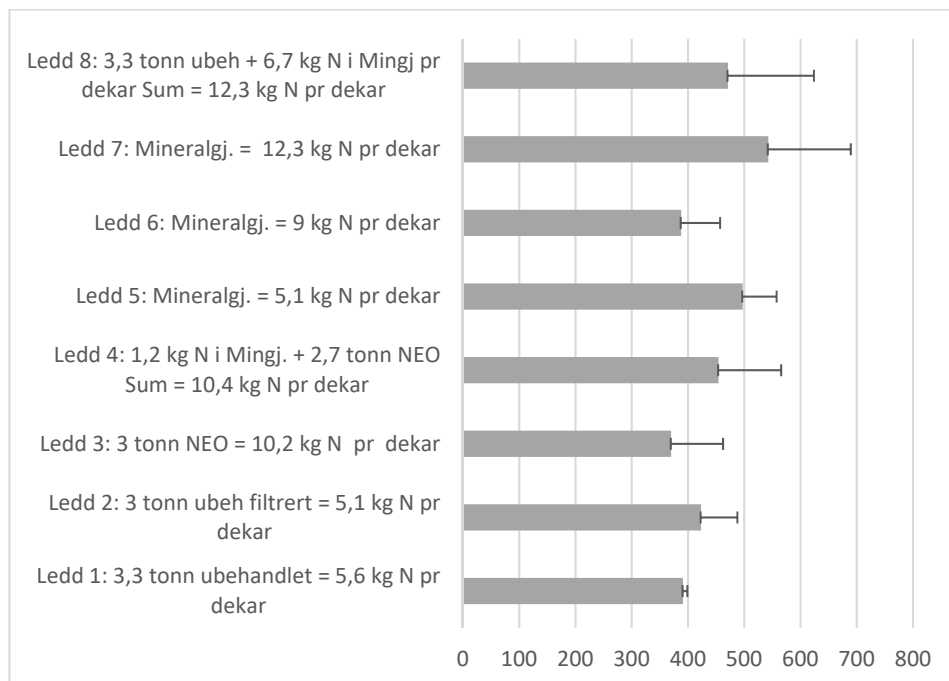
Proteinprosent

Når det gjelder proteinprosent i byggfeltet så følger dette det samme mønster som avling og det er høyest proteinprosent ved høyest mengde tilført nitrogen i gjødsel. Proteinprosenten i bygg og hvete etter 10,2 kg N-min i NEO-gjødsel (ledd 3) er omtrent den samme som proteinprosenten etter 9 kg N-min i mineralgjødsel (ledd 6). Proteinavling i kg protein pr dekar vil dermed følge det samme mønsteret.

Figur 4: Kornavling av bygg (15% vanninnhold), ett felt, NLR Øst, 2020



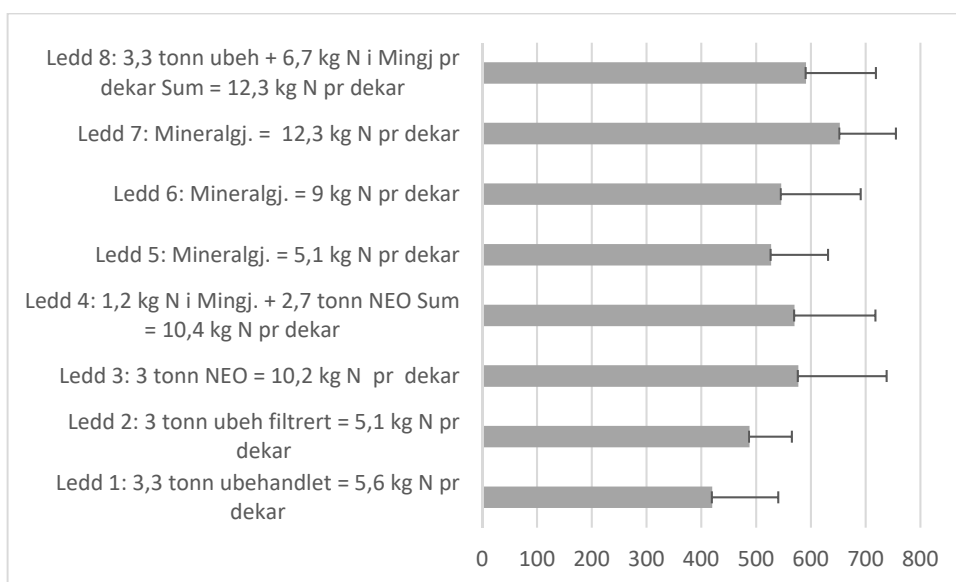
Figur 5: Kornavling av hvete (15% vanninnhold), ett felt, NLR Øst, 2020



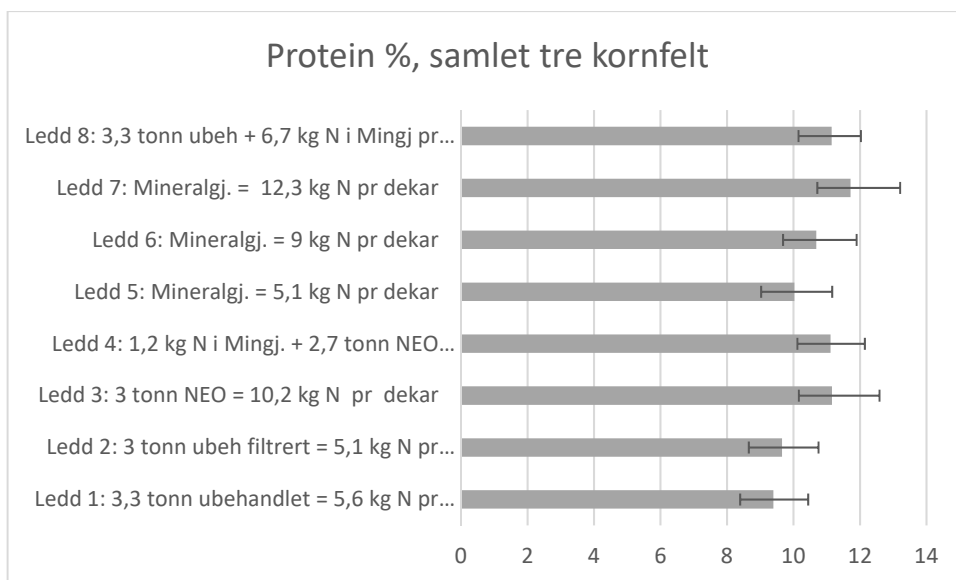
3.1.3 Samla resultater fra fire kornfelt

Når vi har fire kornfelter – to i bygg og to i hvete er det interessant å slå tallene sammen og kjøre statistikk på dem samlet. Først har vi slått sammen de tre feltene som var signifikante, og laget diagrammer for disse. Deretter har vi gjort tilsvarende hvor vi legger alle de fire feltene sammen.

Figur 6: Sammenstilling av resultater fra tre kornfelt, 2020.



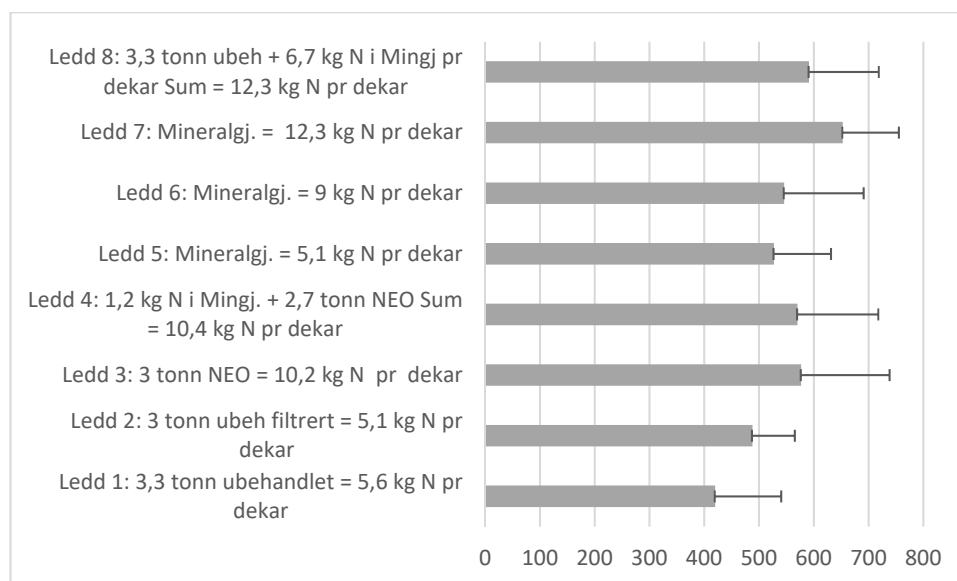
Figur 7: Protein %, samlet resultat for tre kornfelt (to i bygg + ett i hvete) for 2020.



Som vi ser så har sammenslåingen ført til at de fire feltene tilsammen såvidt gir noen statistisk sikre resultater (Tabell 5). De to NEO-leddene (ledd 3 og 4) hadde signifikant bedre avling enn ubehandlet bløtgjødsel (ledd 1). Proteinavling for NEO (ledd 3) hadde også signifikant høyere proteinavling enn ubehandlet bløtgjødsel. Filtrert bløtgjødsel (ledd 2) ga 68 kg større avling enn ubehandlet bløtgjødsel, men det er ikke signifikant. De to NEO-leddene (ledd 3 og 4) med 10,2 og 10,4 kg N-min pr dekar ga

om lag 50 kg større kornavling og 12 kg større proteinavling pr dekar enn ledd 5 med 5,1 kg N i mineralgjødning, men disse forskjellene er ikke signifikante. De to NEO-leddene (ledd 3 og 4) med 10,2 og 10,4 kg N-min pr dekar, ga avlinger mellom de to leddene med mest nitrogen i mineralgjødning (ledd 6 og 7) som hadde henholdsvis 9 og 12,3 kg N-min pr dekar, men forskjellene er ikke signifikante. Proteinavling av ledd 3 var også mellom proteinavlingene for ledd 6 og 7 og uten signifikans. På samme måte ga NEO-leddene (ledd 3 og 4) omtrent samme avling som ledd 8 med ubehandlet bløttingjødning pluss mineralgjødning, til tross for at det var gitt henholdsvis 2,1 og 1,9 kg mer Nmin pr dekar i ledd 8. Proteinavlingen var litt høyere i ledd 8 enn ledd 3 og 4, men forskjellen er langt fra signifikant.

Figur 8: Sammenstilling av resultater fra fire kornfelt, 2020.



Tabell 5: Samlet analyse av fire kornfelt. Resultater for 2020 med proteinavling i kg/daa.

Fire kornfelt (to byggfelt, to hvete felt)	Korn avling (kg/daa)	Protein (%)	Protein avling (kg/daa)
Ledd 1: 3,3 tonn ubehandlet = 5,6 kg N pr dekar	420	10,3	42
Ledd 2: 3 tonn ubeh filtrert = 5,1 kg N pr dekar	488	10,3	48
Ledd 3: 3 tonn NEO = 10,2 kg N pr dekar	577	11,2	65
Ledd 4: 1,2 kg N i Mingj. + 2,7 tonn NEO Sum = 10,4 kg N pr dekar	570	11,3	63
Ledd 5: Mineralgj. = 5,1 kg N pr dekar	527	10,4	53
Ledd 6: Mineralgj. = 9 kg N pr dekar	546	11,1	61
Ledd 7: Mineralgj. = 12,3 kg N pr dekar	653	11,7	77
Ledd 8: 3,3 tonn ubeh + 6,7 kg N i Mingj pr dekar Sum = 12,3 kg N pr dekar	591	11,4	68
<i>P verdi</i>	<i>P<0.001</i>	<i>P<0.001</i>	<i>P<0.001</i>
<i>LSD_{5%}</i>	<i>113</i>	<i>0,96</i>	<i>16</i>

3.1.4 Drøfting og oppsummering kornfeltene 2020

Det vi har å drøfte ut i fra er 2 gode felt og 2 felt uten signifikante resultater, pluss at sammenslåingen av resultatene fra de fire feltene gir oss noe opplysninger. Disse feltene var tenkt å ligge på samme sted i prosjektets tre år, men med de jordvariasjonene som var hos NLR Øst, så går de to feltene der ikke videre. Det må etableres nye felter i det området. Feltene hos NLR Innlandet går videre på samme sted. I 2021 og 2022 vil det i tillegg bli anlagt flere kornfelt enn i 2020 på grunn av mer penger til rådighet for feltforsøk i disse årene enn i 2020. Med 2 år til og da med flere forsøk skal det bli mulig å trekke ganske så sikre konklusjoner om effekt på avling av NEO-gjødsel i forhold til andre alternativer som gårdbruker har for gjødsling til korn.

På bakgrunn av de fire feltene i dette første ene året mener vi det er grunnlag for følgende oppsummering fra kornfeltene i 2020:

- Filtrering av bløtgjødsel kan muligens gi en liten avlingsøkning i forhold til ubehandlet bløtgjødsel, gitt til bygg og hvete.
- Det å spre en liten mengde lettloslig nitrogen i mineralgjødsel ved såing og så spre NEO-gjødsel på jordoverflaten på treblad stadiet til bygg og hvete gir trolig litt dårligere avling enn å blande samme mengde lettloslig nitrogen i NEO inn i jorda før såing av bygg og hvete. Det ble ikke registrert noen skader på plantene av spredning av NEO på 3-4 blad stadiet.
- 3 tonn NEO med 10,2 kg N-min pr dekar gir større avling enn 3,3 tonn ubehandlet bløtgjødsel med 5,6 kg Nmin pr dekar .
- 3 tonn NEO med 10,2 kg N-min pr dekar gir større avling enn 3 tonn ubehandlet filtrert bløtgjødsel med 5,1 kg Nmin pr dekar.
- 3 tonn NEO med 10,2 kg N-min pr dekar ga i disse forsøkene en avling i bygg og hvete mellom den som ble oppnådd med 9,0 og 12,3 kg N-min pr dekar i mineralgjødsel.
- 3 tonn NEO med 10,2 kg N-min ga like god eller kanskje noe bedre avling enn 12,3 kg N-min gitt gjennom kombinasjonen av 3 tonn ubehandlet bløtgjødsel og mineralgjødsel.
- Når det gjelder proteinprosent i kornfeltenet så følger dette det samme mønster som avling og det er høyest proteinprosent og høyest proteinavling ved høyest mengde tilført nitrogen i gjødsel. Proteinavlingen i bygg og hvete etter 10,2 kg N-min i NEO-gjødsel kan være litt høyere enn proteinprosenten etter 9 kg N-min i mineralgjødsel, men lavere enn etter 12,3 kg N-min i mineralgjødsel. Proteinavlingen av 10,2 kg N-min i NEO-gjødsel er høyere enn proteinavlingen fra 5,6 kg Nmin pr dekar i ubehandlet bløtgjødsel.

4. Engforsøkene

4.1 Utforming av engforsøkene

Engforsøkene hadde mye av det samme forsøksdesign som kornforsøkene med fire blokker og syv gjødselledd. NLR-enhetene ble bedt om å legge engforsøkene på areal hvor de kan ligge 3 år slik at tre-årseffekter kan måles.

Vi planla for to gjødslinger og to høstinger – eventuelt tre høstinger hvis gjenveksten om høsten tilsa at det ville være gunstig.

Logikken for engforsøkene:

Når vi skulle teste NEO-gjødsel fra N2-Applied tenkte vi også for engforsøkene at det viktigste er å sammenligne NEO med de andre alternativene som gårdbruker har til rådighet. På samme måte som for kornfeltene ble planene laget på bakgrunn av analyser tatt i mars som viste at NEO hadde et Nmin-innhold på 4,1 kg pr tonn. I presentasjonen her og i resultatene er det den mengden som analysene tatt av den gjødsel som ble laget til forsøkene som blir brukt, og her var mengden Nmin på 3,4 kg pr tonn NEO. Ledd 3 med NEO skulle etter opprinnelig plan hatt like mye Nmin pr dekar som ledd 6 og ledd 7 med 20,5 kg N-min pr dekar totalt. Den NEO-gjødselen som ble spredd inneholdt 17 kg N-min pr dekar. Ellers var planen lik det som ble gjennomført.

Forsøksleddene ble da:

1. Ubehandlet bløtgjødsel: 3,3 og 2,2 tonn pr dekar lik 5,6 og 3,7 kg N-min. Sum = 9,3 kg N-min pr dekar
2. Filtrert bløtgjødsel: 3,0 og 2,0 tonn pr dekar lik 5,1 og 3,4 kg N-min. Sum = 8,5 kg N-min pr dekar
3. NEO bløtgjødsel: 3,0 og 2,0 tonn pr dekar lik 10,2 og 6,8 kg N-min. Sum = 17 kg N-min pr dekar
4. Mineralgj 18-3-15: 5,6 og 3,7 kg N-min pr dekar. Sum = 9,3 kg N-min pr dekar
5. Mineralgj 18-3-15: 9 og 6 kg N-min pr dekar. Sum = 15 kg N-min pr dekar
6. Mineralgj 18-3-15: 12,3 og 8,2 kg N-min pr dekar. Sum = 20,5 kg N-min pr dekar
7. Ubehandlet + OptiNS: 12,3 og 8,2 kg N-min. Sum = 20,5 kg N-min pr dekar

For en gård med bløt husdyrgjødsel og eng så vil det bli et alternativ å investere i N2-applied sin maskiner for filtrering av gjødsel og for produksjon av NEO, og så spre NEO-gjødsel på engarealer. Dette ble da ledd 3 med 3 tonn NEO spredd om våren og 2 tonn NEO spredd etter førsteslått.

Et annet alternativ for bonden er å spre den bløte husdyrgjødsel slik den er på eng. Det er da ikke behov for filtrering. De 9,1 prosent med fast materiale større enn 5 mm blir da ikke filtrert bort, og volumet av bløtgjødsel er da tilsvarende større. Ledd 1 er slik ubehandlet bløtgjødsel i sammen mengde pr dekar som NEO var før filtrering, det vil si 3,3 tonn pr dekar spredd om våren og 2,2 tonn spredd etter førsteslått.

NEO-gjødsel er behandlet både med tilsetning av nitritt og nitrat i plasmaprosessen – og gjødsel er filtrert. Filtreringen i seg selv gjør gjødsel mye mer lettflytende og dermed får den bedre infiltreringsevne i enga. Dermed var det nødvendig å avklare effekten av filtrering for seg. Det ble da ledd 2 med 3 tonn pr dekar med filtrert ubehandlet bløtgjødsel spredd om våren og 2 tonn filtrert ubehandlet bløtgjødsel spredd etter førsteslått.

Gårdbruker kan også velge å spre bløt husdyrgjødsel i kombinasjon med nitrogen i mineralgjødsel. Ledd 7 er slik kombinasjon. Her spredde vi 3,3 tonn og 2,2 tonn ubehandlet bløtgjødsel henholdsvis vår og etter førsteslått pluss mineralgjødsel Opti NS slik at mengde N-min vår og etter førsteslått til sammen ble 12,3 og 8,2 kg N-min pr dekar, tilsammen 20,5 kg N-min pr dekar.

For sammenligning av disse leddene med bondens alternativer for bløt husdyrgjødsel laget vi en enkel «nitrogenstige» med tre ledd gjødslet bare med mineralgjødsel. Ledd 4 hadde like mye N-min pr dekar som den ubehandlede bløtgjødselen i ledd 1 (9,3 kg N-min pr dekar). Ledd 6 hadde like mye N-min som det etter planen skulle være i 3 tonn NEO i ledd 3 (20,3 kg N-min pr dekar). Ledd 6 hadde en nitrogenmengde midt mellom ledd 4 og 6 (15 kg N-min pr dekar).

Statiske analyser ble også her gjennomført som toveis variansanalyse (ANOVA) uten tilbakelegging som forklart i kornfeltene. Analyser ble gjennomført separat for hver slått og som summen av slåtter per felt og deretter som en samlet analyse begge engforsøkene. LSD ble beregnet på samme måte som for kornfeltene og gjennomsnitt og standardavvik ble brukt for å illustrere resultatene. Nitrogenanalyser fra avlings ble brukt for å beregne nitrogenavling.

Belgvekstandelen ble anslått. I feltet i Trøndelag ble det også gjort sortering av gras og kløver, og her ble informasjonen om kløver prosent brukt for å se om det fantes en sammenheng mellom belgvekstandel og nitrogen prosent i avlingen. Sammenhengen ble undersøkt gjennom linjær regresjonsanalyse hvor korrelasjonskoeffisienten (R^2) og signifikansen (P verdien) for stigningstallet (β) sier noe om sammenhengen.

For å få mer eksakte tall for mengde nitrogen i avlingene sendte vi inn alle tørkeprøver til LabTek ved NMBU for analyse av totalt nitrogen innhold med Dumas-metoden. For å få kjørt deres Dumas-analyse måtte grasprøvene males og soldes gjennom 0,5 mm sold hos Stoffskifteavdelingen på NMBU. På grunn av uklarheter fra prosjektledelsen ble prøvene fra NLR Østafjells sitt engforsøk slått sammen leddvis.

4.2 Beliggenhet og annen info om engforsøkene

4.2.1 NLR Østafjells

Beliggenhet: Ved Blåfargeverket 2 km vest for Åmot i Viken fylke.

Jordanalyse viste følgende verdier:

Jordprøve			
Vekt (%):	100	KHNO ₃ :	
Prøvenr:	0014	Cu:	
pH:	5,5	Bor:	
Jordart:	7	Mn:	
Leirklasse:	2	P-Al:	3
Moldklasse:	2	K-Al:	3
Mold%:	3,5	Mg-Al:	4
Glødetap:	4,5	Ca-Al:	71
Volumvekt:	1,2	Zn:	
Dato:	23.11.2020		
Jordart: Sandig silt, leirinnh.: 5-10%, moldinnh.: 3-4,5%			

Gjødslet og anlagt dato: 23. april

Høstet førsteslått dato: 9. juni

Gjødsling etter førsteslått dato: 15. juni

Høstet andreslått dato: 31.07

Høstet tredjeslått dato: 15.09

Været etter gjødsling:

Fra 23. april og en uke var det 6 – 7 grader, opphold, delvis skyet

15. Juni var maks temp 20 grader, og dagen etter falt temperaturen til 11 til 15 grader med nedbør i nonen dager.

Dekningsgrad mai: Grasarter 95-100 %. Null % kløver i 22 ruter og 1 % kløver i 6 ruter. Svært lite ugras. Litt legde i fire ruter



Bilde 5: Dronebilde etter anlegging av av NLR Østafjells sitt engforsøk. Foto Erik Hørluck Berg

4.2.2 NLR Trøndelag

Beliggenhet: Kvithamar i Stjørdal

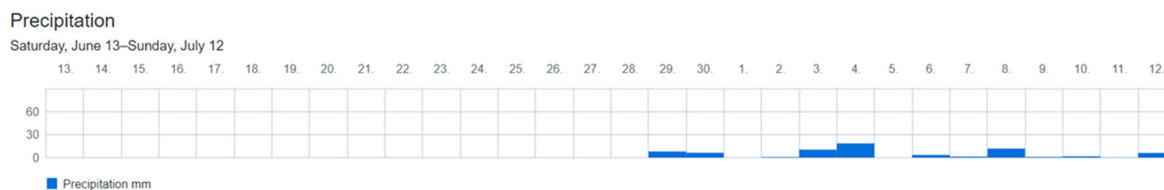
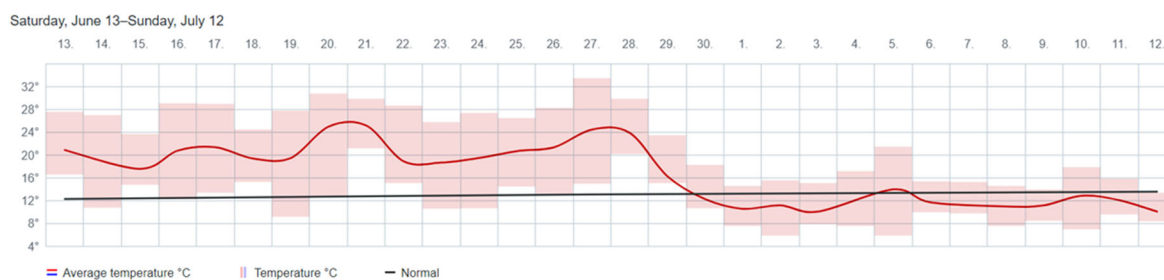
Jordanalyse: Siltig lettleire. Leirkklasse 3, Mold 5,1 %, pH 6,2, P-al 8, K-al 7, KHNO₃ 140.

Anlagt dato: 21. april

Gjødslet første gang dato: 27. april

Gjødslet andre gang dato: 23. juni

Værobservasjoner dagene etter anlegg og gjødsling: Første gjødsling blei utført i overskyet oppholdsvær og temperatur 8-9 grader.



Bilde 6. Utsnitt av engforsøket hos NLR Trøndelag 2. juni. Foto Astrid Johansen

4.3 Resultater fra engforsøkene

4.3.1 Trøndelag

Tørrstoffavling

Når engresultatene tolkes er det viktig å ha med seg at leddet med NEO-gjødsel (ledd 3) hadde 17 kg N-min pr dekar som er 3,5 kg mindre enn de leddene som det er mest aktuelt å sammenligne direkte med; nemlig ledd 6 og 7 som begge hadde 20,5 kg N-min (Tabell 6).

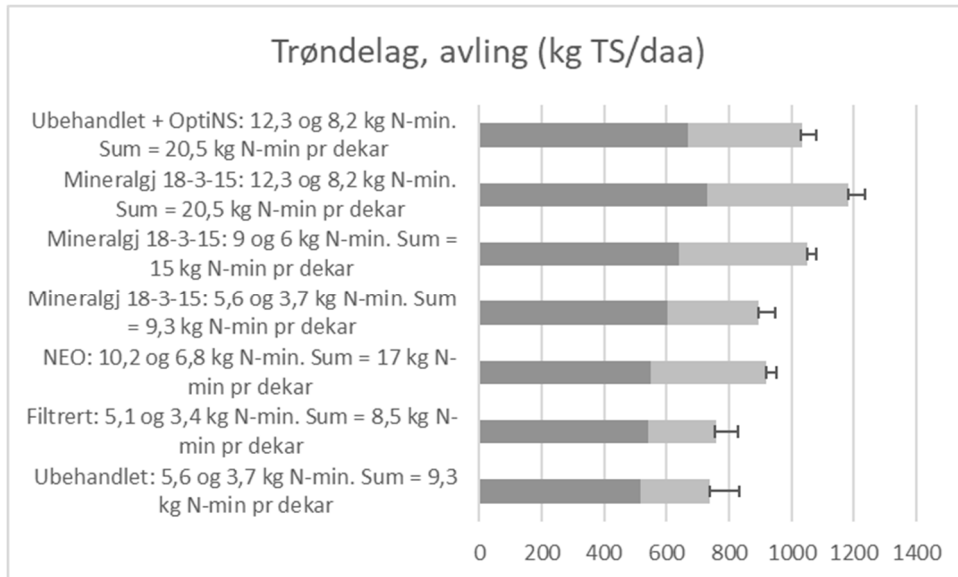
Tabell 6: Resultater fra forsøksfelt, NLR Trøndelag, år 2020.

Trøndelag	Avling (kg TS/daa)			N (% av TS)		N avling (kg N/daa)		
	1. slått	2. slått	Samlet	1. slått	2. slått	1. slått	2. slått	Samlet
1. Ubehandlet: 5,6 og 3,7 kg N-min. Sum = 9,3 kg N-min pr dekar	516	224	739	1,30	2,25	6,66	5,05	11,71
2. Filtrert: 5,1 og 3,4 kg N-min. Sum = 8,5 kg N-min pr dekar	541	216	757	1,33	2,00	7,15	4,36	11,51
3. NEO: 10,2 og 6,8 kg N-min. Sum = 17 kg N-min pr dekar	548	371	920	1,68	1,68	9,18	6,22	15,39
4. Mineralgj 18-3-15: 5,6 og 3,7 kg N-min. Sum = 9,3 kg N-min pr dekar	601	294	896	1,40	1,70	8,40	5,07	13,47
5. Mineralgj 18-3-15: 9 og 6 kg N-min. Sum = 15 kg N-min pr dekar	640	410	1050	1,45	1,58	9,27	6,46	15,72
6. Mineralgj 18-3-15: 12,3 og 8,2 kg N-min. Sum = 20,5 kg N-min pr dekar	730	451	1181	1,80	1,63	13,03	7,33	20,37
7. Ubehandlet + OptiNS: 12,3 og 8,2 kg N-min. Sum = 20,5 kg N-min pr dekar	668	364	1032	1,55	1,48	10,32	5,36	15,68
<i>P-verdi</i>	<i>P<0.001</i>	<i>P<0.001</i>	<i>P<0.001</i>	<i>P<0.05</i>	<i>P<0.001</i>	<i>P<0.001</i>	<i>P<0.01</i>	<i>P<0.001</i>
<i>LSD 5%</i>	<i>43</i>	<i>47</i>	<i>91</i>	<i>0,29</i>	<i>0,22</i>	<i>1,40</i>	<i>1,15</i>	<i>1,8</i>

Forsøket i Trøndelag var av god kvalitet og ga fine statistikkbaserte resultater. Følgende oppsummering er basert på summen av første- og andreslått: Mineralgjødsel-leddet med 9,3 kg N-min pr dekar (ledd 4), ga statistisk sikker høyere tørrstoffavling enn ubehandlet bløtgjødsel med samme mengde N-min pr dekar (ledd 1). Vi ser at NEO-gjødsel (ledd 3) ga statistisk sikker bedre avling enn ubehandlet bløtgjødsel (ledd 1) og filtrert bløtgjødsel (ledd 2). 20,5 kg N-min i kunstgjødsel (ledd 6) og i kombinasjonen bløtgjødsel + mineralgjødsel (ledd 7) ga begge signifikant større avling enn 17

kg N-min i NEO (ledd 3). Også mineralgjødning-leddet med 15 kg N-min pr dekar (ledd 5) ga statistisk sikker høyere avling enn NEO (ledd 3). NEO (ledd 3) med 17 kg N-min pr dekar ga 26 kg pr dekar høyere tørrstoffavling enn mineralgjødning med 9,3 kg N-min (ledd 4), men den forskjellen er ikke signifikant.

Figur 9: Samlet grovfôravling (kg TS/daa) 1. slått + 2. slått ved ulike gjødselledd, ett felt NLR Trøndelag, 2020. Merk at leddene er i motsatt rekkefølge enn i tabell 6.



Tabell 7. Kløverinnhold ved 1. slått (anslag i felt) og ved 2. slått (sorterte planteprøver) ved de ulike gjødselledd. Resultater fra ett felt, NLR Trøndelag, 2020.

Trøndelag	Kløver %	
	1. slått	2. slått
1 Ubehandlet: 5,6 og 3,7 kg N-min. Sum = 9,3 kg N-min pr dekar	11	49
2 Filtrert: 5,1 og 3,4 kg N-min. Sum = 8,5 kg N-min pr dekar	9	40
3 NEO: 10,2 og 6,8 kg N-min. Sum = 17 kg N-min pr dekar	3	8
4 Mineralgj 18-3-15: 5,6 og 3,7 kg N-min. Sum = 9,3 kg N-min pr dekar	5	30
5 Mineralgj 18-3-15: 9 og 6 kg N-min. Sum = 15 kg N-min pr dekar	3	12
6 Mineralgj 18-3-15: 12,3 og 8,2 kg N-min. Sum = 20,5 kg N-min pr dekar	4	9
7 Ubehandlet + OptiNS: 12,3 og 8,2 kg N-min. Sum = 20,5 kg N-min pr dekar	3	4
<i>P-verdi</i>	<i>Ikke signifikant</i>	<i>P<0.001</i>
<i>LSD 5%</i>		<i>11</i>

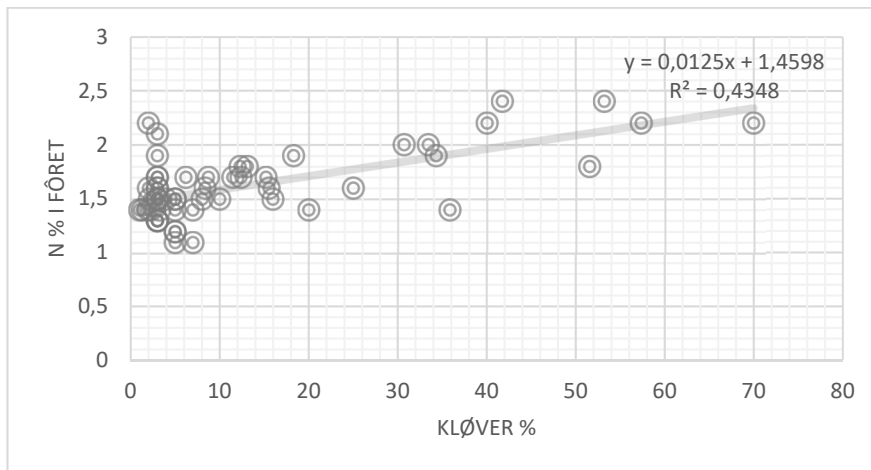
Kløverprosent

Vi visste at det var kløver i enga hvor Trøndelagsfeltet lå. Tabell 7 viser imidlertid at mengden kløver i avlinga ble sterkt påvirket av mengde nitrogen i gjødslinga, men det tok naturlig nok litt tid. Det var små utslag i førsteslått. I andreslått derimot var det signifikante utslag: Ledd 1 med ubehandlet bløtgjødsel og ledd 2 med ubehandlet filtrert bløtgjødsel hadde klart mer kløver enn NEO (Ledd 3) og mineralgjødning-leddene 5 og 6, og kombinasjonen av ubehandlet bløtgjødsel og opti NS (ledd 7).

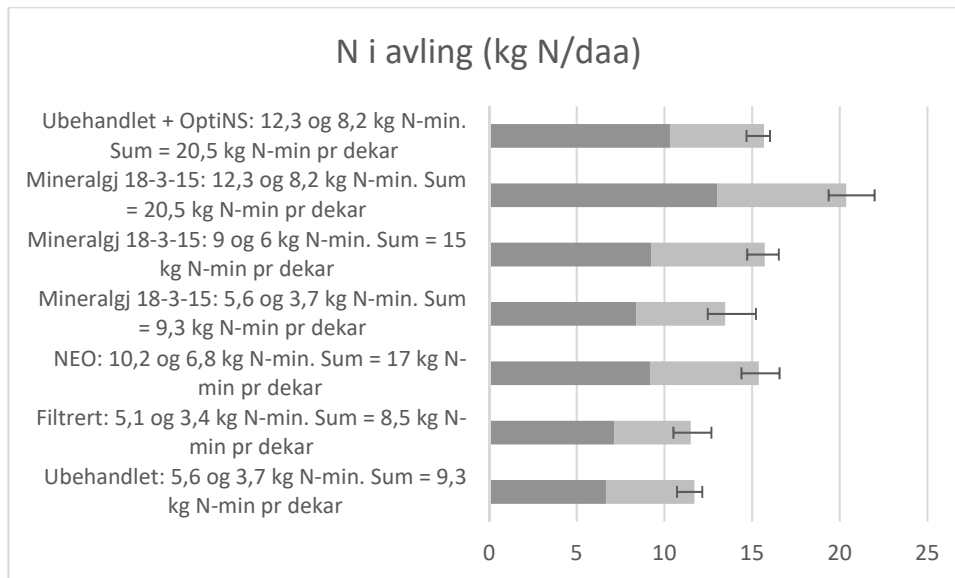
Ledd 1 og ledd 2 har om lag halvparten så mye lettløselig nitrogen pr dekar som ledd 3, 5, 6 og 7. Ledd 4 med omtrent samme mengde N-min i mineralgjødning som ledd 1 og 2 har i organisk gjødning har signifikant lavere kløverandel enn ledd 1, men ledd 3 har signifikant mer kløver enn ledd 3, 5, 6 og 7.

Videre fant vi en klar sammenheng mellom kløver-% og nitrogen-innhold i fôret ($R^2 = 0.43$, $P < 0.001$). Et plot av sammenhengen er gjengitt nedenfor. Når nitrogen-% i fôret øker med kløver-% har vi et forstyrrende element når vi skal estimere mengde N opptatt i plantene som resultat av gjødsling.

Figur 10: Sammenheng mellom kløver-andelen observert i felt og nitrogen-innhold målt i fôranalyser. Resultat fra ett felt og to slåtter, NLR Trøndelag, 2020



Figur 11: Samlet nitrogenavling (1 slått + 2 slått) ved ulike gjødselledd, ett felt NLR Trøndelag, 2020. Merk at leddene er i motsatt rekkefølge enn i tabell 6 og 7.



Nitrogenavling

NEO (ledd 3) som var gjødslet med 17 kg N-min ga signifikant større nitrogenavling (1,92 kg N/daa) enn mineralgjødning-ledd 4 som var gjødslet med 9,3 kg N-min pr dekar. Ledd 4 ga statistisk sikker større nitrogenavling enn filtrert bløtgjødsel (ledd 2) og nesten statistisk sikker større avling enn ubehandlet bløtgjødsel (ledd 1). 20,5 kg N-min i mineralgjødning (ledd 6) ga signifikant større

nitrogenavling enn ledd 3 som var gjødslet med 17 kg N-min i NEO. Det var ikke statistisk sikre forskjeller i nitrogenavling mellom ledd 3 og ledd 5 og 7.

4.3.2 Østafjells

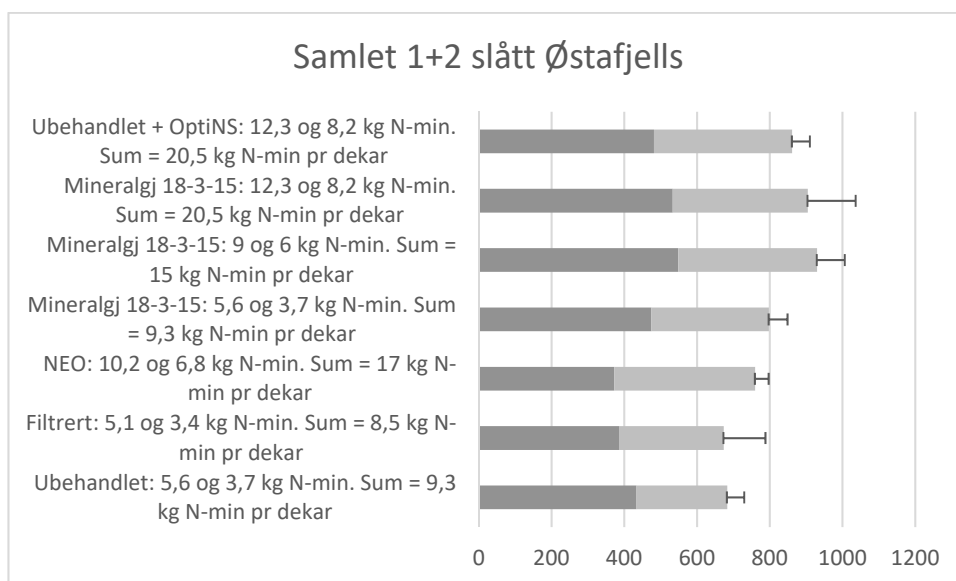
Det var minimalt med kløver i dette feltarealet, og lite ugras. Når engresultatene også herfra tolkes er det viktig å ha med seg at leddet med NEO-gjødsel (ledd 3) hadde 17 kg N-min pr dekar som er 3,5 kg mindre enn de leddene som det er mest aktuelt å sammenligne direkte med; nemlig ledd 6 og 7 som begge hadde 20,5 kg N-min (Tabell 8).

Tabell 8. Resultater fra Åmot/NLR Østafjells, avling, nitrogen% og nitrogenavling av første og andre slått. N% i 1 slått ble analysert som samleprøve og derfor er signifikans ikke mulig å regne ut for N% for 1 slått og N avling for 1 slått og samlet sett.

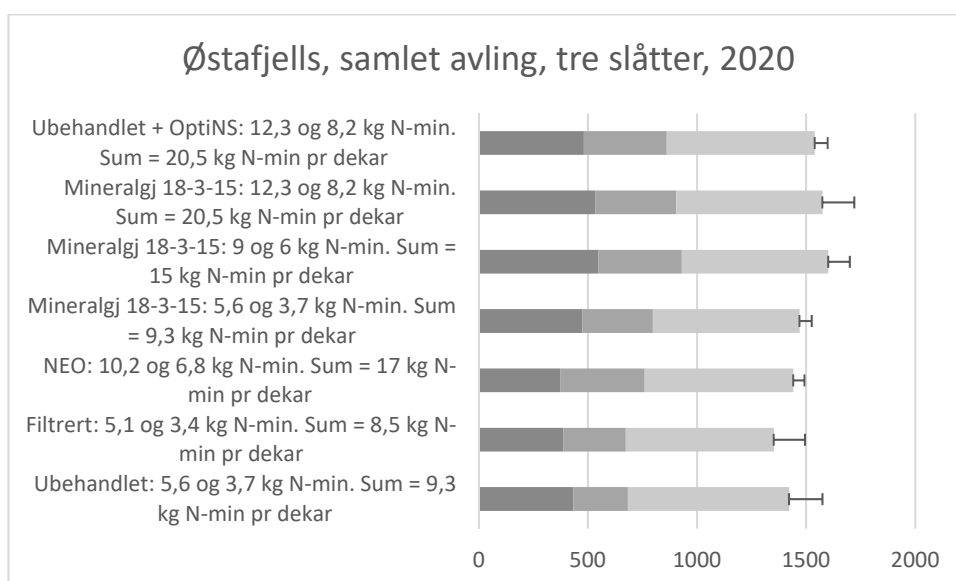
Østafjells	Avling (kg TS/daa)			N (% av TS)		N avling (kg N/daa)		
	1. slått	2. slått	Samlet	1. slått	2. slått	1. slått	2. slått	Samlet
1. Ubehandlet: 5,6 og 3,7 kg N-min. Sum = 9,3 kg N-min pr dekar	434	249	683	1,73	1,54	7,51	3,85	11,93
2. Filtrert: 5,1 og 3,4 kg N-min. Sum = 8,5 kg N-min pr dekar	387	287	674	1,52	1,45	5,88	4,14	10,85
3. NEO: 10,2 og 6,8 kg N-min. Sum = 17 kg N-min pr dekar	373	387	760	2,28	2,02	8,50	7,76	15,60
4. Mineralgj 18-3-15: 5,6 og 3,7 kg N-min. Sum = 9,3 kg N-min pr dekar	475	323	798	1,58	1,72	7,50	5,63	14,09
5. Mineralgj 18-3-15: 9 og 6 kg N-min. Sum = 15 kg N-min pr dekar	548	382	930	2,12	1,95	11,63	7,42	17,29
6. Mineralgj 18-3-15: 12,3 og 8,2 kg N-min. Sum = 20,5 kg N-min pr dekar	533	371	905	1,49	2,13	7,95	8,13	17,35
7. Ubehandlet + OptiNS: 12,3 og 8,2 kg N-min. Sum = 20,5 kg N-min pr dekar	482	380	826	1,91	1,89	9,20	7,16	15,25
P-verdi	P<0.001	P<0.05	P<0.001	-	P<0.05	-	P<0.01	-
LSD 5%	57	79	106	-	0.36	-	2.21	-

Forsøket hos NLR Østafjells var av god kvalitet og ga statistisk sikre resultater for både første- og andreslått. Det var minimalt med kløver og heller ikke ugras i feltet. Planen for forsøket var å gjødsle vår og etter førsteslått, og så høste 2 ganger. Dersom det ble en tredjeslått skulle det vurderes om denne skulle høstes. Hos NLR Øst ble det betydelig gjenvekst etter andreslått, så det ble derfor tatt en tredjeslått på vanlig måte. Resultatene her viste en tredjeslått som faktisk var større enn første- og andreslått til sammen. Det var små forskjeller mellom ledd i avling i tredjeslått, og derfor ingen signifikante resultater for denne slått. På grunn av manglende signifikans og fordi tredjeslått ikke er direkte påvirket av gjødsling, endte vi med å ikke trekke inn tredjeslått i drøftingen av resultatene fra NLR Østafjells.

Figur 12: Grovfôravling (kg TS/daa) fra 1. slått + 2. slått ved ulike gjødselledd, ett felt NLR Østafjells, 2020. Merk at leddene er i motsatt rekkefølge enn i tabellene.



Figur 13: Det ble tatt en tredje slått på feltet hos NLR Østafjells, her er samlet grovfôravling (kg TS/daa) fra 1. slått + 2. slått + 3 slått. Merk at leddene er i motsatt rekkefølge enn i tabellen.



Tørrstoffavling

I det følgende har vi først analysert tørrstoffavlingene for summen av første- og andreslått. Ubehandlet bløtgjødsel (ledd 1) har omtrent samme avling som filtrert bløtgjødsel (ledd 2). NEO (ledd 3) hadde signifikant større avling enn både ubehandlet bløtgjødsel (ledd 1) og filtrert bløtgjødsel (ledd 2). Forskjellen mellom ledd 3 og ledd 2 var signifikant. Det var ikke signifikant forskjell mellom ledd 3 og ledd 1. Ledd 5 med 15 kg N-min pr dekar i mineralgjødsel og ledd 6 med 20,5 kg N-min pr dekar i mineralgjødsel hadde begge signifikant større tørrstoffavling enn NEO (ledd 3). Ubehandlet bløtgjødsel pluss mineralgjødsel (ledd 7) hadde ikke signifikant større avling enn NEO (ledd 3).

Nitrogenprosent og nitrogenavling

Det var ikke mulig å regne signifikans for nitrogenprosenten mellom ledd i førsteslått. For andreslått hadde NEO (ledd 3) og høyeste mengde mineralgjødning (ledd 6) de høyeste nitrogenprosentene. Ledd 3 og ledd 6 hadde her signifikant høyere nitrogenprosent enn ledd 1, ledd 2 og ledd 4.

De to leddene med henholdsvis 15 og 20,5 kg N-min i mineralgjødning (ledd 5 og 6) hadde høyere nitrogenavling enn NEO, men forskjellene var ikke signifikante. NEO hadde ikke signifikant høyere nitrogenavling enn ledd 7 og ledd 4. NEO hadde signifikant høyere nitrogenavling enn ubehandlet bløtgjødning (ledd 1) og filtrert bløtgjødning (ledd 2).

4.3.3 Samlet, to grasfelt

Tørrstoffavling

NEO (ledd 3) har signifikant større tørrstoffavling enn ledd 1 og 2. NEO (ledd 3) har ganske så lik tørrstoffavling som ledd 4. Ledd 5, 6 og 7 har alle signifikant større tørrstoffavling enn NEO (Tabell 9).

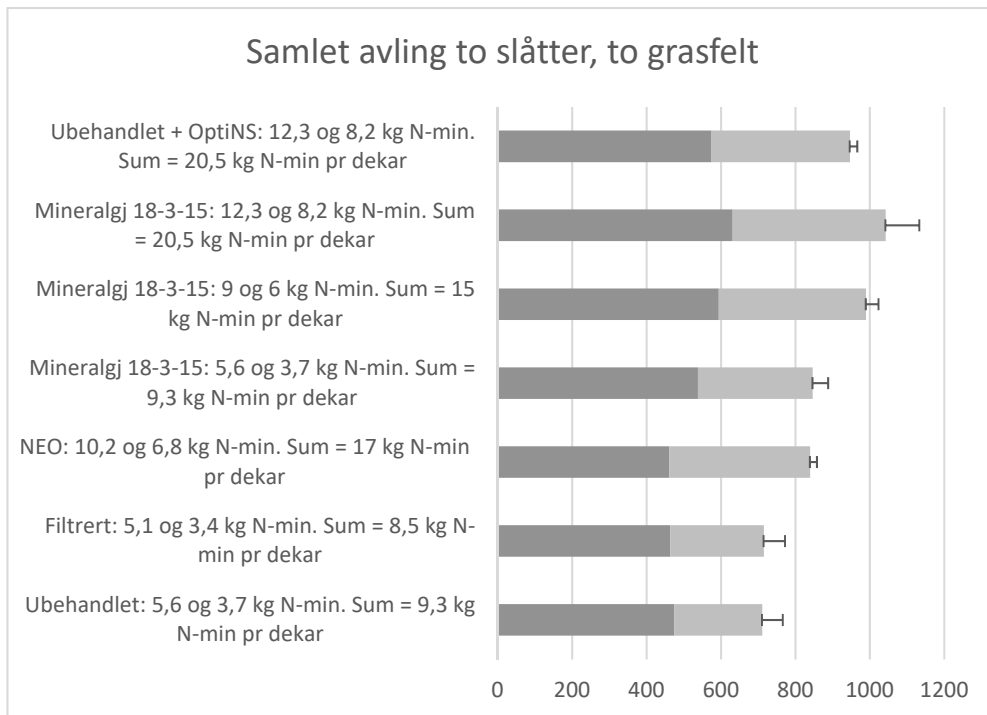
Tabell 9: Samlet resultater fra to felt (NLR Trøndelag og NLR Østafjells).

Samlet to felt 2020	Avling (kg TS/daa)			N (% av TS)		N avling (kg N/daa)		
	1. slått	2. slått	1+2 slått	1. slått	2. slått	1. slått	2. slått	1+2 slått
1. Ubehandlet: 5,6 og 3,7 kg N-min. Sum = 9,3 kg N-min pr dekar	475	236	711	1,39	1,89	6,83	4,45	11,64
2. Filtrert: 5,1 og 3,4 kg N-min. Sum = 8,5 kg N-min pr dekar	464	252	715	1,36	1,72	1,36	4,25	11,21
3. NEO: 10,2 og 6,8 kg N-min. Sum = 17 kg N-min pr dekar	461	379	840	1,80	1,85	1,80	6,99	15,57
4. Mineralgj 18-3-15: 5,6 og 3,7 kg N-min. Sum = 9,3 kg N-min pr dekar	538	309	847	1,44	1,71	1,44	5,35	13,40
5. Mineralgj 18-3-15: 9 og 6 kg N-min. Sum = 15 kg N-min pr dekar	594	396	990	1,58	1,76	1,58	6,94	16,39
6. Mineralgj 18-3-15: 12,3 og 8,2 kg N-min. Sum = 20,5 kg N-min pr dekar	631	411	1043	1,74	1,88	1,74	7,73	19,51
7. Ubehandlet + OptiNS: 12,3 og 8,2 kg N-min. Sum = 20,5 kg N-min pr dekar	575	372	947	1,62	1,68	1,62	6,26	15,82
<i>P-verdi</i>	<i>P<0.001</i>	<i>P<0.001</i>	<i>P<0.001</i>	<i>P<0.05</i>	<i>Ikke signifikant</i>	<i>P<0.001</i>	<i>P<0.001</i>	<i>P<0.001</i>
<i>LSD 5%</i>	51	65	87	0.38		2.17	1,56	2.81

Nitrogenavling

NEO (ledd 3) har signifikant større nitrogenavling enn ledd 1 og 2. NEO (ledd 3) hadde høyere nitrogenavling enn laveste mengde mineralgjødning (ledd 4), men forskjellen er ikke signifikant. NEO (ledd 3) har omtrent samme nitrogenavling som ubehandlet bløtting supplert med mineralgjødning (ledd 7). Ledd 5 med 15 kg N-min i mineralgjødning hadde høyere avling enn NEO med 17 kg N-min (ledd 3), men denne forskjellen er ikke signifikant. Ledd 6 med høyeste mengde mineralgjødning har signifikant større nitrogenavling enn NEO (ledd 3). Ledd 7 med totalt 20,5 kg N-min i ubehandlet bløtting pluss Opti NS hadde litt større nitrogenavling enn NEO med 17 kg N-min, men den forskjellen er ikke signifikant.

Figur 14: Sammenstilling av grovfôravling (kg TS/daa) for de to grasfelt i 2020 (NLR Trøndelag og NLR Østafjells). Merk at leddene er i motsatt rekkefølge enn i tabellene.



Drøfting og oppsummering for grasfeltene 2020

Vi har to gode forsøksfelter å drøfte ut ifra, og resultatene herfra for sesongen 2020 gir oss grunnlag for å oppsummere med følgende:

- Filtrering av bløtgjødsel gir neppe noen økt tørrstoffavling i eng sett i forhold til ubehandlet bløtgjødsel.
- 3,0 tonn NEO vårgjødsling pluss 2 tonn NEO gjødslet etter førsteslått (til sammen 17 kg N-min pr dekar) gir større avling enn både 3,3 pluss 2,2 tonn ubehandlet bløtgjødsel (til sammen 9,3 kg N-min pr dekar), og 3,0 pluss 2,2 tonn filtrert bløtgjødsel (til sammen 8,5 kg N-min pr dekar).
- Både 15 kg N-min pr dekar i mineralgjødsel og 20,5 kg N-min pr dekar i mineralgjødsel gir større tørrstoffavling i eng enn 17 kg N-min i NEO.
- Kombinasjonen av ubehandlet bløtgjødsel og mineralgjødsel (til sammen 20,5 kg N-min pr dekar) gir større avling enn NEO med 17 kg N-min pr dekar.
- I feltet hos NLR Trøndelag var det de to leddene med laveste mengde lettløselig nitrogen i husdyrgjødsel som ga de høyeste nitrogenprosentene i avlingene. Dette måtte skyldtes kløver i enga som økte betraktelig fra første- til andreslått for disse to leddene.

5. Sammenligning med Svovelsyrebehandlet gjødsel i eng (S-feltet)

5.1 Utforming av S-feltet

En vesentlig effekt av N2-Applied sin teknologi er at deres gjødselprodukt har meget lav pH. Lav pH er vel kjent som et effektivt tiltak for å redusere tap av nitrogen i form av ammoniakk fra bløtgjødsel som spres uten rask nedmolding. Tilsetning av svovelsyre til bløtgjødsel er en anerkjent metode, og det er enkelt å oppnå den samme Ph-senkingen i bløtgjødsel med svovelsyre som det N2-Applied sin teknologi gjør. Vi mente derfor at det var nødvendig å kjøre et forsøk i dette første året i prosjektet for å avklare effekten av pH-senking med svovelsyre i forhold til NEO.

Vi planla Svovelsyrefeltet med mye av den samme forsøksdesign som kornforsøkene og enfeltene, med fire blokker og åtte gjødselledd.

Logikken for Svovelsyreforsøket:

Når vi skulle teste NEO-gjødsel fra N2-Applied tenkte vi også for engforsøkene at det viktigste er å sammenligne NEO med de andre alternativene som gårdbruker har til rådighet.

Forsøksleddene ble da:

1. 3 tonn/daa NEO-gjødsel vår + 2 tonn/daa NEO-gjødsel etter førsteslått
2. 3,3 tonn Svovelsyrebehandlet gjødsel/daa vår + 2,2 tonn Svovelsyrebehandlet gjødsel/daa etter førsteslått
3. 3,3 tonn Ubehandlet gjødsel/daa vår + 2,2 tonn ubehandlet/daa gjødsel etter førsteslått
4. 3 tonn filtrert ubehandlet gjødsel/daa vår + 2 tonn filtrert ubehandlet gjødsel/daa etter førsteslått)
5. 12,3 kg N-min pr dekar i mineralgjødsel 18-3-15 vår, pluss 8,2 kg N-min/daa i mineralgjødsel 18-3-15 etter førsteslåtten. (Dette var da tenkt å være samme mengde N-min som i NEO vår (12,3 kg N/daa) og etter førsteslått (8,2 kg N/daa).
6. 9 kg N-min pr dekar i mineralgjødsel 18-3-15 vår, pluss 6 kg N-min/daa i mineralgjødsel 18-3-15 etter førsteslåtten.



Bilde 7. Svovelsyrefeltet hos NLR Innlandet på Blæstad klargjort for høsting av førsteslått. Foto Thomas Cottis

5.2 Beliggenhet og annen info om S-feltet

Beliggenhet: Blæstad ved Hamar.

Arealet som ble valgt var egnet, men enga på arealet var eldre enn ønskelig. Det var derfor et litt ujevnt bestand og en del kveke.

Jordtype: Lettleire med høyt moldinnhold, Leirklasse 3, pH 7,0, Mold 12,2 % ts, P-al 8 mg, K-al 6 mg, KHNO₃ 37 mg.

Anlagt dato.

Værobservasjon dagene etter anlegg og gjødsling

Forsøket hadde samme design som korn- og de andre grasforsøkene, med fire blokker, mens det her var seks gjødselledd. Statiske analyser ble også her gjennomført som toveis variansanalyse (ANOVA) uten tilbakelegging og ble gjennomført separat for hver slått og som summen av slåtter. LSD ble beregnet på samme måte som for kornfeltene men med n verdier på 6 istedenfor 8. Også her ble gjennomsnitt og standardavvik ble brukt for å illustrere resultatene med figurer.

5.3 Resultater S-feltet

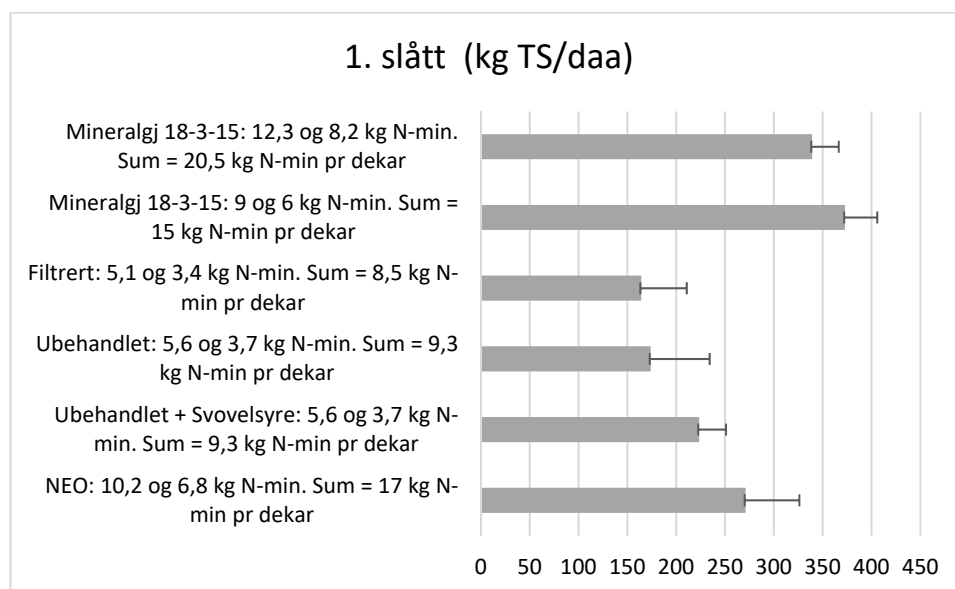
Til tross for et litt for ujevnt bestand og noe kveke ble det noen signifikante resultater, men ikke mange på grunn en høy LSD 5% (Tabell 10).

Det ble ikke tatt nitrogenanalyser av forsøksrutene. Derfor presenteres bare resultater for tørrstoffavlingene.

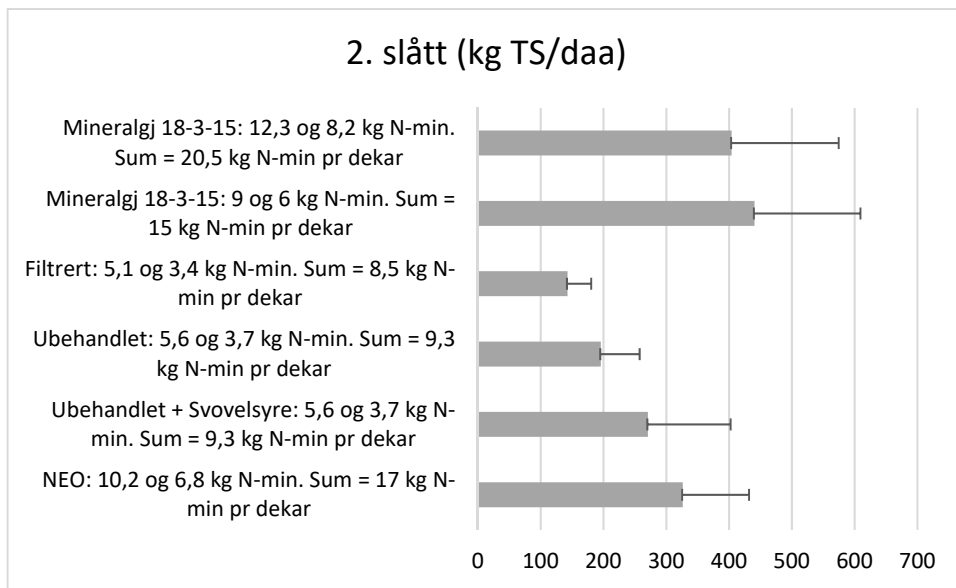
Tabell 10: Tørrstoffavling i kg ts/dekar for første- og andreslått, og samlet for begge slåtter.

Behandling	Første slått (kg TS/daa)	Andre slått (kg TS/daa)	Samlet avling (kg TS/daa)
1. NEO: 10,2 og 6,8 kg N-min. Sum = 17 kg N-min pr dekar	271	326	597
2. Ubehandlet + Svovelsyre: 5,6 og 3,7 kg N-min. Sum = 9,3 kg N-min pr dekar	224	271	494
3. Ubehandlet: 5,6 og 3,7 kg N-min. Sum = 9,3 kg N-min pr dekar	174	196	370
4. Filtrert: 5,1 og 3,4 kg N-min. Sum = 8,5 kg N-min pr dekar	164	143	307
5. Mineralgj 18-3-15: 9 og 6 kg N-min. Sum = 15 kg N-min pr dekar	373	440	813
6. Mineralgj 18-3-15: 12,3 og 8,2 kg N-min. Sum = 20,5 kg N-min pr dekar	339	404	743
<i>P-verdi</i>	<i>P<0.001</i>	<i>P<0.05</i>	<i>P<0.001</i>
<i>LSD 5%</i>	65	188	197

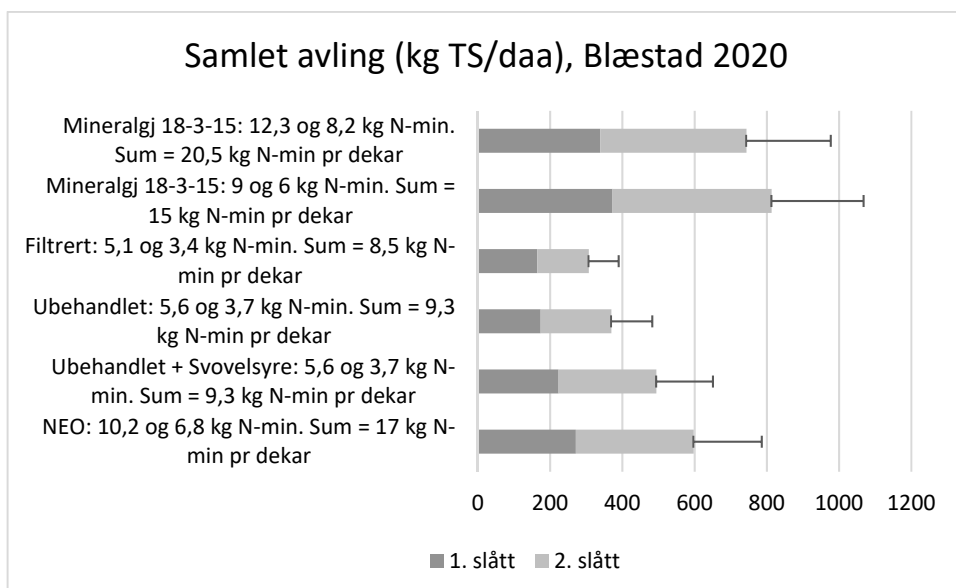
Figur 15. Grovfôravling (kg TS/daa) fra 1. slått, ett felt Blæstad/NLR Innlandet, 2020.



Figur 16: Grovfôravling (kg TS/daa) fra 2. slått, ett felt Blæstad/NLR Innlandet, 2020.



Figur 17. Samlet grovfôravling (kg TS/daa) fra 1. slått + 2 slått, ett felt Blæstad/NLR Innlandet, 2020.



5.4 Drøfting og oppsummering for S-feltet

Dette feltet ble anlagt på et noe ugunstig engareal, og det var kun dette ene feltet. Vi skal derfor være svært forsiktige med å trekke noen klare konklusjoner, men følgende punkter mener vi er nyttig å oppsummere med:

- Vi har ingen forklaring for at 15 kg N-min i mineralgjødning (ledd 5) ga høyere avling enn 20,5 kg N-min i mineralgjødning (ledd 6)
- Filtrert bløtgjødning (ledd 4) ga dårligere avling enn ubehandlet bløtgjødning (ledd 3), men avlingsforskjellen er ikke signifikant.
- Ubehandlet bløtgjødning forsuret med svovelsyre (ledd 2) ga 124 kg tørrstoff mer i avling pr dekar enn ubehandlet bløtgjødning (ledd 3), men avlingsforskjellen er ikke signifikant.
- NEO (ledd 1) ga 103 kg mer tørrstoff pr dekar enn ubehandlet bløtgjødning forsuret med svovelsyre, men avlingsforskjellen er ikke signifikant.
- NEO (ledd 1) ga signifikant større avling enn både filtrert ubehandlet bløtgjødning (ledd 4) og ubehandlet bløtgjødning (ledd 3).
- 15 kg N-min i mineralgjødning (ledd 5) ga signifikant større avling enn 17 kg N-min i NEO (Ledd 1)

6. Oppsummering resultater feltforsøkene 2020

Hovedmålet med Arbeidspakke 1 som feltforsøkene inngår i, er å bestemme hvor mye kunstgjødsel som kan erstattes av plasmabehandlet husdyrgjødsel. Det er for tidlig å trekke konklusjoner om dette på bakgrunn av forsøkene i 2020, men forsøkene i 2020 viste følgende hovedtendenser:

I bygg og hvete:

- Filtret bløtgjødsel kan muligens gi litt høyere avling enn ubehandlet bløtgjødsel, i bygg og hvete.
- I bygg og hvete ser det ut til at 3 tonn NEO-gjødsel med 10,2 kg N-min pr dekar, gir høyere kornavling enn 9 kg N-min pr dekar i mineralgjødsel, men lavere avling enn 12,3 kg N-min pr dekar i mineralgjødsel.
- Det å spre en liten mengde lettløselig nitrogen i mineralgjødsel ved såing av bygg eller hvete, og så spre NEO-gjødsel på jordoverflaten på treblad-stadiet, gir trolig litt dårligere avling enn å blande samme mengde lettløselig nitrogen i NEO-gjødsel inn i jorda før såing. Det er ikke registrert sviskader på kornplantene av spredning av NEO på kornplanter i tre-blad stadiet.
- 3 tonn NEO-gjødsel med 10,2 kg N-min gir trolig like god avling som 12,3 kg N-min gitt gjennom kombinasjonen av 3 tonn ubehandlet bløtgjødsel og mineralgjødsel.
- Når det gjelder proteinprosent i kornfeltenet så følger dette det samme mønster som avling og det er høyest proteinprosent og høyest proteinavling ved høyest mengde tilført nitrogen i gjødsel.

I eng:

- Forsuring av bløtgjødsel med svovelsyre kan gi om lag halvparten så stor avlingsøkning i eng som samme mengde NEO-gjødsel.
- I eng kan det se ut til at 17 kg N-min pr dekar i NEO-gjødsel gir høyere tørrstoffavling enn 9,3 kg N-min i mineralgjødsel, men lavere tørrstoffavling enn 15 og 20,5 kg N-min i mineralgjødsel.
- 20,5 kg N-min gitt i en kombinasjon av bløtgjødsel og mineralgjødsel gir trolig høyere tørrstoffavling i eng enn 17 kg N-min i NEO-gjødsel.
- Nitrogenavling for de forskjellige forsøksleddene ser ut til å følge de samme tendensene som tørrstoffavlingene i eng og det er høyest proteinprosent og høyest proteinavling ved høyest mengde tilført nitrogen i gjødsel.

7. Vårt arbeid med vekstromforsøk (WP 2)

I løpet av sommeren startet planleggingen av veksthusforsøk. Det ble klart at av hensyn til arbeidsbelastning ville det være fordel å legge slike forsøk til høst-vinter-vår altså tiden mellom feltforsøks sesong utendørs. Etter en sondering med veksthus i nærområdet til Blæstad og forsøksveksthus ved NMBU kom vi til at det beste ville være å lage et eget vekstom i eksisterende hus på Blæstad. Da vil vi ha full kontroll og enkelt tilgang for å gjøre alle typer arbeid med forsøkene.

Høgskolen investerte i isolasjon, ny kledning og nødvendig elektriske installasjoner slik at vi fikk et rom hvor vi har full kontroll på lys og temperatur. Det ble kjøpt inn 6 stykk spesiallamper (Lumatek Attis LED 300W Fullspektrum). Professor Sissel Torre ved NMBU har vurdert lampene og lysspekteret og mener at de er godt egnet for både raigras og korn.

Fra Prosjektbeskrivelsen for Fargo-prosjektet har vi disse delmålene som pottforsøkene skal fylle:

Delmål 2: Bestemme og maksimere gjødselproduktets ytelse (gitt av avlingsstørrelse og nitrogeninnhold) i veksthusforsøk under kontrollerte forhold. Dette for å kunne maksimere mengden kunstgjødsel som erstattes av plasmabehandlet husdyrgjødsel.

Delmål 3: Dokumentere effekten gjødselen har på jordstruktur og jordliv gjennom analyser og målinger av jordhelse, organisk aktivitet og nøkkelarter i jord

I oktober testet vi såing i potter fylt med vanlig jord gjødslet med forskjellige NEO, Ubehandlet bløtgjødsel og ingen gjødsling. Denne fortesten fungerte utmerket og viste at ugras ikke er et problem selv om jorda er naturlig.

På bakgrunn av materiale og metode i (Ahuja og Løes 2014) og samtale med forsker i Nibio Hugh Riley utviklet vi en prosedyre for vekstromforsøkene i prosjektet. For å være sikker på metode og opplegg laget vi et testforsøk den 8. desember 2020.

Testforsøket ble gjennomført på følgende måte:

1. Uttak jord

Jorda ble hentet den 22/10 fra jordet ca 50 meter øst for Fargo byggfelt på Blæstad. Et mindre areal ble pløyd. Jord tatt ut med traktor og skuffe. Skuffa ble presset ned på 20 cm dybde i den pløyde jorda og så fylt full med å kjøre traktoren framover med skuffa i samme dyp. Det ble totalt tatt ut i overkant av 1200 liter jord og denne ble lastet opp på tilhenger. Det ble tatt ut mest mulig sten under grave og lastearbeidet. Hengeren med jord ble parkert i frostfritt rom. Noen dager senere ble jorda så blandet ved å spa om med spade. I denne prosessen ble mest mulig sten større enn 2 cm tatt ut. Og alle synlige røtter av rotugras ble fjernet.

2. Jordprøver av forsøksjorda

27. oktober tok vi ut to stk representative jordprøver fra jorda i tilhenger. Prøvene ble sendt til Eurofins for analyse av Pakke 2 og Mineralsk nitrogen. Prøven for mineralsk nitrogen ble lagt i fryser 24 timer før sending.

Jordprøverresultatene var slik: Jordart lattleire, leirklasse 3, moldklasse 3, pH 7,4, Pal 11, Kal 5, Mgal 9, KHNO₃ 46, 0,06 mg ammonium og 0,86 mg nitrat pr 100 gram tørr jord.

3. Uttak av jord til testforsøket.

Vi tok ut den mengde jord som trengs til hvert testforsøket ifra lageret/tilhengeren. Vi soldet ut sten over 1,2*1,2 cm, og fjernet også det vi så av rotugras-røtter.

4. Fylling av pottene med jord og gjødsel og såing

- Testforsøket ble laget 8. desember 2020.
- Et ark fuktet tørkepapir ble lagt i bunnen av hver potte for å tette de fire hullene på 1*1 cm langs nedre kant i pottene for å hindre at jord raser ut.
- 6 dl jord ga de første 5 cm jord i hver potte.
- Hver potte ble dunket 5 ganger i bordet etter hver fylling med jord eller jord+gjødselblanding.
- 8 dl jord ga de neste 5 cm. I de pottene som skulle gjødsles ble gjødselen blandet inn i disse 8 dl jord i en egen boks før vil helte jorda med gjødsel i potte.
- 9 dl jord ga de neste 5 cm jord.
- Sådde raigras på 2 rader. Med 1000-kornvekt på 3 gram ble det 22 frø pr potte med ønsket normal såmengde på 4 kg raigrasfrø pr dekar. Vi sådde 28 frø pr potte, som så skulle tynnes til 22 planter pr potte. Dvs 14 frø pr rad som tynnes til 11.
- 2 dl jord ga 1 cm jord over frøene.
- Alle pottene ble vannet med 1 dl vann. Dette ga fin spireråme ned til ca 6 cm.

5. Mengde gjødsel

Mengde gjødsel pr potte var beregnet etter forsøksleddets mengde i tonn pr dekar omregnet til areal jordoverflate pr potte. Overflaten pr potte = 0,0169 kvadratmeter (13*13 cm).

6 Forsøksledd i testforsøket

1. 8,2 kg N pr dekar i 18-3-15 0,78 gram pr potte
2. 16,4 kg N pr dekar i 18-3-15 1,54 gram pr potte
3. 2 tonn NEO pr dekar 0,034 liter pr potte = 34 milliliter 34 gram pr potte
4. 4 tonn NEO pr dekar 0,068 liter pr potte = 68 milliliter 68 gram pr potte
5. 2 tonn ubehandlet bløtgjødsel pr dekar 0,034 liter pr potte = 34 milliliter 34 gram pr potte
6. 4 tonn ubehandlet bløtgjødsel pr dekar 0,068 liter pr potte = 68 milliliter 68 gram pr potte
7. 6 tonn NEO pr dekar 0,068 liter pr potte = 102 milliliter 102 gram pr potte

I tillegg ble det laget to potter uten gjødsling, men som også ble sådd. Disse ble merket «Vann» og skal brukes til å teste fuktighet og eventuelt justere vanning.

7. Spiring

De nysådde pottene ble satt i mørkt rom ved 16 graders temperatur. Pottene ble satt samlet i vekstrommet. Dette passet under et vekstlys som dekker ca en kvadratmeter. Det var 30 potter i

testforsøket. 7 dager etter oppspiring telte vi over antall planter pr potte og så da at det var noen potters med færre enn 22 planter. To potters hadde 18 planter og tre potters hadde 19 planter. Den beste forklaringen på dette kan være at frøene vi brukte var fra 2019. Det kunne altså ha svakere spireevne enn vi hadde forutsatt. Vi endte derfor med å tynne alle pottene som hadde mer enn 20 planter, ned til 20 planter i stedet for 22 som egentlig var planlagt.

Nord

10	9	8	7	6	5
11	10	9	4	3	4
12	11	8	5	2	3
1	12	7	6	1	2
2	3	4	5	6	1

8. Lys

Når frøene spirte opp etter 3 dager satte vi på vekstlyset. Lyset går på automatisk kl 05.00 og slukkes kl 21.00. Dvs 16 timer fullt lys og 8 timer mørke. Temperatur i rommet 16 grader. Lyset ble hengt opp 39 cm over pottene i starten og ble løftet ca en gang i uken slik at avstand fra lyskilde til bladverk topp var ca 35 cm. Lystypen som brukes er Lumatec Attis 300 W led. Disse lampene gir komplett lys-spekter Professor Sissel Torre har vurdert lampene for oss og mener at de er godt egnet for både raigras og korn. Hun anbefalte 35 cm avstand fra lampene til øverste bladverk.

9. Flytting av pottene for å sikre lik lysmengde, lik konkurranse og lik temperatur.

Den 17. desember målte vi lys og temperatur 2 cm over jordoverflatene i pottene. For temperaturen over de midtre 9 pottene var den ca 2 grader over temperaturen over pottene i ytterste rad. Temperaturen over pottene i ytre rad var en snau grad over temperaturen ellers i vekstområdet.

Lysmåling ble gjort med et Lux-meter og tallene presenteres nedenfor i kLux avrundet til nærmeste heltall:

Nord

26	35	45	45	33	26
32	48	54	60	51	34
34	51	48	62	53	34
30	43	48	56	48	28
24	31	41	43	33	25

Som vi ser så er det tydelig lavere lysmengder i pottene i kantrekkene. Og hjørnepotten hadde klart minst lys. Oppsettet med 30 potters under en lampe krevde da rullering/flytting av alle potters hver andre eller hver tredje dag.

10. Vanning

Det vannes med lik vannmengde til hver potte. Vi erfarte at vanning med 3-4 dl pr uke var passe. I de to pottene som ikke var gjødslet, men tilegnet testing av vanning satte vi ned to enkle fuktighetsmålere. Disse var til nytte når vi vurderte vanningsbehovet.

11. Luking av ugras

Det var generelt lite ugras som spirte i pottene. Det lille som var; 1-3 frøplanter pr potte luket vi vekk etter hvert som de kom til syne.

12. Høsting

Den 6. januar høstet vi alle pottene første gang. Plantene i de kraftigst gjødslede pottene hadde da begynt å legge seg litt utover. Høyden var cirka 45 cm på de høyeste. Vi klypte alle plantene 2 cm over jrdoverflaten. Avling fra en og en potte ble lagt i tørkepose og veid umiddelbart for netto råvekt.

Tørkeposene ble så lagt i tørkeskap med 60 grader C i et døgn.



Bilde 8. Her har vi satt pottene i testforsøket leddvis etter hverandre. Til venstre ser vi de to ugjødslede pottene. Deretter fra venstre kommer ledd 1 og så videre bortover til ledd 7 lengst til høyre.

Som vi ser av bildet (Bilde 8) var det minimal avling i de to pottene som ikke hadde fått gjødsel. De andre sto fint, men svakest vekst ser ut til å være i ledd 5 og 6 som er de to leddene med ubehandlet bløtgjødsel. Bilde 9 viser tilvekst etter høsting.



Bilde 9. Her er pottene i testforsøket avbildet 5 dager etter høsting. Ny tilvekst er allerede på ca 10 cm. I pottene til venstre ser vi de to enkle fuktighetsmålerne.

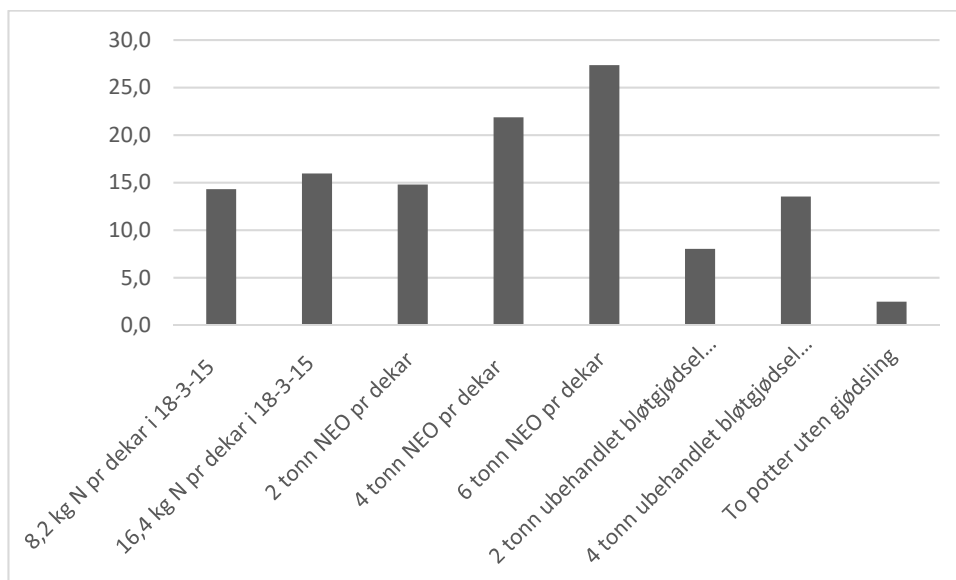
13. Resultat testforsøket:

Avlingene er gjengitt i Tabell 11 og Figur 18.

Tabell 11: Alle tall for avling pr potte i gram råvekt, og gjennomsnitt for hvert ledd, veid umiddelbart etter høsting.

	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Gjennomsnitt pr ledd
8,2 kg N pr dekar i 18-3-15	15,1	14,1	13,7	14,3	14,3
16,4 kg N pr dekar i 18-3-15	16,8	18,5	14,3	14,3	16,0
2 tonn NEO pr dekar	15,7	14,3	15,1	14,1	14,8
4 tonn NEO pr dekar	21,8	24,3	22,2	19,1	21,9
6 tonn NEO pr dekar	28,7	27,6	26,3	26,7	27,4
2 tonn ubehandlet bløt gjødsel pr dekar	7,8	8,1	8,2	8,1	8,0
4 tonn ubehandlet bløt gjødsel pr dekar	13,8	13,4	13,5	13,5	13,5
To potter uten gjødsling	2,1	2,8			2,5

Figur 18: Avlig pr potte gjennomsnitt pr ledd i gram råvekt.



14. Vurdering av testforsøket

Dette testforsøket var ikke laget og gjennomført først og fremst for å teste og utvikle metodikk og prosedyre for vekstforsøkene, ikke for å finne resultater for gjødseleffekt. Vi ser at avling for gjentakene innen samme ledd er ganske så like. Resultatene er gode nok til å finne statistiske forskjeller.

Gjennom testforsøket har vi erfart at det var uheldig med et 5*6 potters oppsett, og et usystematisk opplegg for rullering. Det vil være enklere å rullere systematisk med 4 rekker. Det kan også fungere med 6 rekker. Alle pottes i alle rekkene kan få like mange dager i midten som ytterst hvis vi kjører med 4 rekker, eventuelt like mange dager i midten, ytterst og mellom midt og ytterst hvis vi kjører med 6 rekker. Ved å henge opp de firkantede lampene på rekke med 4 cm avstand vil det være bortimot helt like temperatur og lysforhold for alle pottes med 4 rekker, men svakere lys og lavere temperatur for ytterste rekke med 6 rekker.

Variasjonene mellom gjentak innen samme ledd kan også skyldes den litt svake oppspiringen som førte til at vi hadde noen pottes med færre planter enn 20.

På bakgrunn av dette testforsøket mener vi at opplegg og utstyr fungerer godt, men at vi skal bruke et oppsett av pottene som gir enkel rullering slik at alle pottene garentert får samme mengde lys og temperatur i løpet av 6 dager. Det betyr at vi må flytte pottes og vanne hver tredje dag og dermed få helgejobb innimellom. Og vi skal kjøpe nytt såfrø.

8. Vårt arbeid med effekt på jordliv (WP 3)

I mars 2020 fikk Institutt for jordbruksfag muligheten til å søke intern finansiering i Høgskolen i Innlandet for en stipendiatstilling koblet opp mot Arbeidspakke 3 i Fargo: Jord- og plantehelse, effekter av plasmabehandlet husdyrgjødsel. Søknad ble sendt og i september startet doktorgradstipendiat Hesam Mousavi.

Gjennom sommeren ble det gjort forberedende research om metodikk for testing av effekter på jord og jordliv av NEO i forhold til ubehandlet husdyrgjødsel og mineralgjødsel. Hesam Mousavi gikk videre med dette i planleggingen av sitt doktorgradsarbeid. I oktober tok vi ut jordprøver fra alle forsøksrutene i kornfeltene hos NLR Innlandet og fra alle forsøksrutene i grasfeltene hos NLR Østafjells og NLR Trøndelag. Disse feltene skal ligge på samme sted i prosjektets tre år og vil derfor vise de mest representative og langvarige effektene på jord- og jordliv av NEO og de andre gjødseltypene. Jordprøvene som ble tatt ut fra feltene vil Hesam analysere hos NMBU for respirasjon and andre analyser.

I januar 2020 starter vi med ordinære forsøk i vekststrømmet på Blæstad. Vi kommer til å måle effekter på jord- og jordliv i disse forsøkene. Sommeren 2020 vil bli den vekstsesongen med størst aktivitet for Arbeidspakke 3.

Litteraturliste:

Ahuja I., og Løes AK, (2019): Effect of fish bones and algae fibre as fertilisers for ryegrass. NORSØK rapport årgang 4, nummer 7.

Vedlegg

Vedlegg 1. Feltplan for kornforsøkene.

Bortsett fra randomiseringen av leddene er de fire kornfeltene like. Her er feltplanen for hvetefeltet hos NLR Innlandet:

N2-Applied felt Bygg hos NLR Innlandet

		24 m							
		3 m							
40 m	Rep 1 10 m	Rute 101 Ledd 3	Rute 102 Ledd 2	Rute 103 Ledd 6	Rute 104 Ledd 8	Rute 105 Ledd 5	Rute 106 Ledd 1	Rute 107 Ledd 7	Rute 108 Ledd 4
	Rep 2 10 m	Rute 201 Ledd 1	Rute 202 Ledd 8	Rute 203 Ledd 5	Rute 204 Ledd 2	Rute 205 Ledd 4	Rute 206 Ledd 3	Rute 207 Ledd 7	Rute 208 Ledd 6
	Rep 3 10 m	Rute 301 Ledd 6	Rute 302 Ledd 5	Rute 303 Ledd 1	Rute 304 Ledd 7	Rute 305 Ledd 8	Rute 306 Ledd 2	Rute 307 Ledd 3	Rute 308 Ledd 4
	Rep 4 10 m	Rute 401 Ledd 6	Rute 402 Ledd 1	Rute 403 Ledd 7	Rute 404 Ledd 2	Rute 405 Ledd 5	Rute 406 Ledd 3	Rute 407 Ledd 8	Rute 408 Ledd 4

NB: Feltet må kartfestes med koordinater eller på annen måte, slik at det finnes lett igjen etter høsting og jordarbeiding før neste feltsesong.

Gjødselruter: 3*10 meter. (Størrelsen er nødvendig med tanke på jordarbeiding i flerårige felt.)

Høsteruter: 1,5*8 meter.

4 gjentak

Feltstørrelse: Hvert gjentak er på 10*24 meter. Total areal 40*24 meter = 960 m²

Art: Bygg

Ledd:

9. **99 liter ubehandlet bløtgjødsel pr gjødselrute.** (3,3 tonn pr dekar Ubehandlet)
10. **90 liter Ubehandlet filtrert bløtgjødsel pr gjødselrute.** (3 tonn pr dekar Ubehandlet filtrert)
11. **90 liter NEO pr gjødselrute.** (3 tonn pr dekar NEO)
12. **200 gram 18-3-15 pr gjødselrute før såing, og 81 liter NEO pr gjødselrute spredd på 3-blad stadiet av kornet.** (1,2 kg N i 18-3-15 spredd ved såing, og 2,7 tonn pr dekar NEO spredd på 3-blad stadiet av kornet)
13. **850 gram 18-3-15 pr gjødselrute.** (Kunstgjødsel 18-3-15 samme mengde N-min som i ubehandlet (5,1 kg N/daa)
14. **1500 gram 18-3-15 pr gjødselrute.** (Kunstgjødsel 18-3-15 (9 kg N/daa)
15. **2050 gram 18-3-15 pr gjødselrute.** (Kunstgjødsel 18-3-15 samme mengde N-min som i NEO (12,3 kg N/daa)
16. **99 liter ubehandlet bløtgjødsel pr gjødselrute + 740 gram Opti-NS pr gjødselrute.** (3,3 tonn ubehandlet + 6,7 kg N/daa i Opti NS slik at mengde N er lik N-min i 3 tonn NEO-gjødsel)

Alle gjødselvatene røres opp skikkelig slik at alt bunnfall er oppløst og gjødsel er homogen før tapping/spredning

Spredemetode for all husdyrgjødsel: Stripespredning med kanner. Rask nedmolding med traktor og såbedsharv gjentak for gjentak, straks alle rutene er gjødslet

Såing med vanlig såmaskin på tvers av rutene, når hele feltet er ferdig gjødslet og harvet.

Husdyrgjødselen og Kunstgjødsel 18-3-15 og Opti-NS veies opp av NLR.

Før gjødslingen starter tas det ut 1 stk jordprøve som er representativt for feltarealet. Denne sendes til Eurofins Agro. Det rekvireres Pakke 2. Skriv inn Thomas.Cottis@inn.no i feltet for kopimottaker.

Dere betaler denne og legger inn kostnadene i samlefaktura til prosjektet.

Såing med vanlig såmaskin.

Registreringer:

- Værobservasjoner de dagene feltet gjødsles.
- Plantevekst gjennom sesongen beskrives med bilder og tekst
- Avling og kvalitet. (Nærmere beskrivelser kommer)
- Det tas en pH-måling av alle de tre typene husdyrgjødsel rett før hver spredning. PH-tallene sendes til Thomas

Vedlegg 2. Feltplan for grasfeltene

Bortsett fra randomisering av leddene er de to grasfeltene like. Her er feltplanen for NLR Trøndelag:

N2-Applied felt Eng hos NLR Trøndelag 2020

		17,5 m						
	2,5 m							
32 m	Rep 1 8 m	Rute 101 Ledd 3	Rute 102 Ledd 1	Rute 103 Ledd 4	Rute 104 Ledd 2	Rute 105 Ledd 5	Rute 106 Ledd 6	Rute 107 Ledd 7
	Rep 2 8 m	Rute 201 Ledd 2	Rute 202 ledd 7	Rute 203 Ledd 6	Rute 204 Ledd 1	Rute 205 Ledd 4	Rute 206 Ledd 3	Rute 207 Ledd 5
	Rep 3 8 m	Rute 301 Ledd 6	Rute 302 Ledd 5	Rute 303 Ledd 4	Rute 304 Ledd 7	Rute 305 Ledd 1	Rute 306 Ledd 2	Tute 307 Ledd 3
	Rep 4 8 m	Rute 401 Ledd 7	Rute 402 Ledd 5	Rute 403 Ledd 2	Rute 404 Ledd 3	Rute 405 Ledd 4	Rute 406 Ledd 1	Rute 407 Ledd 6

NB 1: Feltet må kartfestes med koordinater eller merkes på annen måte, slik at det finnes lett igjen neste feltsesong.

NB 2: Ved gjødsling av arealet rundt forsøksfeltet må det gjøres tiltak slik at feltet ikke tilføres gjødsel.

Anleggsruter: 8*2,5 meter

Høsteruter: 6,5*1,5 meter

Feltet anlegges helst i første års eng med allsidig engblanding inkludert rødkløver.

4 gjentak

Feltstørrelse: Hvert gjentak er på 8*17,5 meter. Total areal 32*17,5 meter = 560 m²
2 eller tre høstinger etter hva som er normalt for området. (ingen gjødsling etter andreslått selv om planlagt 3 slåtter)

Ledd:

1. **66 liter Ubehandlet bløtgjødsel vår + 44 liter Ubehandlet bløtgjødsel etter førsteslått.**
(3,3 tonn pr dekar Ubehandlet vår + 2,2 tonn ubehandlet etter førsteslått)
2. **60 liter Ubehandlet filtrert vår + 40 liter Ubehandlet filtrert etter førsteslått.**
(3 tonn pr dekar Ubehandlet filtrert vår + 2 tonn ubehandlet filtrert etter førsteslått)
3. **60 liter NEO vår + 40 liter NEO etter førsteslått.**
(3 tonn pr dekar NEO vår + 2 tonn NEO etter førsteslått)
4. **620 gram 18-3-15 vår + 410 kg 18-3-15 etter førsteslått.**
(Kunstgjødsel 18-3-15 samme mengde N-min som i ubehandlet vår (5,6 kg N pr daa) og etter førsteslått (3,7 kg N pr daa))
5. **1000 gram 18-3-15 vår + 670 gram 18-3-15 etter førsteslått.**
(Kunstgjødsel 18-3-15 vår (9 kg N pr daa), og etter førsteslått: (6 kg N pr daa))
6. **1370 gram 18-3-15 vår + 910 gram 18-3-15 etter førsteslått.**
(Kunstgjødsel 18-3-15 samme mengde N-min som i NEO vår (12,3 kg N pr daa) og etter førsteslått (8,2 kg N pr daa))
7. **3,3 tonn Ubehandlet bløtgjødsel og 500 gram Opti-NS vår + 2,2 tonn Ubehandlet bløtgjødsel og 330 gram Opti-NS etter førsteslått.**
(3,3 tonn ubehandlet pluss 6,7 kg N pr daa i Opti-NS slik at mengde N er lik N-min i 3 tonn NEO-gjødsel vår, + 2,2 tonn ubehandlet pluss 4,5 kg N pr daa i Opti-NS slik at mengde N er lik N-min i 2 tonn NEO-gjødsel, etter førsteslått.)

Alle gjødselvatene røres opp skikkelig slik at alt bunnfall er oppløst og gjødsel er homogen før tapping/spredning

Spredemetode for all husdyrgjødsel: Stripespredning med kanner.

Husdyrgjødselen og Kunstgjødsel 18-3-15 og Opti-NS veies opp av NLR.

Før gjødslingen starter tas det ut 1 stk jordprøve som er representativt for feltarealet. Denne sendes til Eurofins Agro. Det rekvireres Pakke 2. Skriv inn Thomas.Cottis@inn.no i feltet for kopimottaker. Dere betaler denne og legger inn kostnadene i samlefaktura til prosjektet.

Registreringer:

- Værobservasjoner for 2 dager før, den dagen feltet gjødsles, og 3 dager etter gjødsling. (Temperatur, nedbør, vind og sol/sky-forhold)
- Subjektiv vurdering dekning vår, før gjødsling (gras, kløver, ugras, jord) Legges inn i XL-ark: Registrering Eng N2Applied 2020.
- Subjektiv vurdering før/ved høsting vår og gjenvekst; andel kløver, gras, ugras av ruter TS-avling i alle ruter. Legges inn i XL-ark: Registrering Eng N2Applied 2020.
- Planteveksten beskrives med bilder og tekst.
- Avling og kvalitet. (Nærmere beskrivelse kommer)
- Det tas en pH-måling av alle de tre typene husdyrgjødsel rett før hver spredning. PH-tallene sendes til Thomas.

Vedlegg 3. Feltplan for svovelsyrefeltet

Slikt felt var bare hos NLR Innlandet og feltplanen er slik:

N2-Applied felt Eng Svovelsyre hos NLR Innlandet 2020

		15 m				
	2,5 m					
Rep 1 8 m	Rute 101 Ledd 3	Rute 102 Ledd 1	Rute 103 Ledd 4	Rute 104 Ledd 2	Rute 105 Ledd 5	Rute 106 Ledd 6
Rep 2 8 m	Rute 201 Ledd 2	Rute 202 Ledd 5	Rute 203 Ledd 6	Rute 204 Ledd 1	Rute 205 Ledd 4	Rute 206 Ledd 3
32 m						
Rep 3 8 m	Rute 301 Ledd 6	Rute 302 Ledd 5	Rute 303 Ledd 4	Rute 304 Ledd 3	Rute 305 Ledd 1	Rute 306 Ledd 2
Rep 4 8 m	Rute 401 Ledd 6	Rute 402 Ledd 5	Rute 403 Ledd 2	Rute 404 Ledd 3	Rute 405 Ledd 4	Rute 406 Ledd 1

NB 2: Ved gjødsling av arealet rundt forsøksfeltet må det gjøres tiltak slik at feltet ikke tilføres gjødsel.

Anleggsruter: 8*2,5 meter

Høsteruter: 6,5*1,5 meter

4 gjentak

Feltstørrelse: Hvert gjentak er på 8*15 meter. Total areal 32*15 meter = 480 m²

2 eller tre høstinger etter hva som er normalt for området. (ingen gjødsling etter andreslått selv om planlagt 3 slåtter)

Ledd:

15. 60 liter NEO vår + 40 liter NEO etter førsteslått

(3 tonn/daa NEO-gjødsel vår + 2 tonn/daa NEO-gjødsel etter førsteslått)

16. 66 liter Svovelsyre-gjødsel vår + 44 liter Svovelsyre-gjødsel etter førsteslått

(3,3 tonn Svovelsyre-gjødsel/daa vår + 2,2 tonn Svovelsyre-gjødsel/daa etter førsteslått)

17. 66 liter Ubehandlet gjødsel vår +44 liter Ubehandlet gjødsel etter førsteslått

(3,3 tonn Ubehandlet gjødsel/daa vår +2,2 tonn ubehandlet/daa gjødsel etter førsteslått)

18. 60 liter filtrert ubehandlet gjødsel vår + 40 liter filtrert ubehandlet etter førsteslått

(3 tonn filtrert ubehandlet gjødsel/daa vår + 2 tonn filtrert ubehandlet/daa etter førsteslått)

19. 1370 gram 18-3-15 vår + 910 gram 18-3-15 etter førsteslått

(Kunstgjødsel 18-3-15 samme mengde N-min som i NEO vår (12,3 kg N/daa) og etter førsteslått (8,2 kg N/daa))

20. 1000 gram 18-3-15 vår + 670 gram 18-3-15 etter førsteslått.

(Kunstgjødsel 18-3-15 vår (9 kg N/daa) og etter førsteslått (6 kg N/daa))

NB: Vi skal bruke konsentrert svovelsyre som tilsetning i ledd 2. Dette er en ekstremt sterk og farlig syre. Høyskolen har brukt dette tidligere i forsøk med bløtgjødsel. Thomas Cottis har ansvaret for innblandingen. Når svovelsyren er blandet inn er den forsuredde bløtgjødselen ikke farlig.

Alle gjødsel-fatene røres opp skikkelig slik at alt bunnfall er oppløst og gjødsel er homogen før tapping/spredning

Spredemetode for all husdyrgjødsel: Stripespredning med kanner.

Husdyrgjødselen og Kunstgjødsel 18-3-15 og Opti-NS veies opp av NLR.

Før gjødslingen starter tas det ut 1 stk jordprøve som er representativt for feltarealet. Denne sendes til Eurofins Agro. Det rekvireres Pakke 2. Skriv inn Thomas.Cottis@inn.no i feltet for kopimottaker.

Dere betaler denne og legger inn kostnadene i samlefaktura til prosjektet.

Registreringer:

- Værobservasjoner for 2 dager før, den dagen feltet gjødsles, og 3 dager etter gjødsling. (Temperatur, nedbør, vind og sol/sky-forhold)
- Subjektiv vurdering dekning vår, før gjødsling (gras, kløver, ugras, jord) Legges inn i XL-ark: Registrering Eng N2Applied 2020.
- Subjektiv vurdering før/ved høsting vår og gjenvekst; andel kløver, gras, ugras av ruter TS-avling i alle ruter. Legges inn i XL-ark: Registrering Eng N2Applied 2020.
- Planteveksten beskrives med bilder og tekst.
- Avling og kvalitet. (Nærmere beskrivelse kommer)
- Det tas en pH-måling av alle de tre typene husdyrgjødsel rett før hver spredning. PH-tallene sendes til Thomas.

Høsten 2019 ble prosjektet «Plasmabehandlet husdyrgjødsel – gjødselvirkning, miljøpåvirkning og klimagassutslipp» (Fargo) innvilget finansiering fra Forskningsrådet. Prosjektet er i kategorien Innovasjonsprosjekt i næringslivet. Selskapet N2-Applied er prosjekteier og de går også inn med halvparten av prosjektets finansiering på til sammen 15 millioner kroner over prosjektets tre år: 2020-2022.

Denne rapporten er i hovedsak en oppsummering av feltforsøkene som ble kjørt på fire forskjellige steder i Norge i 2020. Feltforsøkene er med i prosjektets arbeidspakke 1. Høgskolen i Innlandet har ansvaret for Arbeidspakke 1. I tillegg er det også beskrevet hva som er gjort i to av de andre arbeidspakkene som Høgskolen i Innlandet har ansvar for; Bestemme og maksimere gjødselproduktets ytelse i veksthusforsøk under kontrollerte forhold (Arbeidspakke 2), og Dokumentere effekten gjødselen har på jordstruktur og jordliv (Arbeidspakke 3).

Arbeidspakke 2 og 3 er startet med utvikling av metodikk, og det er gjort forberedene forsøk og tatt en god del jordanalyser. Forsøksarbeidet med disse to arbeidspakkene starter for fullt i 2021. Felteforsøkene i Arbeidspakke 1 er et felt i hvete og et i bygg hos NLR Innlandet, et felt i bygg og et i hvete hos NLR Øst, et engfelt hos NLR Østafjells, Et engfelt hos NLR Trøndelag, og et engfelt hos NLR Innlandet.

Hovedmålet med Arbeidspakke 1 som feltforsøkene inngår i, er å bestemme hvor mye kunstgjødsel som kan erstattes av plasmabehandlet husdyrgjødsel. Det er for tidlig å trekke konklusjoner om dette på bakgrunn av forsøkene i 2020, men forsøkene i 2020 viste noen hovedtendenser som vi beskriver i denne rapporten. Resultatene og erfaringene fra feltforsøkene i 2020 er et viktig grunnlag for planleggingen av feltforsøkene i 2021.