



Høgskolen i **Hedmark**

Blæstad

Avdeling for Anvendt Økologi og Landbruksfag

Tore Glærum

## Bacheloroppgave

# Alternativ utsåing av kunstgjødsel

Alternative application of commercial fertilizer

Landbruksteknikk

2016

Samtykker til utlån hos høgscolebiblioteket JA  NEI

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage JA  NEI

## Forord

Bacheloroppgaven er den avsluttende delen av tre fine år på Høgskolen i Hedmark, avdeling Blæstad. Jeg har siden starten av studiet på Blæstad vært ganske sikker på at jeg skulle velge en konstruksjonsoppgave. Med jordpakking som dagsaktuelt tema og voksende maskinparker i Norsk kornproduksjon, falt valget på å utvikle et alternativ til dagens moderne kombisåmaskiner.

Min bacheloroppgave går ut på å utvikle en løsning for utsåing av kunstgjødsel. Formålet har vært å konstruere en maskin som kan monteres foran på traktoren. Maskinen skal kunne brukes samtidig som en bakmontert konvensjonell såmaskin, og totalløsningen vil derfor bli en slags kombimaskin.

Jeg vil rette en stor takk til:

- Christen Engeloug, for utlån av verksted og gode råd til konstruksjon
- Jon Mælumsæter, for hjelp til sveising og utlån av traktor til testkjøring
- Hans Christian Endrerud og Lars Erik Ruud, for god veiledning om oppsett av oppgaven
- Mette Westgaard og Morten Torp, for korrekturlesing av oppgaven og utlån av traktor
- Olav Glærum, for utlån av traktor og gode råd til konstruksjon
- Audun Leistad og Andreas Myki, for hjelp til testkjøring av såmaskin
- Ole Kjøs, for utlån av Amazone såmaskin og deling av erfaringer
- Martin Skramstad, Asbjørn Torp, Amund Tofastrud & Morten Børke, for deling av erfaringer ved bruk av kombisåmaskin og konvensjonell såmaskin.
- Studenter og ansatte på Blæstad, for 3 lærerike og morsomme år!

Institutt for Anvendt Økologi og Landbruk

HIHM

Blæstad, 02.06.2016

.....  
Tore Glærum

---

# Innholdsfortegnelse

<b>FORORD</b> .....	<b>2</b>
<b>FIGUR- OG TABELLISTE</b> .....	<b>4</b>
<b>NORSK SAMMENDRAG</b> .....	<b>5</b>
<b>ENGELSK SAMMENDRAG (ABSTRACT)</b> .....	<b>6</b>
<b>1. BAKGRUNN</b> .....	<b>7</b>
<b>2. INNLEDNING</b> .....	<b>8</b>
2.1 EKSEMPLER PÅ EKSISTERENDE SÅMASKINLØSNINGER .....	10
2.1.1 <i>Kombisåmaskin, Väderstad Rapid C 3 m</i> .....	10
2.1.2 <i>Konvensjonell såmaskin, Amazone D9 3 meter</i> .....	11
2.1.3 <i>Erfaringer med bruk av konvensjonell såmaskin</i> .....	12
<b>3. METODE</b> .....	<b>14</b>
3.1 MATERIALE .....	15
<b>4. RESULTAT</b> .....	<b>18</b>
4.1 OMBYGGING .....	18
4.1.1 <i>Kostnadskalkyle, ombygging</i> .....	27
4.1.2 <i>Vekt og trekkraftbehov, frontmontert Nordsten</i> .....	28
4.2 TESTKJØRING .....	29
4.2.1 <i>Test 1 Frontmontasje</i> .....	29
4.2.2 <i>Test 2 Kunstgjødsles plassering</i> .....	30
<b>5. DISKUSJON</b> .....	<b>33</b>
5.1 FORSLAG TIL VIDERE ARBEID .....	34
<b>6. KONKLUSJON</b> .....	<b>35</b>
<b>LITTERATURLISTE</b> .....	<b>36</b>

## Figur- og tabelliste

- Figur 1: Overhengende oppheng. Side 15
- Figur 2: Snudd såmaskin. Side 16
- Figur 3: Ny 3-punkt. Side 16
- Figur 4: MIG sveiseapparat. Side 18
- Figur 5: Kemppi pinneapparat. Side 18
- Figur 6: Modell i tre. Side 18
- Figur 7: Dragere forlenger ramme bakover. Side 19
- Figur 8: Dragere med avstivning. Side 19
- Figur 9: Sveising på underside. Side 20
- Figur 10: Avstivning sideveis. Side 20
- Figur 11: Tverrgående bærebjelke. Side 21
- Figur 12: Fastsveising av tverrgående bærebjelke. Side 21
- Figur 13: Geometri på ny 3-punkt. Side 22
- Figur 14: Skråstiver gjennom såkasse. Side 22
- Figur 15: Skråstiver fastsveiset på eksisterende 3-punkt. Side 23
- Figur 16: Måling av senter hull toppstagsbolt, kat. 2. Side 23
- Figur 17: Boring av kategori 2 hull toppstagsbolt. Side 24
- Figur 18: Ferdig hull i flattjern. Side 24
- Figur 19: Hylse rundt skråstiver. Side 24
- Figur 20: Nye geometri bak såmaskinen. Side 25
- Figur 21: Braketter til trekkstengenes feste i 3-punkt. Side 25
- Figur 22: Ny ferdigstilt 3-punkt. Side 26
- Figur 23: Maskin montert på traktor. Side 26
- Figur 24: Nordsten og Amazone montert på traktor. Side 29
- Figur 25: Nordsten sålabb med fjørbelastning. Side 30
- Figur 26: Spor etter Nordsten sålabber. Side 31
- Figur 27: Måling av dybde. Side 31
- Figur 28: Rør fra utmatervalse. Side 32
- Figur 29: Amazone og Nordsten i samarbeid. Side 32
- Tabell 1: Poengfordeling concept screening. Side 17

## Norsk sammendrag

Hovedmålet med denne bacheloroppgaven har vært å bygge om en eldre konvensjonell Nordsten såmaskin, til å bli en maskin som kan monteres i en traktors fronthydraulikk. Frontmontasjen skal kunne så ut kunstgjødsel, samtidig som en bakmontert konvensjonell såmaskin sår ut såkorn. Ekvipasjen skal altså være et alternativ til dagens moderne kombisåmaskiner. Oppgaven tar også for seg sammenligning av andre metoder for utsåing av kunstgjødsel, med fokus på totalvekt og pris. For å få et inntrykk av hvordan den frontmonterte maskinen oppførte seg i felt, har det blitt gjennomført enkel testkjøring.

Maskinen viste seg å tåle de belastningene den ble utsatt for, både ved arbeid på jordet og ved transport langs veg. Når det gjaldt utsåing av kunstgjødsel klarte maskinens sålabber å få kunstgjødsel ned på 5-6 cm. Totalvekten på den ombygde maskinen ble lav, i likhet med prisen.

Det konkluderes med at det er fullt mulig å konstruere og bruke en frontmontert såmaskin for utsåing av kunstgjødsel. Den fungerte fint i samspill med en bakmontert såmaskin. Prismessig er dette en mye billigere løsning enn å investere i en ny og moderne kombisåmaskin.

## **Engelsk sammendrag (abstract)**

The main goal of this bachelor thesis has been to rebuild a conventional seed drill, and mount it on a tractor's front linkage. The front-mounted drill's mission is to apply commercial fertilizer, while a back-mounted drill is sowing grain seeds. The combination of front and back-mounted drills can be an alternative to the modern seed drills used in Norway. The thesis also includes a comparison of seed drills, with focus on weight and price. To get a better understanding of how the rebuilt drill worked in the field, the machine has gone through some quick tests.

The rebuilt seed drill proved to withstand the tests, and it also managed to apply commercial fertilizer at depths down to 5-6 cm. The total weight of the machine is low, as well as the price.

This thesis proves that it is fully possible to construct and use a front-mounted seed drill for application of fertilizer. The combination of front and back-mounted seed drill worked well together. Price-wise, this solution is probably much cheaper than buying a modern combo seed drill.

---

## 1. Bakgrunn

For å dyrke råvarer til mat og dyrefôr trenger man næringsrik jord. Man trenger derimot ikke næringsrik jord for å bygge kjøpesentre, veger og jernbane. Matjorda vår er truet og det blir mer og mer viktig med et sterkt jordvern. Men det er kanskje ikke bare utbygging av infrastruktur og handelssentre som truer matjorda vår. Dagens landbruk effektiviseres og det blir større enheter. Dette gjelder særlig innen Norges kornproduksjon. Skal man kunne leve av kornproduksjon i dag må man produsere på et relativt stort areal. For å rekke over arealet hos de store enhetene, øker bredden på redskapen og dermed behovet for trekraft. Summen av redskap og traktor er lik tungt utstyr. De store maskinene er uten tvil effektive, men i det lange løp, er de skånsomme nok mot matjorda vår?

## 2. Innledning

På grunn av hensyn til jordpakking og «god agronomi», går noen kornbønder nå bort fra å bruke slepte kombimaskiner, til å bruke konvensjonelle 3-punktsmonterte såmaskiner. Hovedargumentet deres er at de konvensjonelle maskinene er lettere, og man kan bruke mindre traktorer. Samtidig er de effektive og nøyaktige. Problemet er at de ikke sår ut kunstgjødsel. De fleste løser dette med å breispre kunstgjødsel på sålandet før de sår. Metoden er effektiv, men kunstgjødsel blir ikke plassert optimalt i forhold til såfrø, samtidig som det fordrer en eller to ekstra overkjøringer og kanskje en ekstra traktor i arbeid.

### Såprinsipper

De fleste kornprodusenter benytter seg i dag av radsående maskiner. Metoden går ut på at en såmaskin legger såfrø i rader ved hjelp av jordgående sålabber. Avhengig av labbens oppbygging og hvilken jordarbeiding som er gjort i såbedet, er sålabbene nokså nøyaktige på hvilken dybde såfrøet legges på. Det skilles hovedsaklig mellom to forskjellige radsåmaskiner. Konvensjonell- og kombimaskin. Den konvensjonelle radsåmaskinen sår kun ut såfrø, mens en kombimaskin sår ut både kunstgjødsel og såfrø samtidig. Kunstgjødsel legges da som regel mellom hver rad med såfrø, 2-4 cm dypere enn frøet. Ved bruk av konvensjonell såmaskin må man få sådd ut kunstgjødsel på andre metoder. Det er da vanlig å breispre kunstgjødsel med en sentrifugalspreder før såing. Breispredning legger kunstgjødsel på jordets overflate, og må derfor moldes ned senere. Nedmoldingen skjer som oftest ved hjelp av en såbedsharv. Man ønsker i de fleste tilfeller å legge kunstgjødsel dypere enn såfrøet, dette kan være vanskelig å oppnå med kombinasjonen sentrifugalspreder og såbedsharv (Morken, Bøe & Endrerud, 2003).

I en 3-årig forsøksserie sammenlignet Bioforsk Øst forskjellige gjødselstrategier for kornproduksjon. Det viste seg at breigjødsling med Fullgjødsel® 21-2-10 før såing ga om lag 40 kg pr. daa lavere avling, sammenlignet med radgjødsling av samme type og mengde gjødsel. Avlingsnedgangen ble om lag halvert der breigjødsling før såing ble kombinert med startgjødsling ved såing. Med hensyn til avling og kvalitet var det altså tradisjonell kombisåing med radgjødsling som kom best ut i forsøket (Hoel, Tandsæther, 2010).



---

## Jordpakking

*Når jord utsettast for tung trafikk, er det først og fremst dei store porane det går ut over. Innholdet av luft blir lågare. Jorda får redusert infiltrasjon og evne til å leie vatn. Planterøter møter større motstand.*

(Øpstad & Synnes 2005)

*Utnytting av tilført nitrogen vart målt til 55% på pakka jord, mot 71% på upakka jord. Dårlig utnytting på pakka jord skuldast venteleg auka avrenning og auka tap av NH<sub>3</sub>(ammoniak) og N<sub>2</sub>(nitrogen)*

(Øpstad & Synnes 2005)

Klimarapporter tyder på at vi i fremtiden kan forvente oss et våtere klima i Norge.

*Det forventes 5 til 30 prosent økning av gjennomsnittlig årsnedbør mot slutten av århundret. Det er ventet at den største nedbørsøkningen vil komme høst, vinter og vår, mens mindre endringer er beregnet for sommermånedene.*

(Johannessen, et al. 2013)

I september 2012 opprettet daværende landbruksminister, Trygve Slagsvold Vedum, en ekspertgruppe som skulle gi anbefalinger om tiltak til økt kornproduksjon i Norge. Ekspertgruppen skriver følgende om jordpakking;

*Skader på jordstrukturen på grunn av jordpakking fører til avlingsnedgang, og dette har vært et økende problem de siste 10-20 årene. De to viktigste årsakene til økte pakkingskader er bruk av større og tyngre maskiner med høyt lufttrykk i dekkene, og kjøring på fuktig jord. Pakkingskader i det øvre jordsjiktet kan ofte repareres på relativt kort sikt, mens pakkingskader i dypere jordskikt kan være vedvarende. De underliggende årsaker til dette kan være både strukturrasjonalisering (større areal per dyrker og overgang til større maskiner), sesonger med mer nedbør, og økt bruk av redusert jordarbeiding uten pløying. Det at kornarealet består av relativt mange og små skifter forsterker dette, da vendeteigene som pakkes mest utgjør en stor andel av disse skiftene.*

(Vagstad, et al. 2013)

Tungt utstyr kan føre til skadelig jordpakking, særlig på ulagelig jord. Hvis klimaforskerne har rett i at vi går en våtere fremtid i møte med mere regn, kan dette føre til vanskeligere forhold i våronn og innhøsting. Det betyr at man kanskje må ut på jorden da det ikke er lagelig nok. Dette kan bli en ond sirkel, hvor jorda blir mer og mer pakket, og blir mindre motstandsdyktig mot tunge maskiner.

## 2.1 Eksempler på eksisterende såmaskinløsninger

### 2.1.1 Kombisåmaskin, Väderstad Rapid C 3 m

Dette er en radsående kombimaskin med stor kapasitet. Maskinen legger såfrø med 12,5 cm mellomrom, og kunstgjødsel legges mellom såfrøradene på 25 cm mellomrom. Med en arbeidsbredde på 3 meter veier den rundt 3000 kg tom. Vekten vil variere noe ut ifra maskinens sammensetning av ekstrautstyr. Tanken rommer 3150 L. Rapiden står oppført med et trekkraftbehov på 100 hk (Väderstad, 2016)

Yara Mila 22-2-12 Granulert fullgjødsel har en egenvekt på 1 kg per liter (Yara, 2015)

Bygg med basiskvalitet har en egenvekt på 0.64 kg per liter. (Felleskjøpet, 2014)

$$1050 \text{ L} \times 0.64 = 672 \text{ kg}$$

$$2100 \text{ L} \times 1 = 2100 \text{ kg}$$

$$2100 \text{ kg} + 672 \text{ kg} = 2772 \text{ kg}$$

Hvis man fyller Rapidens volum med 1/3 såkorn og 2/3 kunstgjødsel vil dette veie 2772 kg.

Maskinens egenvekt pluss full tank med såkorn og gjødsel er lik 5772 kg. (Se regnestykke)

Trekkraftbehovet på en 3 meter Rapid står oppført til 100 hk. Erfaringsmessig kan dette behovet variere. Asbjørn Torp, korn- og grønnsaksbonde i Romedal, har kjørt Rapid i flere år. Han sier at behovet for trekkraft kommer ann på om man bruker maskinas sloddeplanke aktivt eller ikke, og om jorden har bratte bakker. Torp mener at 130 hk er optimalt, men hvis man ønsker å holde en fart på 12 km/t må man kanskje ha en traktor på 150 hk foran såmaskina (personlig kommunikasjon, 11. april 2016).

---

Amund Tofastrud, Odelsgutt fra Ilseng, deler sine erfaringer med Rapid'n. Han sier at det er viktig å ha litt tyngde på traktoren, slik at man får skikkelig feste med dekk. Er traktoren for lett vil den fort begynne å «hoppe» og grave foran såmaskina. (personlig kommunikasjon, 11. april 2016).

Ut i fra disse erfaringene ser det ut som at en traktor på 125 hk vil være nok for å kunne trekke Väderstad Rapid maskinen. En John Deere 6125R har 125 nominelle hk, og brukes derfor som eksempel. John Deeren veier 5500 kg (TractorData, 2016)

Såekvipasjen med Rapiden hengende etter John Deeren får en totalvekt på 5500 kg + 5772 kg = 11272 kg.

Pris Väderstad Rapid, ifølge selger på Felleskjøpet. Ca 400 000 kr (Personlig kommunikasjon, 31. mai 2016).

### **2.1.2 Konvensjonell såmaskin, Amazone D9 3 meter**

Amazone D9 er en konvensjonell mekanisk såmaskin som monteres i traktorens bakre 3-punkt feste. Maskinen legger såfrø med 12 cm mellomrom. Med en 3 meters arbeidsbredde veier såmaskinen 700 kg, vekten vil variere noe ut i fra maskinens sammensetning av ekstrautstyr. Tanken rommer 1000 L (Amazone, 2016)

Bygg med basiskvalitet har en egenvekt på 0.64 kg per liter. (Felleskjøpet, 2014)

$1000 \text{ L} \times 0.64 \text{ kg} = 640 \text{ kg}$

Fyller man tanken full med såkorn vil dette veie 640 kg. Maskines egenvekt pluss full tank med såkorn vil da bli 1340 kg.

Trekraftbehovet på D9 maskinen er i følge Ingar Høgmoen i AK-maskiner oppgitt til 60hk (personlig kommunikasjon, 26. april 2016). John Deere 5510 står oppført med en effekt på 80 hk, og brukes derfor som eksempel. Den har en egenvekt på 3400 kg (Tractordata, 2016). Såekvipasjen Amazone D9 og John Deere 5510 får da en totalvekt på 1340 kg + 3400 kg = 4740 kg.

Pris på Amazone D9, ifølge selger AK-maskiner. Ca 135 000 kr (personlig kommunikasjon, 01. juni 2016).

### 2.1.3 Erfaringer med bruk av konvensjonell såmaskin

Martin Skramstad, kornprodusent i Løten, benytter en Amazone 4 meter maskin til såing av korn. Han er veldig fornøyd med hvor lett maskina er, i forhold til jordpakking og trekkraft. Han ønsker ikke å bruke kombimaskin på grunn av vekt. Derimot ønsker han seg et startgjødselaggregat. Men er litt skeptisk til å kun så startgjødsel, og deretter tørre å vente med å spre kunstgjødsel til kornet har kommet opp (Personlig kommunikasjon, 11. april 2016).

Ole Kjøs, kornprodusent i Vang, benytter Amazone 3 meter. Kjøs sier han er fornøyd med maskinas lave trekkraftbehov. Han kan benytte en traktor av mindre størrelse og med tohjulstrekk, noe som fører til lett manøvrering og smal vendeig. Han breisprer kunst – og husdyrgjødsel før såing (Personlig kommunikasjon, 30. mai 2016).

Morten Børke, kornprodusent i Vang, benytter en konvensjonell Kuhn 4 meter maskin til såing av korn. Tidligere brukte han en 4 meter slept kombisåmaskin, men på grunn av kombimaskinens tyngde og påfølgende jordpakking valgte han å bytte til konvensjonell såmaskin. Børke sier at han er veldig fornøyd med Kuhn-maskinen. Han breisprer kunstgjødsel på pløyd åker, og sprer i tillegg husdyrgjødsel. Kuhn produserer også startgjødselaggregat til frontmontering, men dette er kostbart. Børke kunne tenke seg en billigere løsning, som fikk kunstgjødsel ned i bakken. (Personlig kommunikasjon, 30. mai 2016).

På bakgrunn av økende problemer med jordpakking er det av interesse å konstruere en løsning med lav totalvekt, men som fortsatt kan så ut både kunstgjødsel og såkorn på en overkjøring. Målet er å kunne opprettholde god effektivitet, lav totalvekt og høy omsorg for matjorda. Dette kan gjøres for eksempel ved å montere to konvensjonelle såmaskiner på en traktor. Ettersom begge maskinene vil bli 3-punktsmonterte, vil ekvipasjen forhåpentligvis bli smidig og kreve en smal vendteig, og dermed egne seg godt på norsk arrondering.

Hovedmålet i denne oppgaven er å konstruere en frontmontert løsning for utsåing av kunstgjødsel.

Delmål:

- Valg av konstruksjon og ombyggingsmetode
- Kostnad
- Vekt
- Enkel testkjøring og erfaringer ved praktisk bruk

For den frontmonterte maskinen tas det i denne oppgaven utgangspunkt i en eldre Nordsten konvensjonell 3 meter såmaskin. Maskinens utmatersystem og girkasse fungerer, så hovedoppgaven vil bli å bygge den om for frontmontasje.

### 3. Metode

Konstruksjonsoppgaven går ut på å bygge om en eksisterende såmaskin fra å være bakmontert, til å ha mulighet for frontmontasje. Det står mellom 3 forskjellige konstruksjonmåter, og concept screening vil bli brukt for å finne ut hvilken som er best. Concept screening går ut på å sette de 3 forslagene til konstruksjoner opp mot hverandre, og deretter gi de poeng etter gitte kriterier (Creating minds, s.a.). Konstruksjonen med høyest score blir valgt.

Etter at riktig konstruksjon er valgt ut i fra gitte kriterier, begynner konstruksjonsfasen.

Etter ferdigstillelse av konstruksjonen , må maskinen testes i felt. Testkjøringen fokuserer på hvordan maskinen oppfører seg ved frontmontering. Vil konstruksjonen tåle belastningene, og kan maskinen kjøres i sving? Hvis disse testene går bra, og det viser seg at det blir tid til videre testing, kan det fokuseres på kunstgjødslens plassering i jorda.

### 3.1 Materiale

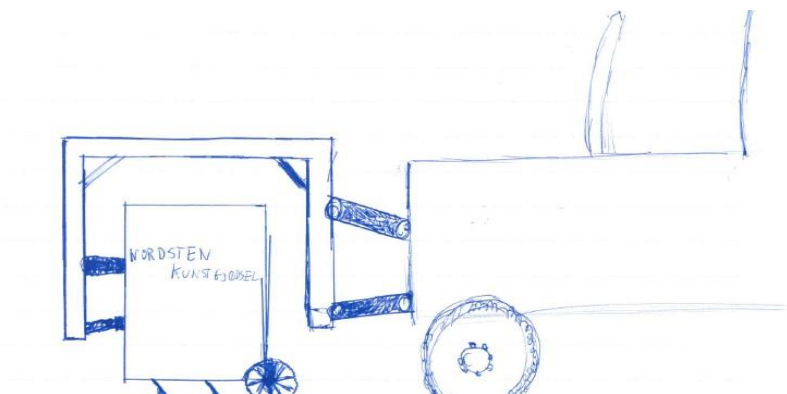
Ettersom såmaskinen allerede er et ferdig produkt i form av en Nordsten såmaskin, er det ombygging til frontmontering som blir konstruksjonsjobben. Det er skissert 3 forskjellige ideer for ombygging, og concept screening har blitt brukt for valg av riktig løsning.

Følgende kriterier blir gitt poeng fra 1-5, hvor 5 er høyest:

- A. Vekt: Antatt vekt på selve konstruksjonen, og dermed såmaskinens totalvekt.
- B. Vektfordeling: Jo nærmere traktoren såmaskinen kan monteres, jo bedre vektfordeling.
- C. Pris: Antatt totalpris på materialer
- D. Sikt: Konstruksjonen bør ikke hindre for god sikt fremover
- E. Arbeidsinnsatts: Antatt arbeidsmengde ved bygging av konstruksjon

#### Skisse nr. 1 Overhengende oppheng

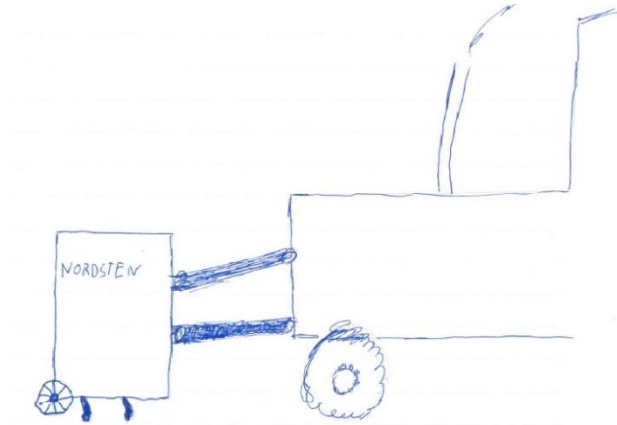
Denne konstruksjonen går ut på å lage et oppheng fra traktorens fronthydraulikk, over såmaskinen og ned på 3-punktsfestet som allerede eksisterer. Med denne løsningen slipper man å konstruere et nytt 3-punktsfeste på såmaskinen, og man trenger ikke bygge om utmatingsmekanikken.



Figur 1. Overhengende oppheng, av forfatteren 2016.

### Skisse nr. 2 Snudd såmaskin

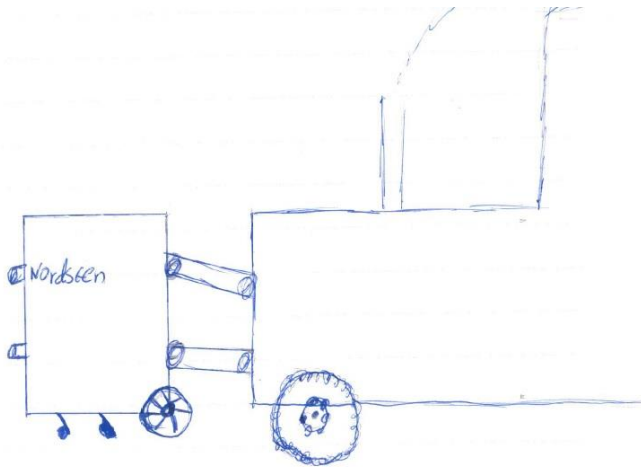
Med denne konstruksjonen bruker man det eksisterende 3-punktsfestet på såmaskinen, ved å snu hele maskinen 180 grader rundt. Når maskinen er snudd må utmatingsmekanikken enten snus 180 grader tilbake, eller byttes ut med et annet system. Dette kan være hydraulisk, elektrisk eller mekanisk.



Figur 2. Snudd såmaskin, av forfatteren 2016.

### Skisse nr. 3 Ny 3-punkt bak såmaskinen

Denne konstruksjonen går ut på å lage et nytt 3-punktsfeste bak på såmaskinen. For å få til dette må rammen bakover forsterkes slik at maskinen tåler å bli løftet i bakkant. Løsningen gjør det mulig å kjøre maskinen i sin originale retning, og man kan derfor bruke eksisterende utmatersystem.



Figur 3. Ny 3-punkt, av forfatteren 2016.



Tabell 1. Poengfordeling concept screening.

Kriterier	Nr. 1 Overhengende oppheng	Nr. 2 Snudd såmaskin	Nr. 3 Ny 3-punkt bak
A. Estimert vekt	2	4	3
B. Vektfordeling	2	4	4
C. Antatt pris	2	4	4
D. Sikt	3	5	5
E. Arbeidsinnsats	2	1	4
	11	18	<b>20</b>

Kriteriet som skiller mest på de 3 alternativene er E, arbeidsinnsats. Å snu maskinen som i alternativ nr. 2 vil kreve å bygge om maskinens utmatingsmekanikk. Det er antageligvis en komplisert og tidkrevende jobb. Og alternativet får derfor lav poengscore på det kriteriet.

Alternativ nr. 3 får høyest poengsum. Også med tanke på maskinens brukervennlighet etter ombygging, er antageligvis alternativ nr. 3 best.

Skisse nr. 3, Ny 3-punkt bak såmaskinen, blir derfor valgt til videre arbeid.

## 4. Resultat

### 4.1 Ombygging

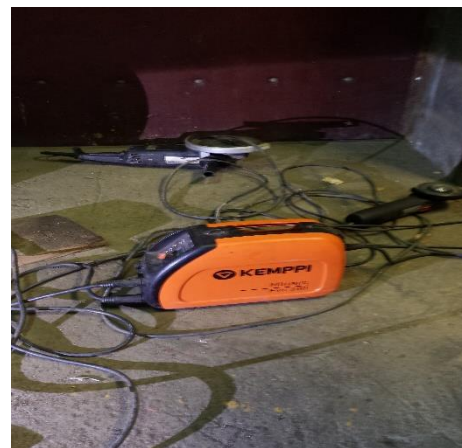
Konstruksjonen av ny 3-punkt skjedde i verkstedet på Grimset gård.

Konstruksjons stålet brukt til ombyggingen har jeg kjøpt på Blæstad, og er av typen S235.

Det er kappet med båndsag og vinkelsliper. Mesteparten av sveising ble utført med et MIG-apparat av typen Wallius LKC 280 Master (figur 4). Noe av sveisingen på de mest bærende punktene i konstruksjon fikk jeg en kamerat med fagbrev innen svesing til å gjøre. Han brukte et Kemppi Minarc Evo 180 pinneapparat (figur 5). Brakettene for innfestning av trekkstenger ble laget av TL Mek AS. All tegning, kapping, tilpasning, samt mesteparten av sveisingen har jeg gjort selv.



Figur 4. MIG sveiseapparat, av forfatteren 2016.



Figur 5. Kemppi pinneapparat, av forfatteren 2016.

Istedenfor å tegne en ny ramme til såmaskinen ble det lagd en ramme i tre.

Dette gjorde det lett å se hvordan utforming av ny konstruksjonen kunne bli, uten at den kom i konflikt med såmaskinens funksjon. Når trerammen så tilfredstillende ut, gikk prosessen med å lage en ny ramme i stål igang.



Figur 6. Modell i tre, av forfatteren 2016.

Den eksisterende rammen foran ble forlenget bakover ved å montere 4 kvadratiske hulprofiler i dimensjonen 50x50x5mm



*Figur 7. Dragere forlenger ramme bakover, av forfatteren 2016.*

De 4 «dragerne» bakover legger grunnlaget for den nye 3-punkstramma, og det er derfor viktig at de blir montert midt på maskina, med lik avstand mellom hver. Målinger ble utført med meterstokk, vater og vinkel. Det ble montert 4 skråstivere fra «dragerne» og opp til tverrgående rørramme, for å gi god støtte når maskinen skal løftes (figur 8). Dimensjon brukt på skråstivere er 40x40x4mm.



*Figur 8. Dragere med avstivning, av forfatteren 2016.*

For å komme til på undersiden, og få sveiset godt rundt hele, ble maskina snudd opp ned (figur 9).



*Figur 9. Sveising på underside, av forfatteren 2016.*

For å ta belastning sideveis ble det lagt på en skråstiver på hver ende av maskina. Sveisefuger ble lakkert for å hindre korrosjon (figur 10). Dimensjon brukt på skråstivere er 40x40x4mm.

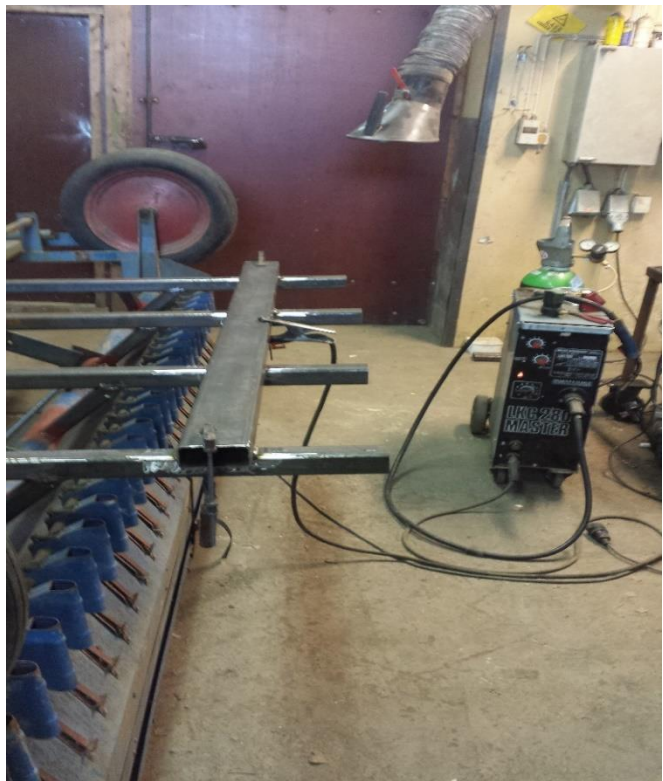


*Figur 10. Avstivning sideveis, av forfatteren 2016.*

En rektangulær hulprofil-bjelke på 100x50x5mm ble montert parallelt med tverrgående eksisterende bjelke. Det ble valgt en ganske grov dimensjon, for at den skal tåle mye vekt og for å ha god plass/flate til å bygge opp en ny 3-punkt på (figur 11).



*Figur 11. Tverrgående bærebjelke, av forfatteren 2016.*

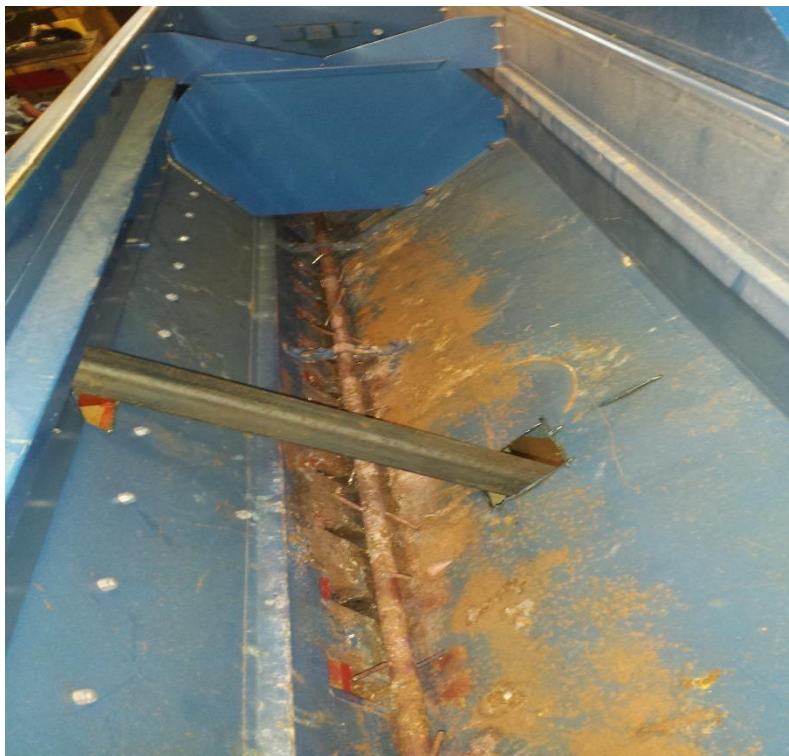


*Figur 12. Fastsveising av tverrgående bærebjelke, av forfatteren 2016.*

For å gi god støtte til maskinens nye toppstagfeste, ble det skjært hull i såkassen og satt inn en hulprofil på 40x40x4mm, fra nederst på eksisterende 3-punktsfeste og opp til det nye (figur 13 og 14).



*Figur 13. Geometri på ny 3-punkt, av forfatteren 2016.*



*Figur 14. Skråstiver gjennom såkasse, av forfatteren 2016.*

4-kant røret som ble trekt gjennom såkassa ble sveiset fast nederst på det eksisterende toppstagårnet foran på såmaskinen (figur 15). Her ble det tredd på en 50x50x5mm bit for å få bedre festepunkt. 40x40x5mm røret ble sveist fast til eksisterende ramme, og 50x50x5mm røret ble deretter festet med flattjern.



*Figur 15. Skråstiver fastsveiset på eksisterende 3-punkt, av forfatteren 2016.*

Selve festet til toppstaget ble laget av flattjern i dimensjon 80x15mm med 1 toms hull til kategori 2 toppstagsbolt (figur 16). Disse ble sveiset fast på hver side i toppen av toppstagårnet.



*Figur 16. Måling av senter hull til toppstagsbolt, kat. 2, av forfatteren 2016*



*Figur 17. Boring av kategori 2 hull toppstagbolt, av forfatteren 2016.*



*Figur 18. Ferdig hull i flattjern, av forfatteren 2016.*

Rundt 4-kant røret som ble trekt fra maskinens fremre 3-punkt og gjennom såkassa, ble det tredd på et 50x50x5mm stål. Da ble dimensjonen lik den på tårnet, og de ble et bedre festepunkt for sammensveising og festing av flattjern (figur 19).



*Figur 19. Hylse rundt skråstiver, av forfatteren 2016.*



Fra toppstagtårnet og ned til hver side ble det festet 2 40x40x4mm for å stive av tårnet, og gi god støtte mot krefter sideveis (figur 20).



*Figur 20. Ny geometri bak såmaskinen, av forfatteren 2016.*

Brakettene for trekkstengene ble laget av TL Mek AS, ut i fra min idè og tegning. Brakettene består av 120x14 flattjern. For at såmaskina skulle kunne vandre noe opp og ned, ble det valgt å ha slisser på trekkstangfestene. Disse ble laget ved å borre ut to 28 mm hull i hver ende av slissa, for å så skjære ut resten med vinkelsliper. 28 mm hull tilsvarer dimensjonen til en kategori 2 bolt. For å få rikelig med feste til ramma, ble det skjært ut et spor i bak kant av brakettene (figur 21).



*Figur 21. Braketter til trekkstengenes feste i 3-punkt, av forfatteren 2016.*

Det endelige resultatet av 3-punkt konstruksjonen så tilfredstillende ut (figur 22). Avstandene mellom de 3 påkoblingspunktene viste seg å være riktig, og det var enkelt å koble på traktorens fronthydraulikk (figur 23).



*Figur 22. Ny ferdigstilt 3-punkt, av forfatteren 2016.*



*Figur 23. Maskin montert på traktor, av forfatteren 2016.*

### 4.1.1 Kostnadskalkyle, ombygging

Hele byggeprosessen, fra idè til ferdigstilling, tok omtrent 50 timer.

Slike ombyggingsprosjekter bærer preg av mye egeninnsats, og er derfor dugnadspreget. Men for å gi en illustrasjon av hvor mye det ville kostet med innleid hjelp, regnes det her med timespris på 200 kr. Skulle man satt bort hele prosjektet til et verksted, ville timesprisen vært mye høyere, og ombyggingen ville kanskje ikke forsvart seg økonomisk.

50 timer x 200 kr/t = 10 000 kr.

Av materialer ble det brukt S235 konstruksjonstål i oppgitt mengde:

50x50x5 Kvadratisk hulprofil 4,5 meter x 6,5 kg per meter = 29kg.

Pris per kg = 30 kr x 29kg = 870 kr

40x40x4 Kvadratisk hulprofil 4,5 meter x 4,3 kg per meter = 19 kg.

Pris per kg = 30 kr x 19 kg = 570 kr

80x15 Flattjern 0,4 meter x 9,60 kg per meter = 4 kg.

Pris per kg = 60 kr x 4 kg = 240 kr

Totalt stål kjøpt på Blæstad = 870+570+240 = 1680 kr

100x50x5 Rektangulær hulprofil 1,7 meter, 250 kr

Braketter laget hos TL Mek AS, 1000 kr

Innkjøp av Nordsten såmaskin, 3000 kr

Totalpris inkludert arbeidstimer 15 930 kr

### 4.1.2 Vekt og trekkraftbehov, frontmontert Nordsten

Med en 3 meters arbeidsbredde og påbygg for frontmontasje er estimert vekt på Nordsten såmaskinen 400 kg. Såkassa tar ca 400 L.

Yara Mila 22-2-12 Granulert fullgjødsel har en egenvekt på 1 kg per liter (Yara, 2015).

$$400 \text{ L} \times 1 \text{ kg} = 400 \text{ kg}$$

Fyller man Nordstenmaskinen full vil dette veie 400 kg. Maskinens egenvekt pluss full tank med kunstgjødsel vil da bli 800 kg.

Traktoren Nordstenmaskinen ble montert på var en New Holland TL100A. Den står oppført med 98 hk. Traktoren har en egenvekt på 4000 kg (Tractordata, 2016).

Såekvipasjen Nordsten og New Holland TL100A får da en totalvekt på 800 kg + 4000 kg = 4800 kg.

## 4.2 Testkjøring

Test 1 tar for seg hvordan såmaskinen reagerte på frontmontering. Test 2 ser videre på hvordan kunstgjødsla ble plassert i jorda. All testkjøring foregikk på Høgskolen i Hedmark, avdeling Blæstad, hvor det i våronna ble satt av et felt på et halvt dekar. I testkjøringen fikk jeg god hjelp av medstudentene Audun Leistad og Andreas Beachell Myki.

### 4.2.1 Test 1 Frontmontasje



*Figur 24. Nordsten og Amazone montert på traktor, av forfatteren 2016.*

Konstruksjonen tålte belastningene den fikk når maskinen ble påmontert traktorens fronthydraulikk (figur 24). Maskinen ble testet i transport på veg og i arbeid på jordet, den tålte begge deler. På jordet prøvde vi å kjøre maskinen i slake svinger, noe den tålte. Ved krapp svinging får frontmontasjens hjul stor belastning, ettersom de ikke er svingbare. Rette drag er å foretrekke. Traktorens fronthydraulikk var ustyrt med «halv flyt», det vil si at man mekanisk kunne gi trekkstengene noe spillerom hva gjelder vandring opp og ned. Dette i kombinasjon med slissene utskjært i trekkstengfestene i maskinas trepunkt, tillot maskinen å følge terrenget noe. Det optimale hadde vært en fronthydraulikk som var utstyrt med hydraulisk flyt, da kan maskinen følge terrenget fullt ut.

## 4.2.2 Test 2 Kunstgjødslas plassering

Det ble valgt å kjøre to forskjellige tester på utsåing av kunstgjødslas. Den ene var å bruke de originale Nordsten sålabbene til å legge ut gjødsla. Den andre testen gikk ut på å slippe kunstgjødsla fritt ned på bakken, og la en bakmontert konvensjonell Amazone såmaskin molde ned gjødsla. Amazone såmaskinen var utstyrt med skållabber.

For ordens skyld blir den frontmonterte såmaskinen heretter kalt Nordstenmaskinen, og den bakmonterte såmaskinen kalt Amazonemaskinen.

Jordet kan ikke karakteriseres som lagelig på testdagen, men på grunn av usikre værmeldinger valgte vi å kjøre forsøket. Av jordbearbeiding var feltet tidligere pløyd, sloddet og harvet. Feltet ble harvet på testdagen, med en dybde på 5-6 cm.

### Utsåing av kunstgjødslas, sålabber

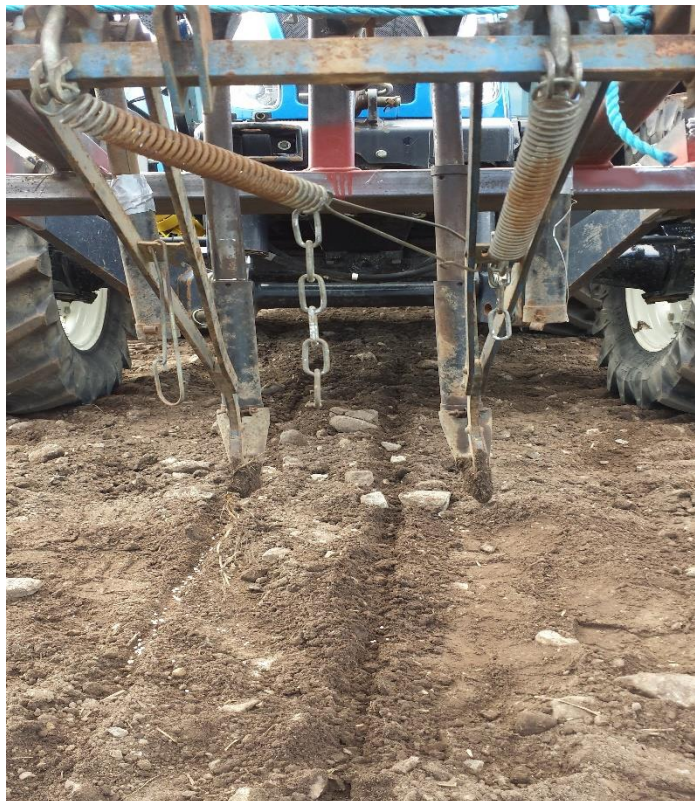
Det ble montert to originale sålabber på midten av Nordstenmaskinen, slik at utsåingen ikke ville bli påvirket av overkjøring av traktorens dekk. Sålabbene ble belastet med fjærtrykk fra originale Nordsten fjører.

Først ble det kjørt et drag med ei fjør på hver sålabb, deretter et drag med to fjører på en sålabb (figur 25).

Sådybde 1 fjør: 5 – 5.5 cm

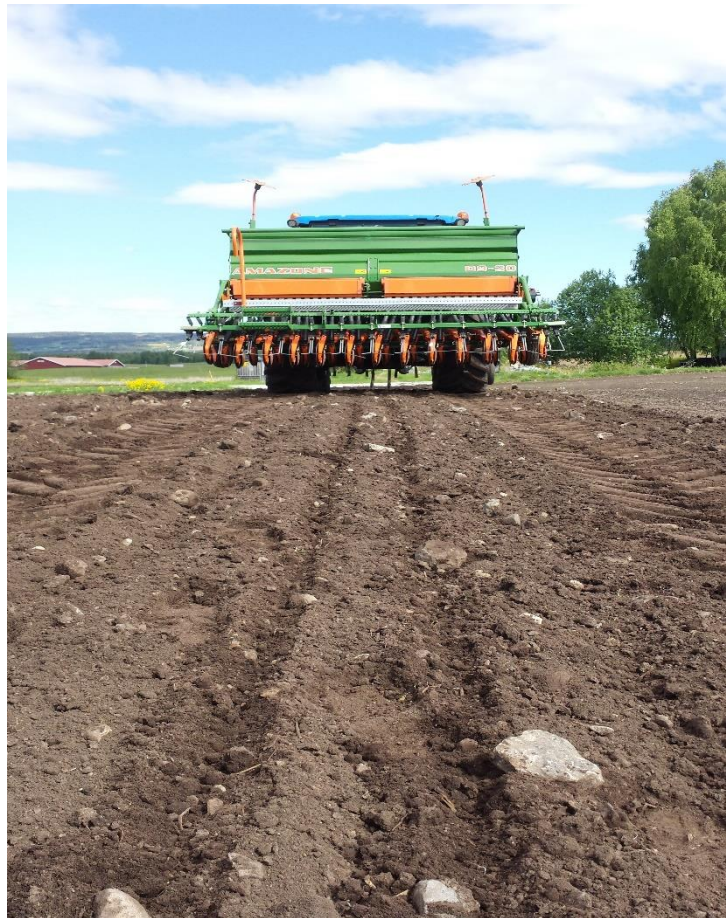
Sådybde 2 fjører: 5 – 6 cm

Antageligvis var begge fjørbelastningene store nok til at sålabbene søkte seg ned til harvesåla på 5-6 cm.



Figur 25. Nordsten sålabb med fjørbelastning, av forfatteren 2016.

Det ble også kjørt et drag der sålabben med 2 fjører sådde ut kunstgjødsel samtidig som Amazonemaskinen sådde ut såkorn bak. Med lavt fjærspenn på Amazonens skåler la såkornet seg på omtrent samme dybde som kunstgjødsla. Det vil si at labbene på både Nordsten og Amazonen antageligvis søkte harvesåla.



*Figur 26. Spor etter Nordsten sålabber, av forfatteren 2016.*



*Figur 27. Måling av dybde, av forfatteren 2016.*

## Utsåing av kunstgjødsel, frislepp og nedmolding med Amazonemaskin

De originale rørene som går ned i Nordsten sålabbene ble demontert fra sålabbene, og hengt fritt ned fra utmatervalsen (figur 28). Det ble kun matet ut gjødsel fra annenhver utmateråpning. Det gir et mellomrom på 25 centimeter mellom hvert



*Figur 28. Rør fra utmatervalse, av forfatteren 2016.*

rør. Det ble først kjørt et drag med en hastighet på 5 km/t. Nordstenmaskinen slapp kunstgjødsel fritt ned på jordbakken foran, mens Amazonemaskinen bak sådde ut såkorn samtidig som den moldet ned kunstgjødslen. Resultatet ble at såkornet la seg på ca 4 cm dybde, og kunstgjødsel ble spredd rundt og la seg i sjiktet 0-2 cm dybde.

Deretter kjørte vi et drag med en hastighet på 7 km/t. Såkorn og kunstgjødsel la seg på samme dybde, men det så ut til at kunstgjødsel ble spredd litt mere rundt i såfeltet, antageligvis på grunn av høyere hastighet.



*Figur 29. Amazone og Nordsten i samarbeid.*



---

## 5. Diskusjon

Konstruksjonen av en frontmontert løsning for utsåing av kunstgjødsla var vellykket. Maskinen fungerte bra under praktisk testing. Erfaringsgrunnlaget fra testingen er foreløpig noe spinkelt, men ingen umiddelbare problemer er funnet så langt. Den nye rammen har tålt belastningene den har fått, både ved arbeid på jordet og ved transport på veg. Dette tyder på at valg av konstruksjon var riktig.

I forsøket hos Bioforsk Øst kom de frem til at kombisåing med radgjødsla var best med tanke på avling og kvalitet (Hoel, Tandsæther, 2010). I testkjøringen av maskinen viste det seg at det var fullt mulig å få kunstgjødsla ned i bakken, noe avhengig av hva som var gjort av jordbearbeiding først. Dette viser at det er mulig å radgjødsla med en slik frontmontert maskin.

Jordpakking kan være skadelig for jordas evne til å frakte vann og næringsstoffer (Øpstad & Synnes, 2015). Vekten på den frontmonterte Nordstenmaskinen er estimert til 800 kg med full tank. Amazone D9 veier 1340 kg med full tank. Hekter man begge maskinene på traktoren brukt under testkjøring, blir totalvekten på ekvipasjen 6140 kg. Det er 368 kg mer enn hva en fullastet Väderstad Rapid (5772 kg) veier alene. Regner man med traktoren som skal dra Rapiden kommer totalvekten på ekvipasjen opp i 11272 kg. Over 5 tonn mer enn hva ekvipasjen Nordsten og Amazone veier.

Ekspertgruppen opprettet av Trygve Slagsvold Vedum, påpeker at mye av jordpakkingen skjer på vendteigen, særlig på mindre skifter (Vagstad, et al. 2013). Med to 3-punktsmonterte redskaper som Nordsten og Amazone, kan man snu på en mindre vendteig, ettersom begge redskapene blir løftet opp fra bakken og det er kun traktoren som må snus. I motsetning til en slept redskap, der man bør ha stor plass for å få til en god sving. Dette kan føre til smalere vendteig, og dermed mindre jordpakking.

Total pris på innkjøp og ombygging av Nordstenmaskinen endte på 16 000 kr

Prisen på en ny Amazone D9 3 m ligger på 135 000 kr

Prisen på en ny Väderstad Rapid C 3 m ligger på 400 000 kr

Ved å legge inn mye egeninnsats, blir en ombygging som dette svært rimelig. Hvis kombinasjonen Nordsten og Amazone kan være et alternativ til en kombimaskin som Väderstad Rapid, vil det være et alternativ som er 250 000 kr billigere enn Rapiden.

Ut ifra kommunikasjon med bønder som bruker konvensjonell såmaskin, kom det frem at det er et ønske om å benytte en billig og enkel løsning for utståing av kunstgjødsel. En noe videreutviklet versjon av Nordstenmaskinen, kan være et alternativ til denne løsningen.

Av feilkilder i oppgaven vil det hovedsaklig dreie seg om testkjøringen, da det kun ble utført et forsøk, på et skifte. Dette fører til at maskinen ikke har blitt testet i forskjellige jordarter, med forskjellig stein- og moldinnhold.

## 5.1 Forslag til videre arbeid

For å videreutvikle den frontmonterte Nordstenmaskinen bør det testes forskjellige sålabbløsninger, i forskjellig jordsmonn. For å hindre at maskinen drar opp unødvendig mye stein, kan skållabber være et godt alternativ.

Det bør ses nærmere på hvor arealeffektiv kombinasjonen Nordsten & Amazone er i forhold til en moderne kombimaskin som Väderstad Rapid. Rapiden har stor tank, og trenger dermed ikke fylles så ofte. En nærmere studie av oppspiring og avlingsresultat kan også være interessant.

Jordpakkingen bør studeres nøyere. En Väderstad Rapid er utstyrt med en egen hjulgang som dekker hele arbeidsbredden, samtidig som noe av vekten hviler på trekktraktoren. På kombinasjonen Nordsten & Amazone hviler stort sett all vekt på traktoren, bortsett fra 2 små hjul som er montert på hver maskin. Jordpakking bør derfor måles ut i fra vekt og dekkutrustning/bæreflate.

## **6. Konklusjon**

Det er fullt mulig å konstruere en frontmontert maskin for utsåing av kunstgjødsel, som både er billig og har lav totalvekt.

## Litteraturliste

Amazone. 2016. *Tekniske data D9*. Lokalisert på <http://www.amazone.co.uk/226.asp>

Creating minds (s.a.). *Concept screening*. Lokalisert på [http://creatingminds.org/tools/concept\\_screening.htm](http://creatingminds.org/tools/concept_screening.htm)

Felleskjøpet. 2015. *Kornguiden sesongen 2015/16*. Felleskjøpet Agri

Hoel, B & Tandsæther, H. 2010. Gjødslingsstrategier – effektiv våronn. *Jord og plantekultur*. 128-130. Lokalisert på [http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/70999/017\\_GjodslingOgGjodslingsstrategier.pdf](http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/70999/017_GjodslingOgGjodslingsstrategier.pdf)

Johannessen, J., Omar, A., Sorteberg, A., Nesje, A., Lawrence, D., Jansen, E.,... Sobolowski, S., 2013. *Fremtidens Klima i Norge*. Lokalisert på <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M34/M34.pdf>

Morken, J.M., Bøe J.K., Endrerud H.C. (2003). *Landbruksmaskinar*. Oslo: GAN forlag.

Synnes, O.M. Øpstad, S. 2005. Jorpakking, jorda si toleevne, verknad og overskriding. *Grønn kunnskap 2005*. 152-153. Lokalisert på <http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/19492/opstad.pdf>

TractorData. 2016. *Teknisk data John Deere 6125R*. Lokalisert på <http://www.tractordata.com/farm-tractors/007/1/5/7155-john-deere-6125r-dimensions.html>

TractorData. 2016. *Teknisk data John Deere 5510*. Lokalisert på <http://www.tractordata.com/farm-tractors/001/8/8/1888-john-deere-5510.html>

TractorData. 2016. *Teknisk data New Holland TL100A*. Lokalisert på <http://www.tractordata.com/farm-tractors/006/3/6/6362-new-holland-tl100a.html>

Vagstad, N, Abrahamsen, U., Strand, E., Uhlen, A.K., Lund, H.J., Rognlien, A.,... Solberg, H. (2013). Økt norsk kornproduksjon, utfordringer og tiltak. Ås. Lokalisert på [https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/lmd/vedlegg/brosjyrer\\_veiledere\\_rapporter/korn\\_rapp\\_030213.pdf?id=2086633](https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/lmd/vedlegg/brosjyrer_veiledere_rapporter/korn_rapp_030213.pdf?id=2086633)

Väderstad. 2016. *Tekniske data Rapid*. Lokalisert på <http://www.vaderstad.com/products/drills/rapidcs>

Yara. 2014. *Gjødselhåndbok 2014/2015*. Yara Norge.