

Fakultetet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi

Marit Isabel Løvlie Arnstad

Bacheloroppgave

N2-Applieds nitrogenberiket husdyrgjødsel - Effekt på avlingsstørrelse og kløverprosent i norsk eng

N2-Applied's nitrogen-enriched livestock manure –
Effects on crop yield and clover percentage in a Norwegian meadow

Bachelor i agronomi

2021

Forord

Denne oppgaven markerer min avslutning på mitt treårige agronomistudie ved Høgskolen i Innlandet, avdeling Blæstad. Studiet har gitt meg en allsidig kompetanse på mange fagfelt, noe jeg setter stor pris på ved studiet. Vi har fått være med på feltvandring og undersøkt forskjellige forsøk utført av Graminor, Norsk Landbruksrådgivning og NIBIO. Jeg oppdaget raskt at jeg også ville gjøre et forsøk i min bacheloroppgave. Da jeg fikk høre om prosjektet Fargo hvor de skulle teste en ny type plasmabehandlet husdyrgjødsel, ble jeg interessert og synes det er gøy med noe nytt. Å få være med NLR gjennom et helt forsøk og se hvordan dette utføres var både interessant og lærerikt.

Selv om jeg skriver på et eksisterende prosjekt er det viktig å opplyse om at oppgaven er skrevet uten interessekonflikter. Det vil si at jeg ikke har koblinger eller har mottatt økonomisk støtte fra noen selskaper eller firmaer som angår forskningen. Oppgaven er skrevet som del av prosjektet «Plasmabehandlet husdyrgjødsel – gjødselvirkning, miljøpåvirkning og klimagassutslipp» (Fargo) som er finansiert fra Forskningsrådet og hvor Høgskolen Innlandet har prosjektansvaret.

En stor takk til:

- Svein Solberg, professor ved Høgskolen i Innlandet for god veiledning gjennom arbeidet med denne oppgaven.
- Astrid Johansen i Norsk Landbruksrådgivning Trøndelag for at jeg fikk være med forsøket de hadde satt opp, og for tilsending av data.
- Rebekka Andresen, Mona Fløtten og Kristine Løken Rognerud for god hjelp og støtte under skrivinga

Blæstad, 01. juni 2021

Marit Isabel Løvlie Arnstad

Sammendrag

Nitrogentap fra husdyrgjødsel gjør at man ikke får utnyttet potensialet som ligger i gjødsel, og man blir nødt til å spre mineralgjødsel for å dekke plantas nitrogenbehov. Dette er lite klimavennlig og skaper også flere arbeidsoperasjoner og koster penger for bonden. Det norske selskapet N2-Applied har utviklet en plasmareaktor som skal berike husdyrgjødsel med nitrogen samt redusere nitrogentapet. Prosjektet Fargo har over vekstsesongen 2020 utført en rekke forsøk på effekten av denne NEO-gjødsel. Jeg har vært med NLR Trøndelag for å finne ut hvordan denne NEO-gjødsel påvirker avlingsstørrelse, tørrstoffprosent og kløverprosent i eng, samt sammenhengen mellom kløver og nitrogen i eng. For å teste dette ble det satt opp ett blokkforsøk med syv ulike gjødselbehandlinger innenfor fire blokker. NEO-gjødsel ble testet opp mot ubehandlet husdyrgjødsel, både filtrert og vanlig, og mineralgjødsel i ulike mengder.

Resultatene på avlingsstørrelse (kg TS/daa) var signifikante, og NEO-gjødsel var bedre enn ubehandlet husdyrgjødsel. Leddene med mineralgjødsel gav fortsatt størst avlinger, men det var ikke store forskjeller mellom mineralgjødsel og NEO på andre slått. NEO utmerket seg derimot positivt i forhold til husdyrgjødsel på andre slått. Tørrstoffprosenten i eng gav signifikante resultater på andre, men ikke på første slått. Den viser også her at NEO-gjødsel er bedre enn ubehandlet husdyrgjødsel og har også høyere TS% enn mineralgjødsel på andre slått. Resultatene på kløverprosenten i eng kan ikke benyttes da det ble en feil i statistikken, men målinger av nitrogenprosenten i avlingen viste at det var en sammenheng mellom kløver- og nitrogenprosent. Større kløverandel gav større nitrogenprosent.

Nitrogenberiket husdyrgjødsel (NEO) ser ut til å ha en god effekt på avlingsstørrelse og tørrstoffprosent og er bedre enn ubehandlet husdyrgjødsel, men mineralgjødsel gir fortsatt større avlinger. NEO har også andre positive sider på besparelse av mineralgjødsel og er positivt for klimaet.

Abstract

Because of the losses of nitrogen from livestock manure we can't exploit the full potential that lies in manure, and therefore you have to apply mineral fertilizer to cover the nitrogen needs of the plant. This is not climate friendly and it creates several operations and cost money for the farmer. The Norwegian company N2-Applied have developed a plasma reactor that can enrich livestock manure with nitrogen in addition to reducing the nitrogen losses. The project Fargo have conducted some trials over the season 2020 to examine the effect of this NEO-fertilizer. I have worked with NLR Trøndelag to find out how this NEO-fertilizer will affect crop yields, dry matter (DM) and clover present in the meadow, and also the correlation between clover and nitrogen in the meadow. To test these factors, we put up a block trial with seven different treatments of fertilizers within four blocks. The NEO-fertilizer was tested against untreated livestock manure, both filtrated and natural, and mineral fertilizer in different quantity.

The results on crop yields (kg DM/acres) were significant, and NEO-fertilizer were better than untreated livestock manure. The parts with mineral fertilizer still gave the biggest yield, but there were not that big differences between mineral fertilizer and NEO on the second harvest. In relation to livestock manure the NEO-fertilizer stand out in the second harvest. The dry matter did give a significant answer in the second harvest, but not in the first harvest. Here too the NEO-fertilizer is better than livestock manure, and has a higher DM% than mineral fertilizer in the second harvest. The results from the clover percentage can't be used because of a mistake made in the statistic, but the measurements of nitrogen percentage in the crop showed that there was a correlation between clover- and nitrogen percentage in the meadow. Bigger clover percent gave more nitrogen percent.

Nitrogen enriched livestock manure (NEO) seems to have a good effect on crop yields and dry matter, and it is better than untreated livestock manure, but the mineral fertilizer still gets higher yields. NEO also have a positive impact on the climate and less use of mineral fertilizer.

Innhold

FORORD	3
SAMMENDRAG	4
ABSTRACT	5
1. INNLEDNING	8
2. TEORI	10
2.1 NITROGENKRETSLØPET	10
2.2 NÆRINGSOPPTAK I PLANTER OG JORD	11
2.3 RØDKLØVER I ENG.....	11
2.4 HUSDYRGJØDSEL.....	12
2.5 NITROGENBERIKET HUSDYRGJØDSEL FRA N ₂ -APPLIED.....	12
3. MATERIAL OG METODE	14
3.1 FORSØKSOMRÅDET	14
3.2 GJENNOMFØRING OG DATAINNSAMLING	16
3.2.1 <i>Klargjøring av forsøk</i>	16
3.2.2 <i>Gjødsling og høsting</i>	17
3.3 ANALYSER	20
4. RESULTATER	21
4.1 AVLINGSSTØRRELSE OG TØRRSTOFFPROSENT	21
4.2 KLØVERPROSENT I ENGA.....	22
4.3 KLØVER- OG NITROGENPROSENT I ENGA	23
5. DISKUSJON	24
5.1 AVLINGSSTØRRELSE.....	24
5.2 TØRRSTOFFPROSENT	25
5.3 KLØVER- OG NITROGENPROSENT.....	25
5.4 NEO-GJØDSEL.....	25

5.5	KONKLUSJON	26
	LITTERATURLISTE	27
	VEDLEGG	29

1. Innledning

Nitrogen er et livsnødvendig næringsstoff, men samtidig har det noen negative effekter som forurensing av naturen og global oppvarming. I jordbruket er bøndene avhengige av nok nitrogen (N) til plantene for å få en stor avling og et godt proteinrikt grovfôr. Siden nitrogen oftest er flaskehalsen for at plantene når sitt fulle potensiale vil de fleste bønder spre mineralgjødning for å dekke plantas behov for nitrogen. Husdyrgjødsel gir ikke alltid nok næring til at plantene får ønsket vekst. Ved lagring og spredning av husdyrgjødsel skjer det også nitrogen tap slik at vi ikke får full utnyttelse av husdyrgjødsel. Bruk av mineralgjødning er en ekstra kostnad for bonden, og det er store klimagassutslipp ved produksjon av mineralgjødning. (UNEP og WHRC, 2007, s 5) Selskapet N2-Applied har kanskje en bedre løsning som kan redusere bruken av mineralgjødning. De har utviklet en reaktor som reduserer nitrogen tapet samt øker nitrogenmengden i husdyrgjødsel. Dermed kan bonden bruke sin egen husdyrgjødsel og spare eller kutte bruken av mineralgjødning (N2-Applied, a, U.å.). Men, trenger vi egentlig en ny løsning for husdyrgjødsel?

De fleste har nok hørt om karbonkretsløpet hvor fotosyntesen inngår. Kretsløpet er forstyrret av menneskelig aktivitet siden vi slipper ut mer karbon i form av CO₂ enn det kretsløpet kan håndtere. Dette, sammen med andre årsaker, har ført til global oppvarming. Slik menneskelig endring av kretsløpet har også skjedd i nitrogenkretsløpet. World Wide Fund for Nature (WWF) (2015) sier at det er blitt større endringer i nitrogenkretsløpet enn i karbonkretsløpet som følge av menneskelig aktivitet. Gjennom produksjon av mineralgjødning fikserer mennesker mer stabil nitrogen (N₂) fra atmosfæren enn det all biologisk fiksering gjør sammenlagt. Når vi fikserer nitrogenet til en reaktiv form kan det lett reagere til andre former som kan gi negative effekter for miljøet. Det kan føre til eutrofiering av vann som kan gi døde soner og tap av biologisk mangfold, og klimaendringer med mer bakkenært ozon og mindre ozon i stratosfæren (WWF. 2015, s 2-3). Dette høres jo ikke bra ut, men hva da med husdyrgjødsel? |

Husdyrgjødsel har også sine utfordringer. Den har tap av nitrogen i form av fordampning av ammoniakk (NH₃) og avrenning av nitrat (NO₃) og ammonium (NH₄⁺). Ved breispredning av husdyrgjødsel i ugunstig vær (varmt, vindfullt og lav luftfuktighet) kan man få et tap på 60% av det lett løselige nitrogenet i gjødning, og selv om man sprer i gunstig vær med lav tørrstoffprosent (TS%) og rask nedmolding kan N-tapet komme på ca. 20%. (Tveitnes, 1993, s. 62; Halsnes, Synnes & Røthe, U.å. s. 4). N-tapet til avrenning på grasproduksjon med husdyr

har Norsk landbruksrådgivning Vestlandet (NLR) beregnet til ca. 16% av totalt tilført N. (Halsnes, Synnes & Røthe, U.å. s. 4). For å dekke dette nitrogentapet og samtidig gi plantene nok N, gjødsler de fleste med mineralgjødsel. I 2013 ble det registrert at ca. én tredjedel av N spredt på eng kom fra husdyrgjødsel, mens resten kom fra mineralgjødsel (Statistisk Sentralbyrå, 2014)

Gjennom tidene har det vært flere forsøk på å få en bedre utnyttelse av husdyrgjødsel gjennom å hindre ammoniakktap. Det har vært prøvd ut ulike tilsetninger, slik som enzymer og mikroorganismer i fôr og gjødsel som øker den biologiske nedbrytningen i gjødsel. Så er det prøvd med finmalte mineraler og torv som adsorberer ammoniumioner, og tilsetning av svovelsyre og salpetersyre som forsurer gjødsel. Stoffer som hindrer enzymenes nedbrytning av urinstoff, og saponiner som binder ammonium er også prøv (Cabell og Løes, 2018, s. 8; Østerås, 2018, s. 4)

Det er altså noen utfordringer med nitrogen på avveie, og ingen enkle løsninger for å beholde nitrogenet i husdyrgjødsel. Kanskje det kan være smart å se på andre løsninger som påstår at de har funnet en metode som tar vare på nitrogenet og er klimavennlig. Dette synes jeg var interessant og på bakgrunn av dette ville jeg finne ut om N₂-Applied's reaktor kan være løsningen for fremtidens gjødsling til eng. Jeg har derfor lyst til å finne ut følgende problemstilling:

- Hvilke effekter gir nitrogenberiket husdyrgjødsel i eng og fôr i forhold til ubehandlet husdyrgjødsel og mineralgjødsel?

Forsøksspørsmålene som ble stilt var:

1. Hvordan påvirker bruk av nitrogenberiket husdyrgjødsel avlingsstørrelse og tørrstoffprosent i forhold til ubehandlet husdyrgjødsel og mineralgjødsel?
2. Hvordan kan bruk av nitrogenberiket husdyrgjødsel påvirke kløverprosenten i enga?
3. Er det en sammenheng mellom nitrogenprosenten og kløverprosenten i enga?

2. Teori

2.1 Nitrogenkretsløpet

Som sagt i innledningen har menneskelig aktivitet forstyrret nitrogenkretsløpet. Alt henger sammen og det er nyttig å vite hvordan nitrogenkretsløpet fungerer for å forstå sammenhengen med gjødsel og opptak i plantene. Nitrogenet finnes både i luft, jord og vann, og kan opptre i ulike former. Atmosfæren består av 78% nitrogen i form av molekylært N_2 , men denne er ikke tilgjengelig for de fleste levende organismer på jorda. For at nitrogenet skal bli tilgjengelig må det gå over i en reaktiv form (N_r) til ammonium (NH_4^+), Nitrat (NO_3^-) eller Nitritt (NO_2^-) (UNEP og WHRC, 2007). N_2 kan bli fikser eller bundet i en reaktiv form ved biologisk fiksering, vulkanutbrudd, lynnedslag eller ved menneskelig fremstilling. Biologisk fiksering står for 90% av den naturlige fikseringen ved hjelp av mikroorganismer, hvor bakterier i symbiose med belgvekster er den største. Vulkanutbrudd bringer frem lagret Ammoniakk (NH_3) fra jordskorpa. (WWF, 2015, s. 10). Lynnedslag danner nitrogenoksid (NO_x) som kan gi surt nedbør og bakkenært ozon. (Benjaminsen, 2017)

Når N har blitt reaktivt kan det lett endre tilstand ved å oksidere eller reagere kjemisk med et annet stoff. Bakterier gjør om ammoniakk (NH_3) til nitritt og videre til nitrat gjennom nitrifikasjon og andre bakterier har denitrifikasjon tilbake til N_2 igjen. Planter tar opp nitrat og ammonium, mens dyr først bryter ned proteiner de spiser. Når planter og dyr dør vil bakterier bryte ned proteiner til ammoniakk, og dyr kan skille ut overflødig N i avføringen Ved spredning av gjødsel, både mineral og husdyr, vil det fordampes N i form av ammoniakk, dinitrogenoksid og N_2 . Det kan også være fare for avrenning og utvasking av nitrater som kan forurense elver og grunnvann (Erisman, 2011, s. 12). Det er altså et kretsløp som henger sammen.

Dette kretsløpet har mennesker forstyrret ved å bringe mer N_r i omløp. Dette ved å forbrenne fossilt brensel som gir utslipp av NO_x , plante mer belgvekster som fikserer N_2 fra lufta og produksjon av mineralgjødsel som gir utslipp av ammoniakk i reaksjonen mellom N_2 og H_2 (Erisman, 2011, s. 12). På 1970-tallet ble mineralgjødsel viktigere enn biologisk N-fiksering, og man kan se en sammenheng mellom produksjonen av mineralgjødsel og folkevekst. Det er estimert at mindre enn 50% av dagens globale befolkning ville hatt nok mat hvis det ikke hadde vært for Haber-Bosch metoden som muliggjorde produksjon av mineralgjødsel. Oppdagelsen til Fritz Haber med hvordan man kunne lage ammonium fra N_2 i lufta gjennom

en reaktor, og videreutviklingen til Carl Bosch har vært svært viktig for landbrukets matproduksjon. Med mer N-gjødsling har vi også redusert nitrogener effektivitet, altså i hvor stor grad N vi tilfører blir utnyttet. Vi får ikke igjen mindre og mindre N enn det vi putter inn (WWF, 2015, s. 11).

2.2 Næringsopptak i planter og jord

Nitrogen finnes i plantas klorofyll, aminosyrer, proteiner og enzymer samt at det gir større vekst hos planta (Erisman, 2011, s. 13). Gjødsling med N vil derfor gi mer proteiner i veksten, noe som er ønskelig i grovfôr. Planta kan ta opp N i form av nitrat og ammonium og små organiske molekyler som enkelte aminosyrer og amider, men jordbruksplanter tar hovedsakelig opp nitrat. Av det nitrogenet som blir tilført vil ofte bare rundt 50% av det tilførte nitrogenet bli utnyttet av plantene det første året ved relativ sterk N-gjødsling. Resten vil enten fordampe eller vaskes ut, men størsteparten blir lagret i jorda i organiske forbindelser og i levende organismer. Humusrik jord vil derfor ha mye bundet N (Skøien, 2013, s. 75 – 77).

Som nevnt vil noe N vaskes ut, og det er estimert at det årlig vaskes ut 1-3 kg/daa fra dyrkede arealer i Norge (Skøien, 2013, s. 76). På grasproduksjon har NLR Vestlandet beregnet utvasking på 16% av det totalt tilførte nitrogenet (Halsnes, Synnes & Røthe, U.å. s. 4). Mengden utvasking vil også avhenge av plantenes opptak. Ved dårlige vekstforhold vil plantene ta opp mindre N, og mer kan vaskes ut (Skøien, 2013, s. 76). Nitrat binder seg dårlig til jord og kan lett vaskes ut hvis man ikke får denitrifikasjon med bakterier eller de blir tatt opp i planta.

2.3 Rødkløver i eng

Rødkløver er en type belgvekst i erteblomstfamilien som har den funksjonen at den kan fikse N_2 fra luften ved hjelp av Rhizobium-bakterier i symbiose. Andre belgvekster er f.eks. erter, bønner og vikker. Disse bakteriene danner knoller på røttene hos kløverplanta og kan fikse N_2 fra jordlufta rundt knollene ved å forbrenne karbohydrater som planta har lagd gjennom fotosyntesen. Bakteriene fikserer N_2 til ammoniakk som igjen blir omdannet til ammonium som planta kan ta opp (Serikstad, Hansen og Boer, 2013, s. 10-11).

For at knollene skal fikse mest mulig nitrogen må forholdene ligge til rette både for planta og knollene. Sur, næringsfattig, tørr, våt eller tett jord er uheldig for nitrogenfiksering. Optimal

temperatur for bakteriene er på 15-25 grader celsius, og avtar hvis temperaturen kommer under 10 grader. Nitrogenfikseringen vil også bli mindre dersom det ligger mye N i jorda. Planta vil først ta opp tilgjengelig N før de begynner å fiksure egen N for å spare energi. Sterk N-gjødsling vil derfor være uheldig for N-fiksering, og særlig gjødsling i eng med engblanding inkludert kløver. Dette fordi grasplanter lettere tar opp nitrogen enn kløver og dermed utkonkurrerer kløver på plass, lys og næring (Serikstad, Hansen og Boer, 2013, s. 12).

2.4 Husdyrgjødsel

Næringsinnholdet i gjødsla varierer etter dyreslag og fôring. Det kan derfor være lurt å ta en prøve av gjødsla for å vite hvor mye man har av hvert næringsstoff i gjødsla ved gjødselplanlegging. Næringsstoffene fosfor og kalium i husdyrgjødsla har like god virkning som i mineralgjødsel, men nitrogenet er vanskeligere å behold i husdyrgjødsla. I fersk husdyrgjødsel er N organisk bundet, men vil under lagring bli omdannet til mineralsk N (Ammonium). Urin har ca. 90% av totalt N som Ammonium-N, mens fast storfegjødsel bare har 20-30% ammonium (Tveitnes, 1993, s. 25 & 61).

N fra husdyrgjødsel går tapt hovedsakelig som ammoniakk. Det er en likevekt mellom ammonium- og ammoniakk-konsentrasjonen i gjødsla som påvirkes av temperatur, lufttilgang og pH. Urinstoff og organisk bundet N avgir ammoniumioner, men ved høy pH vil disse gå over til ammoniakk. Ved lav pH vil det stimuleres til mer ammonium, mens høyere pH vil gi økt konsentrasjon av ammoniakk. pH i gjødsla styres av dette forholdet i tillegg til forholdene mellom $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ og $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$. Frigjøring av hydrogenioner vil senke pH-en i gjødsla (Cabell og Løes, 2018, s. 24-25).

Etter at gjødsla er spredd på enga vil man få en mineralisering av organisk bundet næring. Sagflis, halm og annet strø i gjødsla blir brutt ned av mikroorganismer som nyttiggjør seg av nitrogenet i strøet. Dette nitrogenet vil ikke bli tilgjengelig for plantene i form av ammonium før mikroorganismene igjen er brutt ned. Derfor vil husdyrgjødsel ha en lengre gjødselvirkning enn mineralgjødsel. (Tveitnes, 1993, s. 25).

2.5 Nitrogenberiket husdyrgjødsel fra N2-Applied

Det norske selskapet N2-Applied startet opp i 2010 og driver utvikling av en plasmareaktor som skal berike husdyrgjødsel eller biorest fra biogassanlegg med nitrogen. Plasmareaktoren

er på størrelse med et kjøleskap og er tiltenkt å selges til bønder. Med deres teknologi sier N2-Applied at man kan redusere behovet for produksjon av mineralgjødsler basert på fossilt brensel. Det kutter også utslippene av metan og ammoniakk samt lukt på gårder som vil ta i bruk denne teknologien (N2-Applied, c, U.å.; Innovasjon Norge, 2020)

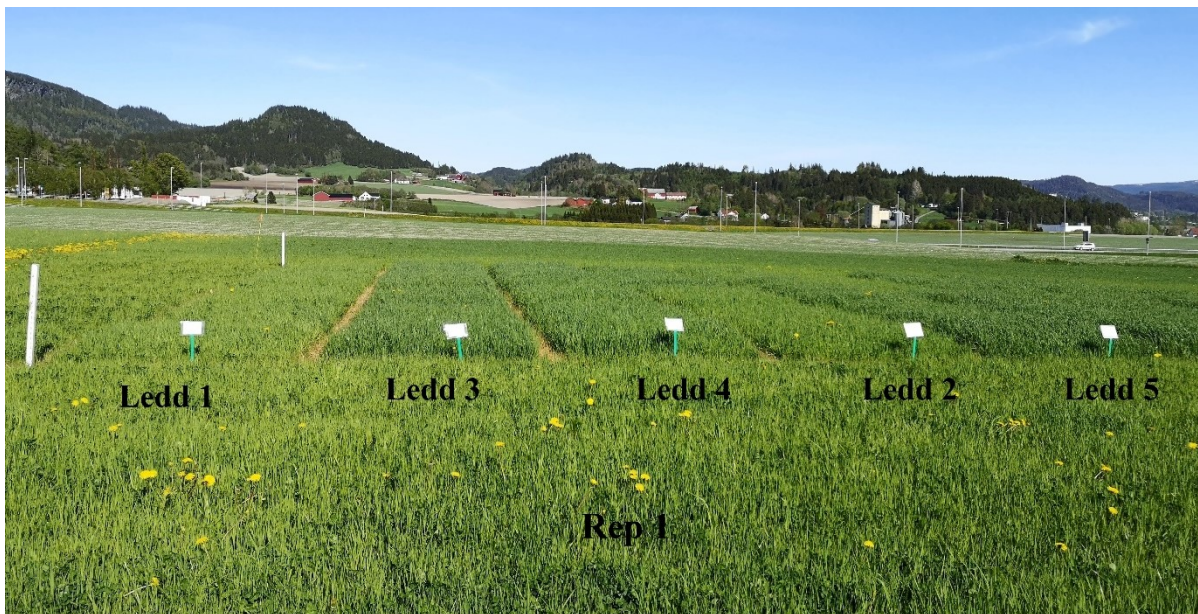
Denne prosessen foregår ved at reaktoren bruker strøm til å splitte nitrogen- (N_2) og oksygenmolekyler (O_2) fra lufta til enkeltatomer som igjen danner nitrogenoksider. Disse nitrogenoksidene blir så ført inn i husdyrgjødsel gjennom et absorpsjonssystem og beriker da husdyrgjødsel med nitrat og nitritt. Mens ubehandlet husdyrgjødsel taper rundt 30% ammonium vil denne gjødsla, kalt NEO (Nitrogen Enriched Organic fertiliser), få doblet N og nærmest ingen tap under lagring og spredning (N2-Applied, b, U.å.; N2-Applied, c, U.å.). Tilførselen av N senker pH-en i gjødsla og stabiliserer dermed også ammoniumet og reduserer tap av ammoniakk fra lagring og spredning av gjødsla. N2-Applied mener også at denne prosessen kan redusere fordampningen av metan og dinitrogenoksid fra lagring og spredning av gjødsla. De andre næringsstoffene i gjødsla blir bevart (N2-Applied, c, U.å.). Gjennom prosessen vil organiske molekyler oksidere til andre former og mikroorganismer blir inaktive eller dør ut slik at man får et gjødselprodukt uten den typiske lukten fra husdyrgjødsel (Graves, Bakken, Jensen og Ingels, 2018, s. 7).

Fordelene med denne gjødsla er ifølge N2-applied at man får en bedre nitrogeneffektivitet, høyere avlinger i forhold til ubehandlet husdyrgjødsel, mindre karbonavtrykk på gården, mindre nitrogentap, og redusert gjødsellukt ved lagring og spredning (N2-Applied, c, U.å.). På grunn av stabiliseringen av ammoniumet er man heller ikke så avhengig av været under spredning for å unngå ammoniakktildampning. Forsøk fra ADAS (<https://www.adas.uk/>) i 2020 viste at ammoniakktildampningene fra NEO-gjødsel var svært lave i forhold til ubehandlet gjødsel selv om gjødsla ble spredd i varmt vær (N2-Applied, b, U.å.).

3. Material og metode

3.1 Forsøksområdet

Oppgaven tar utgangspunkt i et forsøksfelt til Norsk Landbruksrådgivning Trøndelag (NLR, <https://trondelag.nlr.no/>) på Kvithamar (Stjørdal, Norge) over vekstsesongen 2020. Dette forsøksfeltet inngår i en forsøksserie og er første år i prosjektet «Plasmabehandlet husdyrgjødsel – gjødselvirkning, miljøpåvirkning og klimagassutslipp» (Fargo). N2-Applied (Oslo, Norge) er prosjekteier, mens Høyskolen i Innlandet har fått ansvar til å utføre forsøk for å finne effekten av N2-Applieds nitrogenberiket husdyrgjødsel, kalt NEO (Nitrogen Enriched Organic fertilizer), i forhold til annen gjødsel som er tilgjengelig for bøndene. Altså i hvor stor grad NEO-gjødsel kan erstatte kunstgjødsel. Forsøkene ble sommeren 2020 utført på fire forskjellige steder i Norge, i samarbeid med NLR, og ble lagt ut i både eng og korn. (Cottis, Solberg, Nyvold, Johansen, Stabbetorp, Berg, Solberg, Arnstad, Mousavi, 2021). I feltet som inngår i min oppgave var det NLR Trøndelag som anla forsøksfeltet, men jeg var med på gjødsling, høsting og sortering av avlingsprøver.



Figur 1: Forsøksfeltet på Kvithamar (Eget foto)

Forsøksfeltet var et blokkforsøk med 4 blokker og 7 typer gjødselbehandlinger (ledd)(Tabell 1; Figur 1), som var randomisert i hver blokk for å minimere effekten av jordvariasjon på feltet. Forsøket ble anlagt i andreårseng bestående av engblandingen Spire Surfôr Normal (70% Grindstad timotei, 20% Minto engsvingel og 10% Lea rødkløver). Hver anleggstrute var 8 x 2,5 m med en høsterute på 6,6 x 1,4 m på førsteslått og 6,5 x 1,5 m på andreslått slik at det ble høstet representativt fra hver rute (Vedlegg 1). På den måten er man sikrere på å ikke høste med noe som har hatt påvirkning fra naboruten. Mellom hver anleggstrute ble det sprøytet med Roundup (Bayer AG, Leverkusen, Tyskland) slik at det ble lettere å se skille mellom hver rute etter hvert som graset vokste.

Tabell 1. Oversikt over de ulike gjødselledd og spredt gjødselmengde vår og etter første slått, samt total tilført mineralisert nitrogen (N-min).

Gjødsel-ledd	Gjødselmengde vår	Gjødselmengde etter første slått	Tot. N-min/daa
1. Ubehandlet husdyrgjødsel	5,6 N-min/daa (3,3 tonn/daa)	3,7 N-min/daa (2,2 tonn/daa)	9,3
2. Filtrert husdyrgjødsel	5,1 N-min/daa (3 tonn/daa)	3,4 N-min/daa (2 tonn/daa)	8,5
3. NEO	10,2 N-min/daa (3 tonn/daa)	6,8 N-min/daa (3 tonn/daa)	17 (20,3)
4. Yara 18-3-15:	5,6 kg N-min/daa	3,7 kg N-min/daa	9,3
5. Yara 18-3-15:	9 kg N-min/daa	6 kg N-min/daa	15
6. Yara 18-3-15:	12,3 kg N-min/daa	8,2 kg N-min/daa	20,3
7. Ubehandlet husdyrgj. + Opti NS	12,3 kg N-min/daa	8,2 kg N-min/daa	20,5

3.2 Gjennomføring og datainnsamling

3.2.1 Klargjøring av forsøk

Før selve forsøket ble det tatt standard jordanalyse og analyser av gjødsla. Analyser ble gjennomført av Eurofins (Moss, Norge) og viste at jordarten var siltig leittleire med leirklasse 3, moldinnholdet var 5,1 %, pH 6,2, P-AL 8, K-AL 7 og KHNO_3 140. Analyse av nitrogeninnholdet i husdyrgjødsla ble tatt i to omganger da den første gangen var en liten prøve. Det viser seg at det totalt lettløselige nitrogenet (N-min) for NEO-gjødsla hadde 0,7 kg N-min mindre på andre måling enn på den første. Det ble beregnet gjødselmengder ut fra første måling, men det ble gjødslet med gjødsla fra andre måling. Det var planlagt at ledd 1 ubehandlet og ledd 4 med mineralgjødsla skulle ha samme N-min/daa, og samtidig skulle ledd 3 NEO og ledd 6 ha samme mengde slik at de kunne sammenlignes. Det ble derfor ikke helt som planlagt på NEO-leddet.

pH for hver gjødsltype ble målt før hver gjødsling og ses i tabell 2 sammen med analyseresultatene på nitrogeninnholdet i husdyrgjødsla.

Tabell 2. Målte pH- og nitrogenverdier for de ulike husdyrgjødsltypene.

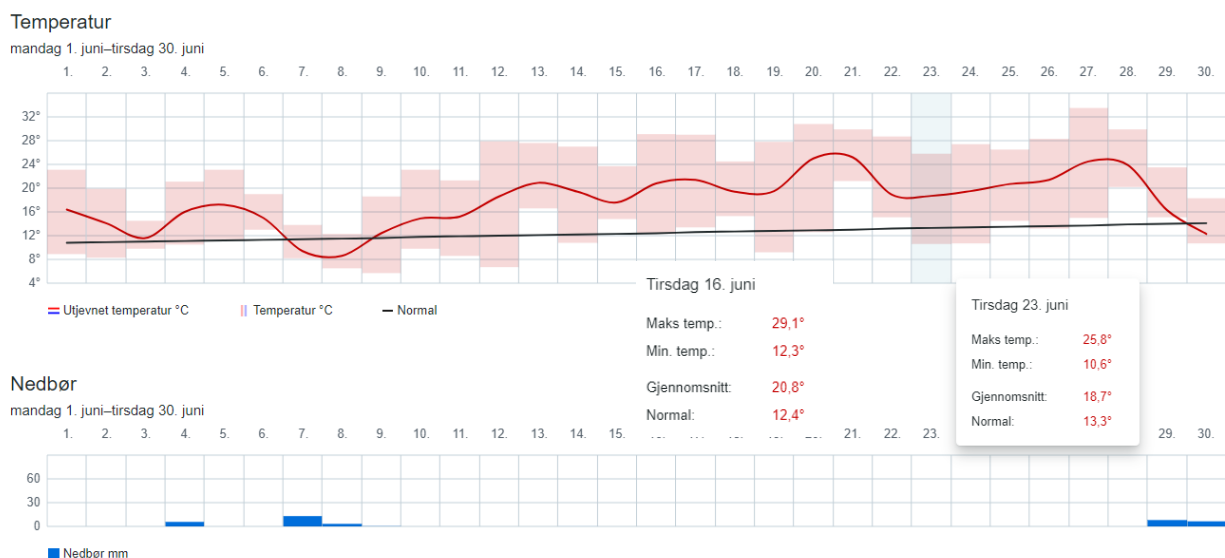
Gjødsltype	pH		Tot-N	N-min
	Mai	Juni		
Ubehandlet	6,97	6,89	3,6 kg N/m ³	1,7 kg N-min
Filtrert	7,21	6,89		1,7 kg N-min
NEO	5,3	5,49	6 kg N/m ³	3,4 kg N-min

Mineralgjødsla ble kjøpt fra Yara (Oslo, Norge), mens husdyrgjødsla var storfebløtgjødsel fra NMBU (Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Ås, Norge). Ledd 1 var ubehandlet, mens både ubehandlet filtrert og NEO ble filtrert slik at alle partikler over 5 mm ble filtrert bort. Dette for at NEO-gjødsla skal kunne passere gjennom plasmareaktoren, og med et eget ledd med kun filtrert husdyrgjødsel fikk vi også se effekten av kun filtrering, som vil infiltrere raskere og lettere ned i jorda. NEO-leddet ble i tillegg kjørt gjennom N2-Applied sin

plasmareaktor hvor gjødsla ble beriket med nitrat (NO_3^-) og nitritt (NO_2^-) fra luftas nitrogen, samt at gjødsla fikk en senket pH.

3.2.2 Gjødsling og høsting

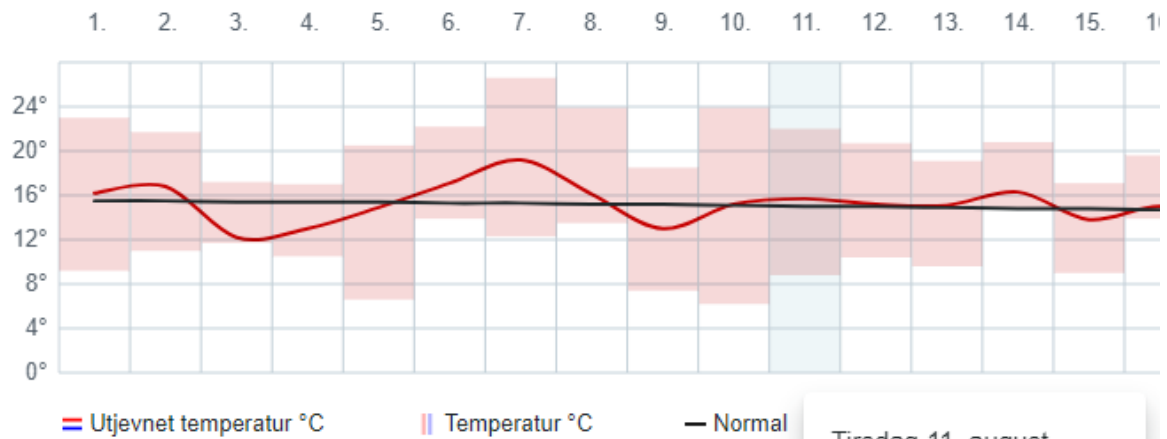
Det ble gjødslert på våren den 27 april i overskya oppholdsvær med 8 grader, og etter første slått den 23 juni (Figur 2). Husdyrgjødsla kom i 1000-litersdunker med tappekran. Både den ubehandla og filtrerte husdyrgjødsla hadde bunnfelling og tett tappekranen til tross for røring med staur i dunken. Den filtrerte var lettere å få åpen igjen og hadde ikke like mange tetninger som ubehandlet. NEO-gjødsla var det ingen problemer med, og den hadde heller ingen ubehagelig lukt. For å spre den oppmålte mengden gjødsel jevnt over hele ruta delte vi ruta inn i seks soner hvor vi brukte 10-liters kanner til å spre så jevnt som mulig. Andre gjødslinga ble gjort av NLR på samme måte.



Figur 2: Oversikt over klimaet ved 1. slått 16 juni og gjødsling 23 juni (Yr. U.å.).

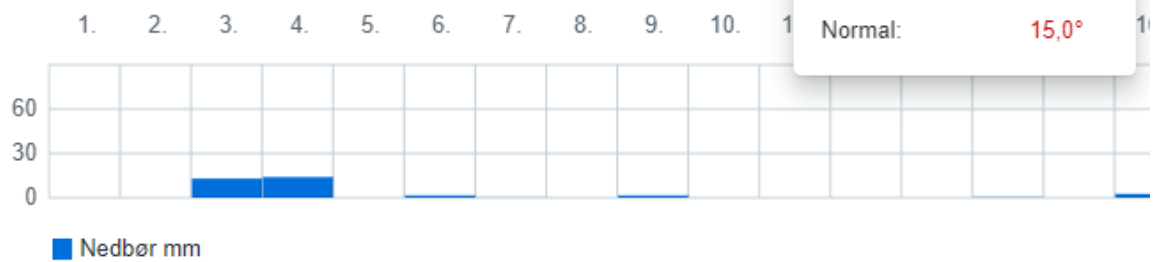
Temperatur

lørdag 1. august–mandag 31. august



Nedbør

lørdag 1. august–mandag 31. august



Figur 3: Oversikt over andreslått 11 august (Yr, U.å.).



Figur 4: Klargjøring før gjødsling tv og innsamlet sorteringsprøver th. (Eget foto)

Første høsting, den 16 juni, ble slått med tohjuls fingerslåmaskin, mens andreslått, den 11 august, ble høstet med Halderup (Danmark) (Figur 3). På førsteslått ble det tatt ut sorteringsprøver for kløver- og tørrstoffprosent etter graset var slått (Figur 4). For å få et representativt utvalg fra hvert ledd tok vi manuelt tre uttak gjennom midten av leddene i en pose. For å veie avlingen fra hvert ledd måtte vi samle graset over en presenning som ble veid med vekt på ei håndholdt stang. Rådata fra avlingsregistreringene er gjengitt i Vedlegg 2.

Andre høsting med Halderup var lettere da den tar ut prøver for TS og veier avlingen til hver rute under slått. Sorteringsprøver til kløverprosent ble tatt ut før slått (Vedlegg 3). Dette ble gjort på samme måte som ved første slått, men graset måtte klippes for hånd. Sorteringsprøvene ble veid og summert med hver sin rute for å få korrekt avlingsstørrelse på hver rute. Sorteringsprøvene til kløverprosent ble sortert etter kløver, gras og ugras. Mengden ugras var såpass liten at det ikke gav noe utslag. Prøvene ble så tørket i tørkeskap og veid.

3.3 Analyser

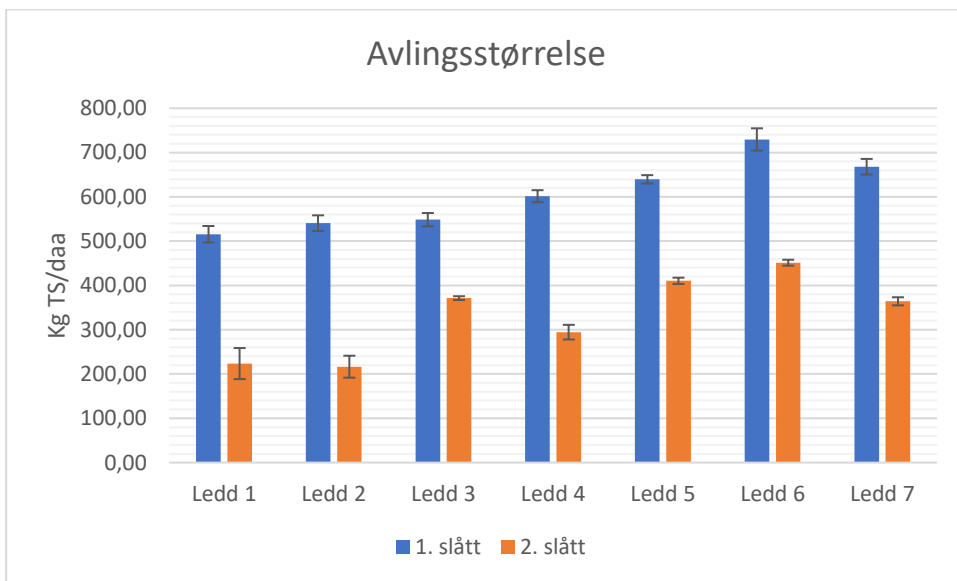
For å kjøre analyser har jeg brukt analyseverktøyet til Microsoft Excel. Det er brukt konfidensintervall på 95% (P-verdi $< 0,05$) på alle analysene, og standardfeil som variasjonsmål (Lysne & Olsen, 2017). Jeg har sjekket normalfordelingen på alle dataene og dette kan ses i vedlegg nr. 4. Hele datasettet ligger også vedlagt i denne oppgava.

Mitt første forsøksspørsmål er å se om det var en forskjell på de ulike gjødselbehandlingenes effekt på avlingsstørrelse og tørrstoffprosent. Her er det syv ulike gjødselbehandlinger og fire gjentak som forklaringsvariabler. Disse er målt mot én responsvariabel, både avlingsstørrelse og tørrstoffprosent. Det samme gjelder for mitt andre forsøksspørsmål om kløverprosenten. For å finne ut om det var en forskjell mellom de ulike leddene, og samtidig om det var forskjell mellom de fire gjentakene brukte jeg variansanalyse: To-faktor uten tilbakelegging, også kalt ANOVA. Ved å bruke gjentakene (blokkene) som en faktor i analysen finner jeg effekten av jordvariasjon på forsøksfeltet. Mitt tredje forsøksspørsmål er om det er noen sammenheng mellom kløver- og nitrogenprosent i enga. Til dette har jeg brukt jeg lineær regresjonsanalyse. En forutsetning for analysene er at datamaterialet er normalfordelt, og for å undersøke dette brukte jeg histogram plot (Vedlegg 4).

4. Resultater

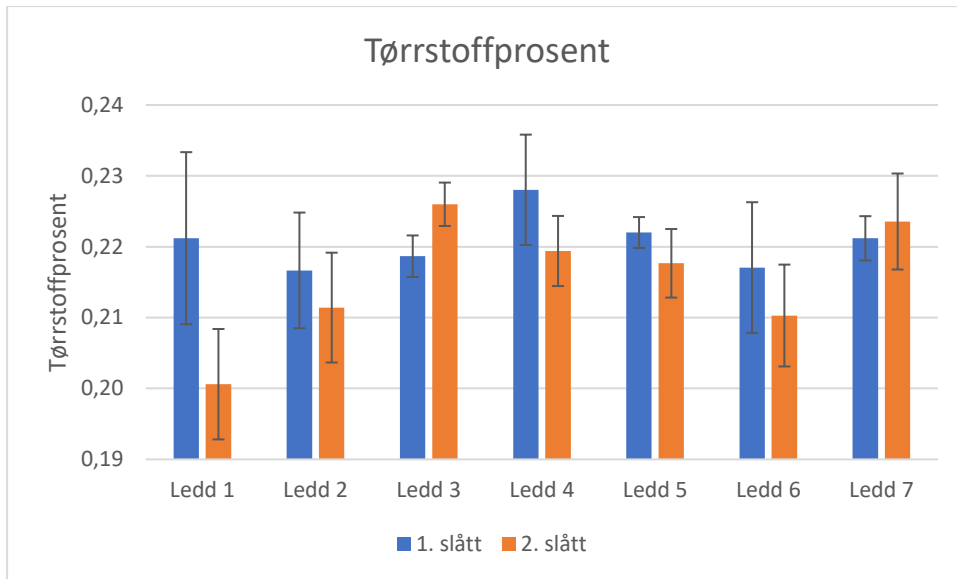
4.1 Avlingsstørrelse og tørrstoffprosent

Jeg fant en signifikant forskjell på avlingsstørrelse etter type behandling både på første slått ($F_{6,18} = 22,5$, $p < 0,001$), og på andre slått ($F_{6,18} = 26,7$, $p < 0,001$), men det var ingen signifikante forskjeller mellom gjentakene (blokkene) på første slått ($F_{3,18} = 1,9$, $p = 0,2$) og andre slått ($F_{3,18} = 1,5$, $p = 0,25$; Figur 5).



Figur 5: Gjennomsnittlig avlingsstørrelse (kg TS/daa) for hvert gjødselledd i enga både første og andre slått.

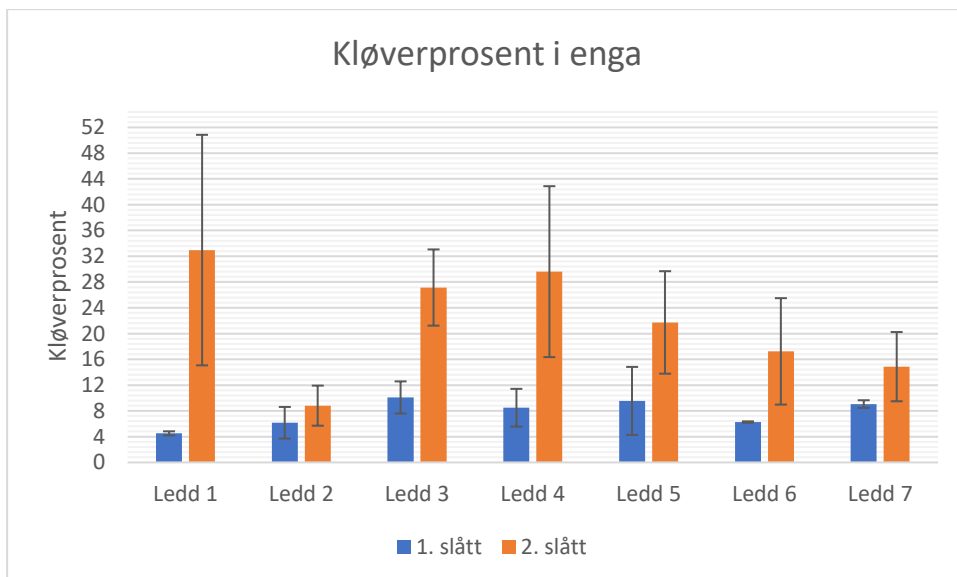
Jeg fant ikke en signifikant forskjell på tørrstoffprosent etter type behandling på første slått ($F_{6,18} = 0,28$, $p = 0,94$), men det var en signifikant forskjell på andre slått ($F_{6,18} = 5,26$, $p = 0,002$). Mellom gjentakene var det ingen signifikant forskjell på første slått ($F_{3,18} = 1,3$, $p = 0,3$), men det var stor signifikans på andre slått ($F_{3,18} = 12,9$, $p < 0,001$; Figur 6).



Figur 6: Gjennomsnittlig tørrstoffprosent for hvert gjødselledd i enga både første og andre slått.

4.2 Kløverprosent i enga

Jeg fant ingen signifikant effekt av kløverprosent på gjødselbehandlingene verken på første slått ($F_{6,6} = 1,23$, $p = 0,4$), eller på andre slått ($F_{6,18} = 0,78$, $p = 0,59$). Jeg fant derimot en signifikant forskjell mellom gjentakene på første slått ($F_{1,6} = 7,8$, $p = 0,03$), men ikke på andre slått ($F_{3,18} = 1,3$, $p = 0,3$; Figur 7).



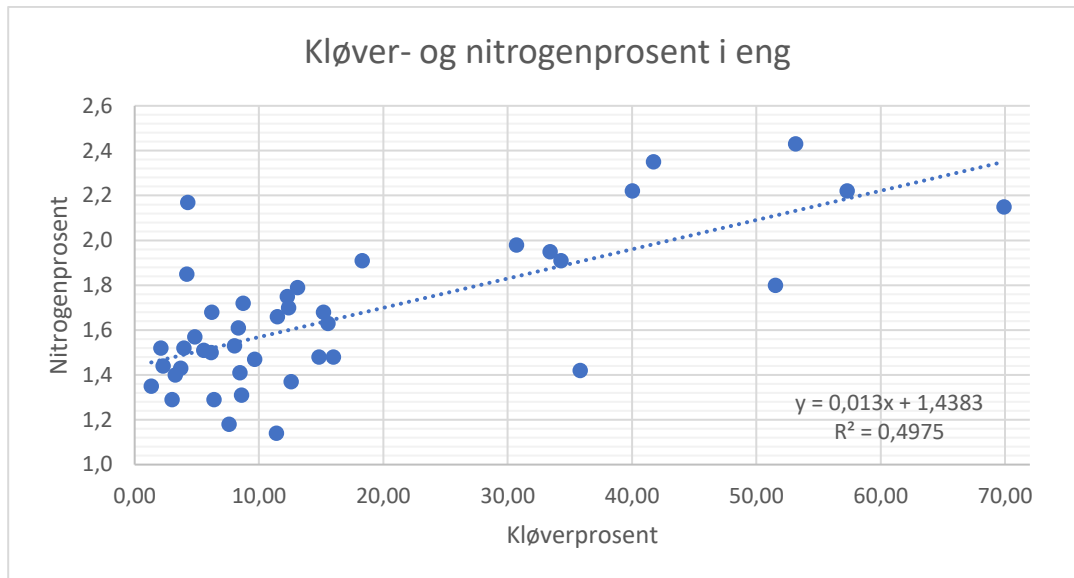
Figur 7: Gjennomsnittlig kløverprosent for hvert gjødselledd i enga både første og andre slått.

4.3 Kløver- og nitrogenprosent i enga

Jeg fant en signifikant sammenheng mellom kløverprosent og nitrogenprosent i enga.

Kløverprosent har en eksponentiell korrelasjon til nitrogenprosent. ($F_{1,40} = 39,6$, $p < 0,001$;

Figur 8)



Figur 8: Lineær trend viser at kløverprosenten stiger med økende nitrogenprosent i enga, sammenlagt for både første og andre slått.

5. Diskusjon

Problemstillingen jeg stilte var som følger:

- Hvilke effekter gir nitrogenberiket husdyrgjødsel i eng og fôr i forhold til ubehandlet husdyrgjødsel og mineralgjødsel?

For å besvare dette satte jeg meg noen forsøksspørsmål:

1. Hvordan påvirker bruk av nitrogenberiket husdyrgjødsel avlingsstørrelse og tørrstoffprosent i forhold til ubehandlet husdyrgjødsel og mineralgjødsel?
2. Hvordan kan bruk av nitrogenberiket husdyrgjødsel påvirke kløverprosenten i enga?
3. Er det en sammenheng mellom nitrogenprosenten og kløverprosenten i enga?

5.1 Avlingsstørrelse

Det første jeg undersøkte var avlingsstørrelse i kg ts/daa. Her var det signifikante forskjeller mellom de ulike gjødselbehandlingene (Figur 5). Ubehandlet husdyrgjødsel gav minst avling og ledd seks med Yara 18-3-15 og mest total N-min/daa gav størst. Ikke så overraskende. NEO-leddet skulle i utgangspunktet ha like mye N-min/daa som ledd seks, men fikk isteden 17 kg N-min/daa pga. gjødselplanlegging etter den første gjødselanalysen, som forklart i metodekapittelet. Forskjellen mellom NEO og ledd seks er på 181 kg ts/daa på første slått og 80 kg ts/daa på andreslått, noe som ikke er så stor forskjell mtp. at NEO fikk 3,3 kg mindre N-min/daa.

NEO i forhold til ubehandlet filtrert gjødsel gav lite forskjeller på 1. slått, men det var 155 kg ts/daa mer med NEO på andreslått. Den filtrerte gjødsla gav større avlinger enn ubehandlet gjødsel så det kan se ut til at effekten av filtrering er bra på bevaring av nitrogenet. Langtidseffekten

Det var ingen signifikante forskjeller mellom blokkene, så at det ser ut til å være lite variasjon på hvert gjentak. Sikkerheten på avlingsresultatene blir også vist i liten varians på hvert ledd. Jeg prøvde også 2SE (standarad error) på avlingsstørrelse, og variansen var fortsatt liten for hvert ledd.

5.2 Tørrstoffprosent

Her fant jeg ikke en signifikant forskjell på første slått, men den var signifikant på andre slått. Jeg fikk også en signifikant forskjell mellom blokkene på andre slått, og det var stor variasjon i resultatene noe som må tas i betraktning. NEO-gjødsel hadde høyere TS% enn ubehandlet husdyrgjødsel, og var også høyere enn mineralgjødseleddene 4, 5 og 6 på andre slått.

5.3 Kløver- og nitrogenprosent

Resultatene på kløverprosent i enga gav ingen signifikans. Om de ulike gjødselbehandlingene har en innvirkning på kløverprosenten i enga er altså ikke sikkert ut fra disse resultatene. Man ser også dette på den store variansen på hvert ledd, og da spesielt på andre slått. Det var heller ingen normalfordeling på andreslått (vedlegg 4), og jeg måtte derfor se om det kunne være en feil i analysen, noe det var. Dataene ble satt opp feil og kan derfor ikke regnes som et resultat. Det jeg hadde forventet var at leddene med sterkest N-gjødsling skulle gi minst kløverprosent. Derfor er det grunn til å tro at leddene med mineralgjødsel hadde hatt minst kløverandel siden sterk N-gjødsling vil utkonkurrere kløveren i enga. (Serikstad, Hansen og Boer, 2013, s. 12). Denne analysen må derfor gjøres på nytt.

Noe som var som forventet var sammenhengen mellom kløver- og nitrogenprosent. Økende kløverprosent i enga gav økende nitrogenprosent på avlingsprøvene. Med mer kløver tilstede vil det være potensiale for mer nitrogenfiksering og dermed en større nitrogenprosent i fôret. I forhold til dette forsøket vil kløverandelen være en feilkilde på vurderingen av tilført gjødsel. Vi vet ikke i hvor stor grad kløverandelen har hatt påvirkning på graset, og det kan være vanskeligere å vurdere effekten av gjødsel. Spesielt siden kløverandelen ikke gav noen signifikante forskjeller mellom leddene.

5.4 NEO-gjødsel

NEO-gjødsel virker lovende ut fra resultatene jeg har samlet inn. Store avlinger med høy TS%, og stor kløverandel. Forsøk fra ADAS har også fått resultater på svært lave ammoniakkslipp fra NEO-gjødsel under spredning i varmt vær (N2-Applied, b, U.å.). Siden produktet er såpass nytt er det ikke mange norske forsøk som er gjennomført og jeg kan sammenligne med. Det jeg kan se på er samme forsøk i prosjektet Fargo som ble utført hos NLR Østafjells. De fikk

gode resultater med signifikans. Deres resultater viser også at NEO-gjødsel er bedre enn husdyrgjødsel, men det blir fortsatt større avlinger med mineralgjødning. (Cottis, Solberg, Nyvold, Johansen, Stabbetorp, Berg, Solberg, Arnstad, Mousavi, 2021).

Det ser altså ut til at NEO-gjødsel har en god virkning. I tillegg til å gi gode avlinger vil bruken av denne gjødning redusere eller erstatte mineralgjødning. Dette er sparte kostnader og tid for bonden, og hvis man slipper å spre noe mineralgjødning vil man også spare jorden for kjøring og mulig jordpakking. At NEO-gjødsel har så lite nitrogen tap vil også gjøre det enklere å gjødselplanlegge skiftene. Ved å ta en analyse av gjødning vil man finne ut næringsinnholdet og planlegge at innholdet som er i gjødning faktisk når plantene og ikke tapes som ammoniakk. De negative sidene derimot er at det kan bli en dyr investering for enkeltbønder å kjøpe inn plasmareaktoren. Selv om den ikke er så stor kan det bli problematisk å flytte den fra gård til gård dersom flere bønder går til felles innkjøp.

Klimagevinsten med denne løsningen er stor. Dersom man kan redusere bruken av mineralgjødning vil man spare klimagassutslippene ved produksjon og transport av den. Man vil også begrense ammoniakkutslipp. Bruk av organisk gjødning har lengre ettervirkning og er positivt på jordlivet.

5.5 Konklusjon

For å være på forsøksspørsmålene kan jeg si at nitrogenberiket husdyrgjødsel (NEO) har en positiv effekt på avlingsstørrelse og tørrstoffprosent. Den skiller seg ut fra ubehandlet husdyrgjødsel, både filtrert og ufiltrert, men mineralgjødning gir fortsatt noe høyere avlinger. Det er viktig å se på de positive sidene med mindre bruk av mineralgjødning og den positive effekten på naturen.

Når det gjelder gjødningseffekten på kløverprosenten i enga gav ikke dette sikre resultater pga. en feil i analyseberegningen. Forholdet mellom kløverprosent og nitrogenprosent derimot var signifikant, og viste at mengden nitrogen i avlingen øker med kløverprosenten. En ny analyse av kløverprosenten og flere forsøk på gjødningseffekten er å anbefale.

Litteraturliste

Benjaminsen, C. (2017) Hva er det egentlig med denne NO_x-en? SINTEF. Hentet fra: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2017/hva-er-det-egentlig-med-denno-nox-en/>

Cabell, J og Løes, A, K. (2018) Forsøk med fermentering av husdyrgjødsel. Vol 3, nr. 8. Norsøk rapport. Hentet fra: <https://orgprints.org/id/eprint/34268/1/NORS%C3%98K%20Rapport%208%202018%20Fermentering%20av%20husdyrgj%C3%B8dsel.pdf>

Cottis, T, Solberg, S, Ø, Nyvold, M, Johansen, A, Stabbetorp, J, Berg, E, H, Solberg, H, Arnstad, M, Mousavi, H. (2021). Prosjekt FARGO år 2020: en oppsummering av Høgskolen i Innlandet sin forskning. Høgskolen Innlandet, Skriftserien;02/2021).

Erisman, J, W. (2011) The European nitrogen problem in a global perspective. Chapter 2. Hentet fra: http://www.ninesf.org/files/ena_doc/ENA_pdfs/ENA_c2.pdf

Graves, D. B, Bakken, L. B, Jensen, M. B og Ingels, R. (2018) Plasma Activated Organic Fertilizer. Volume 38, issue 6. Hentet fra: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11090-018-9944-9>

Halsnes, M, H, Synnes, O, M & Røthe, G, (U.å.) Husdyrgjødsel på Vestlandet – nye utfordringer. Norsk Landbruksrådgivning. Hentet fra: <https://vest.nlr.no/media/userphotos/Husdyrgjodselheftet.pdf>

Innovasjon Norge (2020) Gjør husdyrmøkka til gull. Hentet fra: <https://www.innovasjonnorge.no/no/tjenester/kundehistorier/2020/n2-applied/>

Lysne, V og Olsen, T. (2017) Konfidensintervaller – hva kan de fortelle deg? Norsk tidsskrift for ernæring. Hentet fra: https://www.ntfe.no/journal/2017/1/tfe-2017-01b-808/Konfidensintervaller_%E2%80%93_hva_kan_de_fortelle_deg

N2-Applied, a. (U.å.) Performance Report 2020. NEO by N2-Applied. Hentet fra: <https://heidner.no/wp-content/uploads/2021/04/N2-Applied-NEO-Performance-Report-2020-2.pdf>

N2-Applied, b. (U.å.) The Application of Nitrogen Enriched Organic Fertiliser (NEO). Hentet fra: <https://insight.n2applied.com/factsheet-neo?hsCtaTracking=0c2e89ff-be90-4ab3-9774-6b6312dcc3ac%7C840caaa2-d977-49ce-a754-39c40f5f3c02>

N2-Applied, c (U.å.) Hjemmeside. Hentet 29.01.2021 fra: <https://n2applied.com/>

Serikstad, G, L, Hansen, S og Boer, A. (2013) FOKUS. Biologisk nitrogenbinding – belgvekster som kilde til nitrogen. Vol. 8. Nr. 3. Bioforsk.

Skøien, S. (2013) Jordlære. Teknisk fagskole, linje for naturbruk – fordypningsområde plantedyrking. (1. utg.). GAN Forlag AS

Statistisk Sentralbyrå (2014) Gjødseundersøkelsen 2013. Bonden sprer 125 000 tonn nitrogen på åker og eng. Hentet fra: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/bonden-sprer-125-000-tonn-nitrogen-pa-aker-og-eng>

Tveitnes, S. (Red.) (1993) Husdyrgjødsel. Statens fagteneste for landbruk

UNEP og WHRC (2007) Reactive Nitrogen in the Environment. Too much or too little of a good thing. Hentet fra: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7761/Reactive_Nitrogen.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Østerås, G, F. (2018) Effekt på utnyttelse av nitrogen i husdyrgjødsel i Norge ved innblanding av svovelsyre. Høgskolen i Innlandet.

WWF (2015) Nitrogen: Too much of a vital resource. Hentet ra: <http://www.louisbolck.org/downloads/3005.pdf>

Yr (U.å.) Kvithamar 2020. Hentet fra: <https://www.yr.no/nb/historikk/graf/5-69150/Norge/Tr%C3%B8ndelag/Stj%C3%B8rdal/Kvithamar?q=2020-06>

Vedlegg

1. Forsøkskart på Kvithamar

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

2. Innsamlet høstedata

HØSTESKJEMA N2Applied-felt I eng NLR Trøndelag 2020															
NB!				Dato vårgjødsling:		27. apr	Dato, 1. slått:		16. jun						
Hausterute 1. slått: 1,4 x 6,6				Dato gjødsling etter 1. slått		23. jun	Dato, 2. slått:		11. aug						
Hausterute 2. slått: 1,5 x 6,5															
Rute	Ledd	Rep	Slått	Rutevekt, kg	Tørkeprøve, gram			Hausterute			TS-%	kg ts/rute	kg TS/daa		
					Råprøve, gram	Tørrprøve, gram	Sort.prøve, gram TS	lengde, m	Bredde, m	kvm					
101	1	1	1	23,1	880	163		6,6	1,4	9,24	0,185	4,279	463		
206	1	2	1	20,9	1085	252		6,6	1,4	9,24	0,232	4,854	525		
307	1	3	1	22,2	1008	231		6,6	1,4	9,24	0,229	5,088	551		
404	1	4	1	20,3	932	222		6,6	1,4	9,24	0,238	4,835	523		
104	2	1	1	23,1	1044	225		6,6	1,4	9,24	0,216	4,978	539		
201	2	2	1	24,1	877	182		6,6	1,4	9,24	0,208	5,001	541		
306	2	3	1	22,5	975	234		6,6	1,4	9,24	0,240	5,400	584		
403	2	4	1	22,6	1051	214		6,6	1,4	9,24	0,204	4,602	498		
102	3	1	1	22,9	1081	228		6,6	1,4	9,24	0,211	4,830	523		
204	3	2	1	22,8	1042	227		6,6	1,4	9,24	0,218	4,967	538		
305	3	3	1	22,3	1091	245		6,6	1,4	9,24	0,225	5,008	542		
406	3	4	1	24,7	899	199		6,6	1,4	9,24	0,221	5,468	592		
103	4	1	1	25,1	1087	227		6,6	1,4	9,24	0,209	5,242	567		
205	4	2	1	24,6	1161	258		6,6	1,4	9,24	0,222	5,467	592		
303	4	3	1	24,2	924	220		6,6	1,4	9,24	0,238	5,762	624		
405	4	4	1	23,7	893	217		6,6	1,4	9,24	0,243	5,759	623		
105	5	1	1	25,8	937	206		6,6	1,4	9,24	0,220	5,672	614		
207	5	2	1	27,8	1235	270		6,6	1,4	9,24	0,219	6,078	658		
302	5	3	1	27,1	886	196		6,6	1,4	9,24	0,221	5,995	649		
402	5	4	1	25,8	797	182		6,6	1,4	9,24	0,228	5,892	638		
106	6	1	1	30,1	1103	254		6,6	1,4	9,24	0,230	6,931	750		
203	6	2	1	29,5	931	197		6,6	1,4	9,24	0,212	6,242	676		
301	6	3	1	33,6	936	181		6,6	1,4	9,24	0,193	6,497	703		
407	6	4	1	31,3	824	192		6,6	1,4	9,24	0,233	7,293	789		
107	7	1	1	26,6	1044	226		6,6	1,4	9,24	0,216	5,758	623		
202	7	2	1	28,3	774	178		6,6	1,4	9,24	0,230	6,508	704		
304	7	3	1	29,2	894	194		6,6	1,4	9,24	0,217	6,336	686		
401	7	4	1	27,5	872	193		6,6	1,4	9,24	0,221	6,087	659		

1	1	2	15,8	796	157	122,7	6,5	1,5	9,75	0,197	3,239	320
1	2	2	10,2	982	186	120,3	6,5	1,5	9,75	0,189	2,052	198
1	3	2	6,7	622	139	69,7	6,5	1,5	9,75	0,223	1,567	154
1	4	2	11,3	884	170	85,4	6,5	1,5	9,75	0,192	2,258	223
2	1	2	10,7	1084	234	111	6,5	1,5	9,75	0,216	2,421	237
2	2	2	13,7	1047	206	128,6	6,5	1,5	9,75	0,197	2,824	276
2	3	2	7,1	640	148	74,1	6,5	1,5	9,75	0,231	1,716	168
2	4	2	8,9	778	157	95,7	6,5	1,5	9,75	0,202	1,892	184
3	1	2	16,4	1082	236	147,4	6,5	1,5	9,75	0,218	3,724	367
3	2	2	16,3	974	221	129,9	6,5	1,5	9,75	0,227	3,828	379
3	3	2	15,8	914	213	113,8	6,5	1,5	9,75	0,233	3,796	378
3	4	2	15,6	810	183	121	6,5	1,5	9,75	0,226	3,645	361
4	1	2	15,4	880	182	122,5	6,5	1,5	9,75	0,207	3,308	327
4	2	2	12,3	956	211	127,2	6,5	1,5	9,75	0,221	2,842	278
4	3	2	10,8	827	191	98,9	6,5	1,5	9,75	0,231	2,593	256
4	4	2	14,1	972	213	90,1	6,5	1,5	9,75	0,219	3,180	317
5	1	2	19,1	922	202	155,1	6,5	1,5	9,75	0,219	4,340	429
5	2	2	18,7	1046	217	176	6,5	1,5	9,75	0,207	4,055	398
5	3	2	17,5	838	193	153,1	6,5	1,5	9,75	0,230	4,184	413
5	4	2	18,3	898	192	131,7	6,5	1,5	9,75	0,214	4,044	401
6	1	2	20,7	897	188	202,9	6,5	1,5	9,75	0,210	4,541	445
6	2	2	22,3	1134	227	176	6,5	1,5	9,75	0,200	4,640	458
6	3	2	19,7	1005	232	180	6,5	1,5	9,75	0,231	4,728	466
6	4	2	21,2	1052	211	168,2	6,5	1,5	9,75	0,201	4,420	436
7	1	2	15,4	929	209	148,6	6,5	1,5	9,75	0,225	3,613	355
7	2	2	16,5	1098	224	156,7	6,5	1,5	9,75	0,204	3,523	345
7	3	2	15,38	544	127	127,3	6,5	1,5	9,75	0,233	3,718	368
7	4	2	16,3	880	204	122,6	6,5	1,5	9,75	0,232	3,901	388

3. Kløver- og nitrogenprosent

Slått	Rute	Kløver %	N%
1. slått	301	4,19	1,9
	302	3,70	1,4
	303	7,60	1,2
	304	5,56	1,5
	305	4,26	2,2
	306	6,37	1,3
	307	8,47	1,4
	401	4,83	1,6
	402	8,61	1,3
	403	12,57	1,4
	404	11,42	1,1
	405	14,83	1,5
	406	6,15	1,5
	407	9,65	1,5
2. slått	101	69,93	2,2
	102	13,09	1,8
	103	34,29	1,9
	104	51,53	1,8
	105	15,54	1,6
	106	8,72	1,7
	107	8,34	1,6
	201	57,31	2,2
	202	3,96	1,5
	203	18,30	1,9
	204	11,47	1,7
	205	35,85	1,4
	206	41,73	2,4
	207	12,39	1,7
	301	1,33	1,4
	302	3,00	1,3
	303	15,98	1,5
	304	2,28	1,4
	305	2,11	1,5
	306	12,28	1,8
	307	30,70	2,0
	401	3,26	1,4
	402	15,19	1,7
	403	40,02	2,2
	404	53,16	2,4
	405	33,41	2,0
	406	6,20	1,7
	407	8,03	1,5

4. Normalfordeling av data

