



Høgskolen i **Hedmark**

Avdeling for anvendt økologi og landbruksfag

Stian S. Gunnarsen

## Bacheloroppgave

### Direktesåing i eng

Faktorer ved såmaskinens kniver som påvirker  
såskårets utforming

Direct seeding in meadow

Factors by the seed drill coulter that affects  
the seed furrow design

Landbruksteknikk

2016

Samtykker til utlån hos høgskolebiblioteket JA  NEI

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage JA  NEI

## Forord

Denne oppgaven er på mange måter siste hånden på verket etter 3 år som student. Ideen om å skrive om direktesåing i eng fikk jeg fra Hans Christian Endrerud. I de nordlige områder av Norge, der jeg har vokst opp, brukes jorda i stor grad til engdyrking. Etter en hard vinter, med skader i enga som resultat, er det mange tilfeller der en direktesåmaskin kunne gjort nytten sin. Dette gjorde at jeg hadde lyst til å lære mer om hvordan denne metoden for såing fungerer. Med forsøket som er gjennomført har jeg fått erfare at praktisk feltarbeid med påfølgende resultatanalyser er krevende. Etter mange timer på jordet og foran PC-skjermen, håper jeg resultatet av forsøket vil være av interesse.

Jeg vil rette en stor takk til veilederen min Hans Christian Endrerud, for god veiledning, gode innspill og tips underveis i prosessen. Det har vært et givende samarbeid.

Jeg vil også takke Lars Erik Ruud, Marius Kjøsberg og Morten Tofastrud for god veiledning.

Videre vil jeg takke Underhaug AS v/ Ben Henrik Underhaug og Kenneth Underhaug. De har gjort det mulig å gjennomføre forsøket ved å produsere deler til forsøksriggen.

I prosessen med å analysere forsøksdata har Harry P. Andreassen vært til uvurderlig hjelp.

Til å lese korrektur har jeg fått kyndig hjelp av Karen Sand. En stor takk til dere også.

Sist, men ikke minst, vil jeg takke gjengen på Gutteberg Gård og andre medstudenter for støtte og godt vennskap gjennom 3 fine studieår.

Blæstad, 2. juni 2016

---

Stian Sand Gunnarsen

---

## Sammendrag

Landbruket er i stadig utvikling, med teknologiske nyvinninger som skal gjøre drifta mer rasjonell og effektiv. I Norge er i overkant av 4,7 millioner dekar av landets jordbruksarealer brukt til dyrking av eng. Ved fornying og vedlikehold av enga kan direktesåing være et alternativ til tradisjonelt gjenlegg. Med utgangspunkt i direktesåingsmetoden der grasfrøene blir felt ned i et skår, er det foretatt en test av forskjellige typer kniver, montert på en forsøksrigg.

Problemstillingen har vært å finne ut om knivenes skjærvinkel og tykkelse, samt vekten de blir belastet med, har effekt på utforming av skåret og frøets mulighet for jordkontakt.

Knivene som er testet har skjærvinkel på 25°, 60° og 90°, alle i 2 og 3 mm tykkelse, og er belastet med vekter på 21,5 kg, 41,5 kg og 61,5 kg. Skårenes dybde og bredde er målt systematisk, samt at forhold som frøets mulighet for jordkontakt og utseende er vurdert. Innsamlet forsøksdata er behandlet i Microsoft Excel og analyseprogrammet R, for å fremskaffe forståelige resultater.

Forsøkets mest interessante resultat er at knivens skjærvinkel har en signifikant effekt på om det blir laget et skår eller ikke. For knivene med 60° og 90° skjærvinkel (begge tykkelser) var den gjennomsnittlige sannsynligheten for at det ble laget skår på under 50%. Dette var i liten grad et problem ved bruk av kniv med 25° skjærvinkel, da det var en gjennomsnittlig sannsynlighet på 91% for at det ble laget skår.

Konklusjonen har i stor grad blitt trukket på bakgrunn av disse resultatene. Kniv med 60° og 90° skjærvinkel, i både 2 og 3 mm tykkelse, anses for å være for dårlig utformet til å lage skår som gir frøet god jordkontakt. For kniv med 25° skjærvinkel var resultatene mer positive, der den både i 2 og 3 mm utførelse, jevnt over laget gode skår som i størst grad tilfredsstiller frøets behov for jordkontakt. Under de rådende forhold som knivene er testet i, var det to kombinasjoner av knivtype og vektbelastning som skilte seg ut som best:

- 25° skjærvinkel, 2 mm tykkelse, 41,5 kg vektbelastning
- 25° skjærvinkel, 3 mm tykkelse 61,5 kg vektbelastning

For å finne ut om det er kombinasjoner som fungerer mer optimalt, må det gjennomføres tester av andre typer kniver, gjerne der en tester dem på forskjellige typer plantedekke og jordarter.

## Abstract

Agriculture is constantly evolving with technological innovations that makes farming more rational and efficient. Just above 1,16 million acres of the total agriculture land in Norway, are used to grow meadow. When meadow renewal and maintenance is necessary, direct seeding might be an alternative to traditional tillage. With basis in a direct seeder that cuts a seed furrow, different types of knives have been tested, by fitting them on a test rig.

The aim of this study has been to find out how the knives shear angle, thickness and the weight load on them affects the design of the seed furrow, and if the seed-soil contact is satisfactory.

Knives with 25°, 60° and 90° shear angle, all three with both 2 and 3 mm thickness, have been tested with 21,5 kg, 41,5 kg and 61,5 kg amount of weight load. The seed furrow's depth and width has been measured, in addition to evaluation of the seed-soil contact and seed furrow appearance. The experiment data has been processed in Microsoft Excel and analyzed in a software program called R.

The main result of the experiment shows that the shear angle has a significant effect on whether the knives made a seed furrow or not. Knives with 60° and 90° shear angle (both thicknesses), had under 50% average probability of making a seed furrow. The knives with 25° shear angle, showed a better result, with 91 % average probability of making a seed furrow.

The conclusion is largely based on these results. Knives with 60° and 90° shear angle, both 2 and 3 mm thickness, are too poorly designed to make seed furrows with satisfactory seed-soil conditions. Knives with 25° shear angle, both 2 and 3 mm thickness, consistently designs good seed furrows, and good seed-soil contact can be achieved. That being said, there were two combinations of knife types and weight loads that performed better than the others:

- 25° shear angle, 2 mm thickness, 41,5 kg weight load
- 25° shear angle, 3 mm thickness, 61,5 kg weight load

To find out if there are other combinations that will perform better, other types of knives have to be tested, perhaps with several types of plant covers and soil types.

---

## Innhold

<b>FORORD</b> .....	<b>2</b>
<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>3</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>1. INNLEDNING</b> .....	<b>7</b>
1.1 BAKGRUNN FOR OPPGAVEN .....	7
1.2 ENGDYR KING I NORGE .....	8
1.2.1 <i>Hvor dyrkes det gras?</i> .....	8
1.3 VILKÅR FOR ENG- OG BEITEDYR KING.....	9
1.3.1 <i>Fra frø til plante</i> .....	9
1.3.2 <i>Vann</i> .....	10
1.3.3 <i>Surhetsgrad i jordvæska</i> .....	11
1.3.4 <i>Jordstruktur</i> .....	11
1.3.5 <i>De vanligste artene av enggras og engbelgvekster</i> .....	12
1.4 ENGFORNYING .....	15
1.4.1 <i>Tradisjonelt gjenlegg</i> .....	15
1.4.2 <i>Direktesåing</i> .....	15
1.5 PROBLEMSTILLING .....	16
1.6 MÅLSETTINGER.....	17
1.7 AVGRENSINGER .....	17
<b>2. METODE</b> .....	<b>18</b>
2.1 DIREKTESÅMASKIN UM 7900 .....	18
2.1.1 <i>Såski og knivtyper</i> .....	19
2.2 BYGGING AV FORSØKSRIGG .....	21
2.3 FORSØKSDESIGN .....	25

---

2.3.1	<i>Praktisk gjennomføring av forsøket</i> .....	26
2.4	KVANTITATIVE OG KVALITATIVE VURDERINGER AV KNIVSKÅR .....	28
2.4.1	<i>Kvantitet</i> .....	28
2.4.2	<i>Kvalitet</i> .....	28
2.4.3	<i>Dokumentasjon med foto</i> .....	30
2.4.4	<i>Forsøksfeltet</i> .....	31
2.5	REGISTRERING I EXCEL OG ANALYSE AV DATAMATERIALE .....	33
2.5.1	<i>Presentasjon av gjennomsnittsverdier</i> .....	34
2.5.2	<i>Binomisk sannsynlighetsmodell og analyse i R</i> .....	34
<b>3.</b>	<b>FORSØKSRESULTATER</b> .....	<b>35</b>
3.1	GJENNOMSNIITTSVERDIER AV SKÅRENES DYBDE OG BREDDE .....	35
3.2	GJENNOMSNIITTLIGE VERDIER FOR JORDKONTAKT OG UTSEENDE .....	36
3.3	STATISTISK ANALYSE .....	37
3.3.1	<i>Sannsynlighet for at kniven lager skår</i> .....	37
3.3.2	<i>Knivskårets dybde</i> .....	38
3.3.3	<i>Knivskårets bredde</i> .....	38
3.3.4	<i>Frøets mulighet for jordkontakt</i> .....	39
3.3.5	<i>Knivskårets utseende</i> .....	40
<b>4.</b>	<b>DISKUSJON</b> .....	<b>41</b>
<b>5.</b>	<b>KONKLUSJON</b> .....	<b>45</b>
	<b>LITTERATURLISTE</b> .....	<b>46</b>
	<b>VEDLEGG</b> .....	<b>48</b>

---

# 1. Innledning

«Uten mat og drikke, duger helten ikke» er et ordtak som mange av oss stiftet bekjentskap med som barn. Ordtaket forteller noe om at man må få dekket dette primærbehovet for at man skal greie å yte noe i hverdagen. Men skal vi ha mat på bordet, er vi avhengig av dyktige og kompetente bønder som kan dyrke jorda og stelle med dyra.

De første menneskene som bosatte seg i Norge, livnærte seg gjennom jakt og fiske (Solberg, 2013). De siste tusenår før vår tidsregning er det spor av husdyrhold og åkerbruk i Norge. Jordbruksbosetningene lå i hovedsak langs kysten, der forholdene lå til rette for det. Skog ble rydda ved brenning, og åkerlappene ble vedlikeholdt med hakke og spade av tre. Tidlig i bronsealderen (1800 – 500 år f. Kr.) ble trolig arden tatt i bruk. Arden var et redskap som ble brukt til å løse jord, og regnes for å være forgjengeren til det vi i dag kjenner som ploegen (Almås, Bratberg & Syverud, 2015).

Siden disse første jordbruksbosetningene begynte å dyrke jorda har det skjedd mye i måten å drive på.

## 1.1 Bakgrunn for oppgaven

Landbruket er i stadig utvikling, både når det gjelder teknologiske nyvinninger og måter å drive på. Forskning og utviklingsarbeid legger grunnlag for ny kunnskap, og skal sørge for at de som driver i jordbruket skal kunne drive mer rasjonelt og effektivt.

Gjennom FN har staten Norge forpliktet seg til å ta vare på matsikkerheten for innbyggerne i landet. Landbruket tar utgangspunkt i forvaltning av naturressurser, og for å trygge matsikkerheten er det nødvendig at disse ressursene forvaltes på en bærekraftig måte (Landbruks- og matdepartementet, 2011).

Gjennom oppveksten har interessen min for landbruk stadig blitt økende. Hjemme i Vesterålen bruker de fleste jorda si til å dyrke engvekster, og fra tid til annen kan den flerårige enga skades ved f.eks. isbrann, eller at avlinga blir redusert fordi enga er blitt gammel.

Når enga gir for lite avling vil det være en fordel å fornye den. Men denne jobben kan ofte være tidkrevende, spesielt da det ofte er mange andre arbeidsoppgaver som skal gjennomføres i samme tidsperiode. Tanken med denne oppgaven er derfor å se på hvordan direktesåing i eng kan være et alternativ til fullstendig jordarbeiding ved fornying og vedlikehold av enga. Det

vil da være et fokus på den jordgående delen av sånnretningen, for å se hvordan utforming av denne påvirker resultatet.

## 1.2 Engdyrking i Norge

Det er et sikkert vårtegn når husdyrgjødsel kjøres på enga, da vet vi at sommeren er i anmarsj. Lukta av frau (eller lukta av penger som bønder pleier å si) brer seg gjennom bygda, og vekstsesongen er så smått i gang.

I følge Norsk landbruksordbok (1979) er eng dyrka jord der en tidligere år har sådd engfrø, og avlinga høstes ved slått. Det som vokser og gror på enga høstes til dyrefôr slik at husdyra har et godt matlager når vinteren setter til, og bruk av beite ikke lenger er et alternativ.

Tall fra Statistisk Sentralbyrå viser at i overkant av 4,7 millioner dekar av landets jordbruksareal er fulldyrket eng (Statistisk Sentralbyrå, 2014).

En forholdsvis kort vekstsesong med hyppigere og tidligere høsting, gjør at grasmarka blir mer utsatt for skader. I tillegg har det blitt mer vanlig med ensidig grasdyrking, noe som fører til lengre omløpstad og dermed mindre vekstskifte. Den intensive høstinga gjør at de sådde grasartene kan gå ut av enga etter få år, og muligens føre til gradvis dårligere avling (av Lundekvam, referert i Opsahl & Skjelvåg, 1984a).

Dette gjør at fornying av enga er aktuelt, og da må man ta stilling til hvilken måte en ønsker å gjøre dette på.

### 1.2.1 Hvor dyrkes det gras?

Under siste verdenskrigen gikk husdyrproduksjonen tilbake her til lands. I etterkrigstida ble det derfor nødvendig å gjøre tiltak og effektivisering for å bli mest mulig selvforsynt med husdyrprodukter. Det tok ikke lang tid før dette målet var oppnådd. Allerede i begynnelsen av 1950-årene var landet igjen selvforsynte med de viktigste husdyrproduktene, og spesielt produksjonen av melk så ut til å fortsette å øke. Samtidig var det underproduksjon på korn. For å produsere korn med gode avlinger av god kvalitet, var det nødvendig at områdene som egnet seg til kornproduksjon ble nyttet til dette. Dermed ble det lagt noen politiske føringer for å unngå overproduksjon av husdyrprodukter, samtidig som selvforsyningen av korn kunne øke. Disse politiske føringene er kanskje bedre kjent som kanaliseringspolitikken, og tok sikte på å legge om arealer fra grovfôrproduksjon til korndyrking. Dette resulterte i at mye av arealet



---

på Østlandet og i bygdene rundt Trondheimsfjorden ble tatt i bruk til ensidig kornproduksjon. Dermed kunne husdyrproduksjonen og dyrking av engvekster spres rundt i landet der forholdene ikke lå til rette for å dyrke korn (Aas, 1981). Effekten av kanaliseringspolitikken kan vi fortsatt se den dag i dag, da kornproduksjonen i stor grad foregår i flatbygdene på Østlandet og i Trøndelag, mens det i Nord-Norge, på store deler av Vestlandet og høyere liggende strøk på Sørøst-landet produseres grovfôr på jordbruksarealene.

## 1.3 Vilkår for eng- og beitedyrking

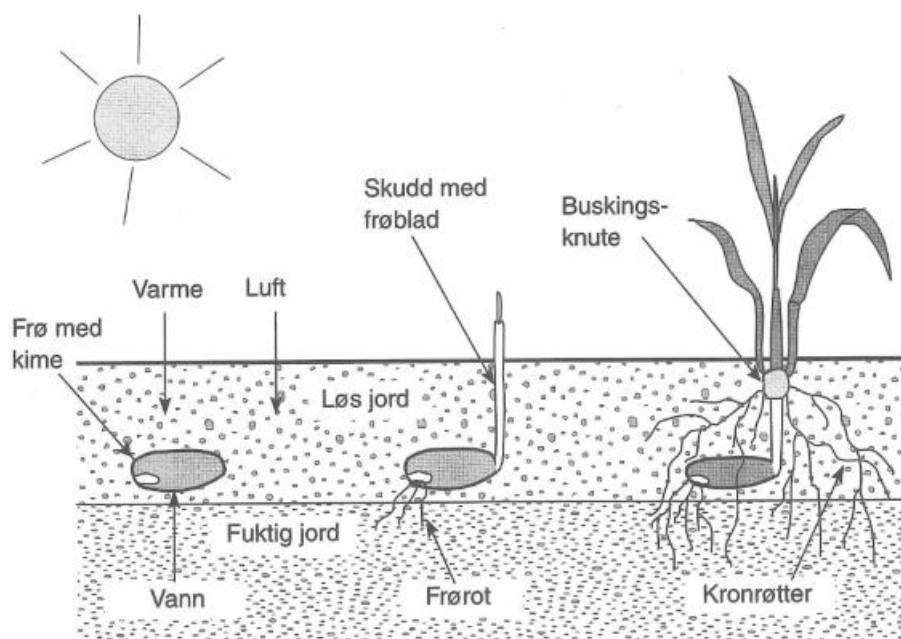
Selv om dyrking av korn krever gode forhold for å få til gode avlinger, er det slik at forholdene også må legges til rette i grovfôrproduksjonen for å oppnå gode resultater.

Jord, eller løsmasser som det også kan kalles, er voksemedium for plantene. Løsmasser er en blanding av mineraler, bergarter og organisk materiale. Løsmassene er i stor grad et resultat av den siste istida kalt Weichsel, som hadde sin siste fase for ca. 10 000 år siden. Isen som lå massiv over landet, slipte og grov i berget og gjorde det om til løsmasser eller jord. Når isen smeltet, ble løsmassene ført med smeltevannet i store elver som gikk under og oppå isen. Grovere og tyngre partikler ble liggende igjen eller bunnfelt tidlig, mens mindre og lette partikler ble transportert over lange avstander og bunnfelta først når vannstrømmen ble rolig nok, enten i havet eller i bredemte sjøer. Etter hvert som isen smeltet og vekten av isen ble mindre på landmassene, begynte landet å heve seg. Dette gjorde at løsmassene som var avsatt langs kysten etter hvert ble liggende i dagen. I innlandet laget isen store demninger, hvor finstoff ble avsatt i bresjøer. Når demningen sprakk, ble finstoffene noen steder vasket med av vannet som rant ut, mens det andre steder ble liggende igjen i dalbunnen. I etterkant av isavsmeltingen fortsatte vind, nedbør og naturkreftene med erodering av løsmassene, noe som fortsatt foregår i dag. Det er dette som er grunnlaget for de forskjellige jordtyper hvor vi dyrker jordbruksvekster i dag (Skøien, 2003).

### 1.3.1 Fra frø til plante

Alle arter fra forskjellige plantefamilier har frø som ser forskjellige ut. Fellestrekket er at de inneholder en kjerne hvor vi finner kimen og frøkviten. Kjernen er innpakket i et beskyttende skall, bestående av flere lag. Kimen, eller groen, kan man si at er et plantefoster bestående av rot, stengel og blad. Frøkviten er opplagsnæring som kimen skal nytte seg av den første veksttida (Jetne, 1964).

Opplagsnæringen i frøkviten er fett, stivelse, protein og olje. Når frøet blir lagt i jorda vil det suge til seg vann, hvis dette er tilgjengelig. Det innerste laget i frøskallet er et vitamin- og proteinrikt lag, og når frøet suger til seg vann vil dette laget produsere enzymet emylaze, som spalter stivelse til sukker. På samme tid dannes det hormoner, og disse hormonene og sukkeret blir ført til kimen der den brukes til kimens vekst. Her er det rota som utvikles først. Hormoner sørger for at rota alltid vokser nedover i jorda. Dette gjør at røttene etter hvert vil være i stand til å tilføre kimen vann og næring til videre utvikling av stengel og blad. Det er først når stengelen har fått vokst opp og frøbladet har nådd overflaten og får lys at det dannes klorofyll, slik at planten kan utføre fotosyntese og videre plantevekst (Skøien, 1997).



Figur 1: Når frøet kommer i kontakt med vann, og at det i tillegg er rikelig med varme og oksygen i jorda, vil det begynne å spire. Når frørota er utviklet kan næringsstoffer og vann transporteres til frøet og frøbladet begynner å strekke seg mot overflata. Når frøbladet får lys utvikles det klorofyll, og fotosyntesen kan sette i gang.  
Skisse fra: (Skøien, 1997).

### 1.3.2 Vann

Vann er viktig i kjemiske prosesser i fotosyntesen. Det er viktig å sørge for at en ikke får problem med for mye eller for lite vann i jorda. På steder hvor det kommer mye nedbør er det viktig å få vannet raskt ut av jorda. Hvis jorda blir så mettet og man får ansamling av vann i jordoverflata, vil de ønskede plantene kunne drukne, mens planter som tåler mye vann vil overta og utkonkurrere ønsket vekst. Nyspirte grasfrø tåler drukning spesielt dårlig, og en kan risikere å miste store deler av avlingen som en har brukt mye ressurser på å få anlagt.

---

Er det slik at en har utfordring med for lite nedbør eller jord som holder dårlig på vannet, kan det være nødvendig å vanne slik at en sørger for nok fuktighet til at grasfrøet kan spire godt og jevnt. Den nyspirte grasplanten har et grunt og lite utvikla rotsystem, slik at den er avhengig av å få tilført vann for å videre kunne ha god vekst og utvikling (Brandstveit, et al., 2004).

### 1.3.3 Surhetsgrad i jordvæska

Surhetsgraden i jordvæska har stor innvirkning på hvordan plantene trives der de skal vokse. Jordvæskas surhetsgrad er avgjørende for hvilke næringsstoffer som er tilgjengelig, hvordan jordstrukturen utvikler seg og dermed hvor godt planterøttene kan vokse. Ved en pH-verdi som er svakt sur (pH rundt 6) vil tilgjengeligheten av viktige plantenæringsstoffer som nitrogen, fosfor og kalium være best, samtidig som jordstrukturen utvikler seg godt slik at planterøttene har gode forutsetninger for å bre seg utover og nedover i jorda. Er jordvæska for sur kan det være nødvendig å tilføre kalk til jorda. Kalk har evnen til å heve pH-graden i jorda. Her er det viktig at en tilfører riktig mengde, og at kalken spres jevnt på jorda. Da kan det være greit å bruke ei kalkvogn, som er spesiallaget til formålet. I noen tilfeller kan man oppleve at pH i jordvæska er for høy, spesielt hvis det er mye innblanding av skjellsand i jorda eller at jorda er dannet på kalkrike bergarter. Da kan det være at plantene får mangel på mikronæringsstoffer. I disse tilfellene er det ikke enkelt å senke pH, så det er viktig å følge med om plantene har mangelsykdommer, og tilføre riktig næring (Brandstveit, et al., 2004).

### 1.3.4 Jordstruktur

En ideell jordstruktur vil være når jordpartiklene er ordnet sammen i aggregater. Når jordpartiklene er organisert på denne måten kaller vi det for aggregatstruktur. Inni aggregatene vil det være bundet opp vann som røttene til plantene får tak i. Dette kommer godt med hvis det er lange perioder uten nedbør. Mellom aggregatene vil det være porer med luft som gjør at jorda har god dreneringsevne og at planterøttene har plass til å vokse.

For å oppnå en god jordstruktur kan en gjøre noen tiltak:

- Kalke slik at en får en gunstig pH-verdi i jordvæska.

- Tilføre organisk materiale slik at meitemark og mikroorganismer trives. Disse bidrar til bedre jordstruktur.
- Unngå kjøreskader. Ved å redusere bruken av tungt utstyr og å kjøre med brei hjulutrustning med riktig lufttrykk kan en redusere kjøreskader.
- Unngå å kjøre på jorda når den er for våt. Da kan man forhindre at aggregatstrukturen knuses og jorda holder seg mer luftig.  
(Brandstveit, et al., 2004).

### 1.3.5 De vanligste artene av enggras og engbelgvekster

Det finnes flere arter av enggras og engbelgvekster. Det er viktig å ha godt kjennskap til disse og hvilke egenskaper disse har hvis en skal oppnå gode avlinger. Det er vanlig å blande frø fra flere arter av gras og belgvekster i frøblandinger. Dette gjør at en kan oppnå større og sikrere avlinger, men da er det viktig at det velges frøblandinger som er tilpasset det klima og den jordtypen det skal sås i (Brandstveit, et al., 2004).

#### *Timotei (Phleum pratense)*

Timotei er en av de viktigste grasartene til bruk i eng, og bør være en del av de fleste frøblandinger. Det er et smakelig gras hvor en kan få gode avlinger med høyt næringsinnhold. Det er viktig at en ikke har det for surt i jorda, da timoteien ikke trives under slike forhold og ville kunne gå ut av enga. pH i jorda burde derfor ikke være under 6. Planten kan kjennetegnes ved at den vokser i løse tuer, og kanskje spesielt ved at den etter skyting har blomstene samlet i en avlang dusk på enden av et strakt strå. Det finnes flere sorter av timotei å velge mellom, og det er viktig at en velger sorten som passer til det klima den skal dyrkes i (Brandstveit, et al., 2004).



Figur 2: Timotei, med den karakteristiske avlange dusken.  
Kilde: Felleskjøpet.

### *Engsvingel (Festuca pratensis)*

Engsvingel er et flerårig bladgras som på lik linje med timotei vokser i løse tuer. Dette er en hardfør grasart som tåler beite og flere høstinger godt. Så lenge den har tilgang på fuktighet, vil den raskt begynne å vokse igjen etter slått (Skøien, 1997).



Figur 3: Engsvingel.  
Kilde: Felleskjøpet

### *Hundegras (Dactylis glomerata)*

Hundegras er et bladgras som danner tette tuer. Smakeligheten er ikke så god som hos timotei. Om det ikke er for vått i jorda, vil planten ha god vekst og kan passe godt til beite. Hvis hundegras blir brukt i frøblandinger vil det kunne konkurrere ut andre arter i blandingen på grunn av den tette veksten (Brandstveit, et al., 2004).



Figur 4: Hundegras.  
Kilde: Felleskjøpet

### *Bladfaks (Bromus inermis)*

Bladfaks er stor i vekst og har mye bladmasse (Skøien, 1997). Den er god til bruk i tørkeutsatte områder og jordarter. Grunnen til dette er at planten har dyptgående jordstengler som har mulighet til å hente vann dypt i jorda. Men planten bruker forholdsvis lang tid på å etablere seg, slik at den burde sås sammen med andre grasarter som etablerer seg tidlig. Da kan man oppnå gode avlinger de første åra, og etter hvert som bladfaksen er godt etablert kan man nyte godt av dens store bladmasse (Brandstveit, et al., 2004).

### *Rødkløver (Trifolium pratense)*

Rødkløver er en engbelgvekst i ertefamilien, og kanskje den viktigste i engdyrking. Den kjennetegnes ved at den har trekobla, hårete blad med en hvit V midt i bladet, og at den har en rød rund blomst uten stilk. Artene i ertefamilien lever i symbiose med forskjellige rhizobiumbakterier, som er nitrogenfikserende bakterier. Disse bakteriene sitter i knoller på røttene til kløveren, og her skjer en lekkasje av nitrat (binding av nitrogen og oksygen) som andre planter kan dra nytte av. På denne måten får man en gratis nitrogengjødsling ved bruk av kløver i enga. Kløver er fin til bruk både i beite og til konservering av grovfôr, og har høyt innhold av viktige næringsstoffer som protein og mineraler (Brandstveit, et al., 2004).



Figur 5: Rødkløver.  
Kilde: Felleskjøpet

### *Hvitkløver (Trifolium repens)*

Hvitkløver er også en engbelgvekst i ertefamilien og kjennetegnes ved trekoblede blad og hvit blomst som sitter på stengel. Planten er noe mindre i vekst enn rødkløver, men er mer hardfør og varer lenger, spesielt i beite (Brandstveit, et al., 2004). I eng til slått vil den kunne bli utkonkurrert av de andre plantene, siden disse er høyere i vekst og dermed skygger for hvitkløveren. På lik linje med rødkløver, har også hvitkløver nitrogenfikserende bakterier på røttene (Skøien, 1997).



Figur 6: Hvitkløver.  
Kilde: Felleskjøpet.

---

## 1.4 Engfornyng

### 1.4.1 Tradisjonelt gjenlegg

Ved etablering av ny kulturvekst, i dette tilfellet engvekster, er det i dag vanlig at en gjør en fullstendig jordarbeiding. Med fullstendig jordarbeiding menes det å pløye jorda før en jevner ut såbedet med slodd og/eller harv før såing. Det å lage et jevnt såbed for frøet er hovedhensikten med jordarbeidinga, i tillegg til at en ønsker å bekjempe ugras, blande inn organisk materiale i jorda, fjerne stein og å løsne tett jord. Men ved tradisjonell jordarbeiding inngår det mange redskaper, og dermed flere overkjøringer på samme areal. Økte kostnader til drivstoff og innkjøp av dyre maskiner og redskap gjør at det er grunn til å tenke over hvilken strategi man ønsker å velge når enga skal fornyes. I tillegg til at maskin- og redskapspriser har steget, ser man også en tendens til at maskinparken har blitt større og tyngre med årene. Dette, i kombinasjon med flere overkjøringer per arealenhet, gjør at jordpakking er et høgaktuelt tema. Dette betyr at jordarbeidingen kan være med på å forverre jordstrukturen, og dermed vekstforholdene for plantene (Skøien, 2003).

### 1.4.2 Direktesåing

Som et alternativ til fullstendig jordarbeiding kan direktesåing være aktuelt. For å få frøet i jorda brukes en spesiallaget såmaskin, og det er i utgangspunktet ikke behov for noen jordarbeiding i forkant av såingen. Plantedekke som finnes i enga fra før av kan ha ulik karakter, og dette må en ta hensyn til når en skal velge type såmaskin. I hovedsak finnes det to typer maskiner der den ene brukes til overflatesåing, og den andre til nedfelling av frø. Videre i denne oppgaven vil det være maskinen for nedfelling av frø som står i fokus. Denne typen maskin har et knivsystem på såskien (såinnretningen som ligger an mot jordoverflata) som snitter et smalt skår i torva. Frøet blir matet ut av maskinens frøtank og føres i jorda via nedføringsrør og ned i skåret som kniven har laget. I forkant av såoperasjonen kan det være nødvendig å foreta ei brakking av eksisterende grasvekster slik at frøet får nødvendig god jordkontakt. Selv om det kun er knivsystemet på direktesåmaskinen som jobber i jorda, vil jordstrukturen påvirkes noe i sonen rundt skåret. Jorda som legger seg rundt frøet vil bli noe oppløst og findelt, og vil ha en positiv effekt med tanke på frøets jordkontakt (Bøe, Endrerud & Morken, 2003). Ved å velge denne fornyingsstrategien vil en få færre overkjøringer på jordet, mindre drivstofforbruk og mindre tidsforbruk. I tillegg vil vekten på maskin og redskap trolig være lavere enn for utstyr brukt til fullstendig jordarbeiding.

Ofte kan det være utfordrende å få til et godt resultat ved å så direkte. Dette kan spesielt gjelde der en sår for å vedlikeholde allerede etablert eng, og brakking før såing ikke er et alternativ. Da har man en del etablerte planter som vil kunne skygge for og kvele de spirende plantene. Er det slik at torvlaget i enga er tykt, kan det hende at grasfrøene man sår direkte blir liggende i torven, og dermed ikke får god jordkontakt. Skal en oppnå god spiring er frøet nødt til å ha god jordkontakt, og det må ikke være for tørt i spiresjiktet (sjiktet i jorda hvor frøene blir lagt). Derfor er det viktig at man gjennomfører såingen da det er lagelige forhold for å kjøre, samtidig som det er nok råme i jorda til at frøene har tilgang på fuktighet (Opsahl & Skjelvåg, 1984b).

Det er viktig at såmaskinen har en sålabb og et knivsystem som takler forholdene de skal jobbe i. Ofte er det løse planterester i enga som kan skape problemer, og jorda kan være noe hardpakket i toppsjiktet. Da er det viktig at såmaskinen har et knivsystem med riktig vektbelastning, som greier å skjære gjennom for å lage skår hvor frøet får en god plassering og god jordkontakt (Titi, 2002).

## 1.5 Problemstilling

Med denne oppgaven vil jeg fokusere på hvordan direktesåing fungerer som metode for fornying og vedlikehold av eng. Med utgangspunkt i direktesåmaskin med nedfelling av frø vil jeg se på hvordan knivene som lager skåret i jorda fungerer. Faktorer som spiller inn vil være utforming og tykkelse på kniven, samt hvordan vektbelastningen på såskia spiller inn på skårets utforming.

- Er skårets utforming tilfredsstillende med tanke på frøets behov for jordkontakt?
- Hvordan spiller knivens tykkelse og utforming inn på skåret som lages i jorda?
- Har vektbelastningen på såskia betydning for om skåret utformes godt nok med tanke på frøets behov for jordkontakt?



---

## 1.6 Målsettinger

**Hovedmålet** med oppgaven er å undersøke hvordan knivenes skjærvinkel, tykkelse og vektbelastning spiller inn på utformingen av skåret som lages i jorda. Dette er gjennomført ved å foreta et praktisk forsøk i felt, med testing av forskjellige knivtyper. Som beskrevet tidligere er det viktig at frøet har god jordkontakt for at det skal spire, og da er det viktig at redskapet som legger frøet i jorda er utformet på en slik måte at dette kan oppnås.

**Delmålene** i oppgaven har bestått i å:

- presentere relevant litteratur i forhold til oppgavens fagområde.
- sette opp forsøksplan.
- bygge forsøksrigg.
- gjennomføring av forsøk.
- behandling av innsamlet forsøksdata.
- diskutere resultat av data, for å kunne konkludere om noen av de testede knivene gir frøet mulighet for god jordkontakt.

## 1.7 Avgrensinger

I oppgaven er det kun sett på om knivvinkel, knivtykkelse og vektbelastning har en effekt på knivskårets utforming. Det er ikke blitt lagt frø i jorda, da tid og ressurser ikke har gjort dette mulig. For å ha en bakgrunn for sammenligning mellom de ulike forsøksledd er det derfor laget egendefinerte skalaer for å kunne vurdere effekten knivvinkel, knivtykkelse og vektbelastning har på knivskårets utforming. Det er kun brukt en enkelt konstruert forsøksrigg, med en stk. såski, påmontert 2 kniver for å lage skår i jorda.

Det er sett bort fra forhold som jordas næringsinnhold, fuktinnhold, struktur, surhetsgrad og dreneringstilstand i forsøket. Dette er forhold som er viktige for å få et godt sluttresultat av såingen, men slike undersøkelser ville gjort oppgavens omfang for omfattende. Derfor er disse forholdene beskrevet i oppgavens innledende del. Det er kun gjort undersøkelser på et areal ved Høgskolen i Hedmark, Blæstad. Her er forsøksfeltet tatt ut som en representativ del av skiftet.

## 2. Metode

I forbindelse med oppgaven har det vært et samarbeid med Underhaug AS, som blant annet produserer en direktesåmaskin for grasfrø. For å kunne svare på oppgavens problemstilling ble det gjort en avtale om å få tilsendt en såski, til bruk i en forsøksrigg, samt kniver med forskjellig tykkelse og skjærvinkel.

### 2.1 Direktesåmaskin UM 7900

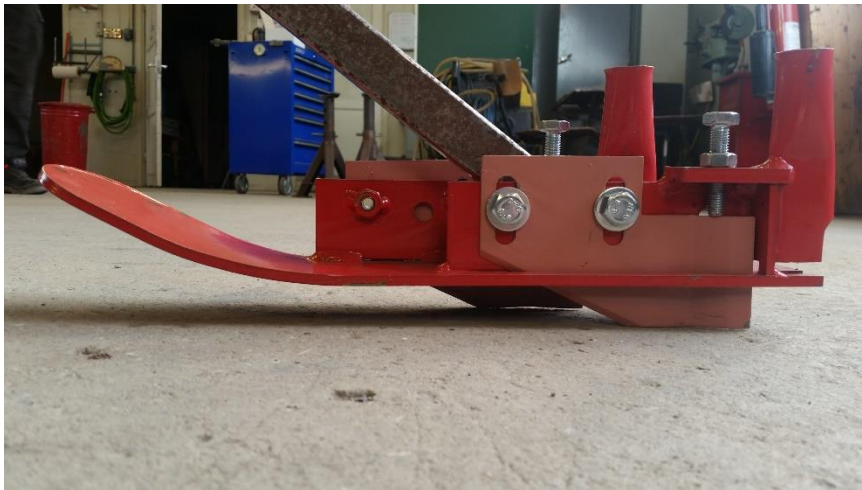
Underhaug sin direktesåmaskin UM 7900 er en maskin for nedfelling av frø. Den kommer i 4 forskjellige arbeidsbredder på 1,5, 2,0, 2,5 og 3,0 meter med henholdsvis 13, 17, 21 og 25 såski. Det som er spesielt med denne maskinen er at sålabbene er utstyrt med en stålski (såski) hvor det er festet to herdede stålkniver som har justerbar dybde. Sålabbene er fjærbelastet, slik at en ved å justere høyden på dybdehjulene på hver side av maskinen, kan endre trykket på hver av såskiene trinnløst fra 10 – ca. 75 kg. Justeringen av høyden på dybdehjulene utføres hydraulisk. Såskia har et pendeloppheeng til sålabben, slik at den følger ujevnheter i jordoverflata. De to herdede stålknivene lager et skår i jorda med radavstand på 6 cm. I bakkant av kniven er frønedslippet. Frøene blir matet ut av frøkassen, hvor en trinnløst kan stille utmatingen fra 0 – 5 kg./dekar (Underhaug AS, 2014).



*Figur 7: Slik ser direktesåmaskinen fra Underhaug AS ut. Dette er bilde av maskinen med 3 meter arbeidsbredde og 25 såski.  
Foto: Underhaug AS.*

### 2.1.1 Såskia og knivtyper

Som standard leveres UM 7900 med kniv på 25° skjærvinkel og tykkelse på 3 mm. Knivene kan også leveres med tykkelse 2 mm originalt.



*Figur 8: Slik ser såskia ut fra siden, påmontert kniver med 25° skjærvinkel. Knivene låses fast i ønsket dybde med to skruer som presser kniven mot såskia.  
Foto av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.*



*Figur 9: Såskia sett ovenfra.  
Foto av forfatter, 2015. Brukt med tillatelse.*



*Figur 10: Såskia sett fra undersida. Her ser vi at knivene har en knekk og er svakt skråstilte.  
I bakkant av knivene (til venstre i bildet) er nedslippet til frøene.  
Foto av forfatter, 2015. Brukt med tillatelse.*

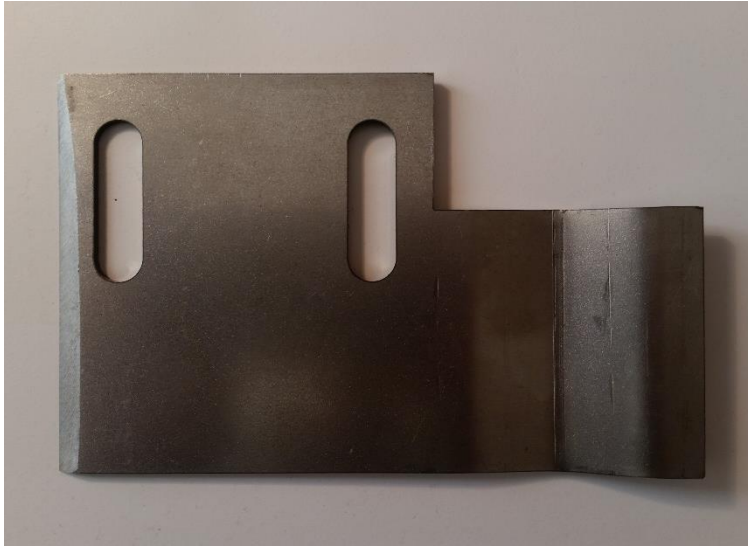


*Figur 11: Slik ser original kniv ut, med 25° vinkel og 3 mm tykkelse.  
Foto av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.*

I tillegg til originale kniver, har Underhaug AS laget kniver i 60° og 90°, begge i 2 og 3 mm utførelse, som er testet i forsøket.



*Figur 12: Kniv med 60° vinkel. Det er testet et sett slike med 2 mm og et sett med 3 mm tykkelse.  
Foto av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.*



*Figur 13: Kniv med 90° vinkel. Det er testet et sett slike med 2 mm og et sett med 3 mm tykkelse. Foto av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.*

## 2.2 Bygging av forsøksrigg

Med utgangspunkt i såskien fra Underhaug AS er det bygget en enkel forsøksrigg for montering i traktorens trepunktsoppheng. Konstruksjonen består av en triangelkobling redskapsdel, et 80x40 mm firkantprofil, et rammerør til en tidligere forsøksmaskin fra produsenten Hatzenbichler, en redskapslabb, et 30x30 mm firkantprofil og såskia fra Underhaug AS.

I firkantprofilet på 80x40 mm ble det boret to hull på Ø12 mm for å kunne skru fast rammerøret fra Hatzenbichler. Deretter ble det sveiset på triangelkoblingen.



*Figur 14: Firkantprofilen på 80x40 mm ble sveiset fast til triangelkoblingen. Foto av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.*

Det ble også boret hull på Ø12 mm i rammerøret fra Hatzenbichler, slik at de stemte overens med hullene i firkantprofilen fastsveiset på triangelkoblingen. Til å sammenføre disse ble det brukt M12x70 bolter låst med M12 nylonmutter. Redskapslabben ble tredd innpå rammerøret og låst fast i sentrert stilling ved å skru til en låsehake. I Figur 15 ser vi at redskapslabben har en bevegelig geometri grunnet parallellføringene i fremste del av labben (ved innfesting), og et fjærbelastet teleskopisk stag. Under kjøring ble labben sluppet ned til det punktet hvor fjærtrykket ikke hadde noen påvirkning på trykket som lå på såskia. Hjulet som labben hviler på ble fjernet under kjøring.



*Figur 15: Rammerøret fra Hatzenbichler ble skrudd fast til den påsveisede firkantprofilen på triangelkoblinga. Redskapslabben ble sentrert på rammerøret og låst fast. Foto av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.*

Til å forbinde redskapslabben og såskia ble det brukt et 30x30 mm firkantprofil. I enden av denne firkantprofilen ble det boret et hull på Ø16 mm. I dette hullet ble det sveiset fast en hylse, og med en gjennomgående bolt gjennom innfesting i såskia og hylsa i firkantprofilet ble disse forbundet. Sammenføyingen ble gjort på denne måten for at såskia skal kunne pendle over ujevnheter i jordoverflata når en er ute og kjører.



*Figur 16: Forbindelsen mellom såski og firkantprofil 30x30 mm. Foto av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.*

Firkantprofilet 30x30 mm ble så sveiset fast til redskapslabben med en vinkel på 120° i forhold til kjøreretning.



*Figur 17: Sammenføring av 30x30 mm firkantprofil og redskapslabb. Sveiset fast med en vinkel på 120° i forhold til kjøreretning. Foto av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.*

For å kunne overføre ekstra vekt på såskia, ble det sveiset fast et massivt rundstål i den tverrgående sorte firkantprofilen som vises i Figur 18. På dette rundstålet ble det under forsøket hengt på treningsvekter på 10 kilogram per vekt.



*Figur 18: Massivt rundstål sveiset fast for å kunne henge på ekstra vektbelastning. Foto av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.*

Det ble foretatt ei veiing av konstruksjonen for å vite vekta som hvilte på såskia uten ekstra vektbelastning. Traktorens 3-punktshydraulikk ble satt til en fast innstilling som lot såskia hvile på bakken uten påvirkning av det fjærbelastede teleskopstaget i parallellføringen på redskapslabben. Ei vekt ble hengt i ei talje, og et kjettingskrev ble hengt i vekta og festet til såskia slik at denne ble løftet med balanse rundt omdreiningspunktet i pendeloppheget. I det tyngdekraften til konstruksjonen ble overvunnet av løftekraften, viste vekta 21,5 kilogram.



*Figur 19: Det ble foretatt ei veiing av såskia uten ekstra belastning, for å vite hva minstevekta kom til å bli under kjøring. Veiinga viste at såskia hadde ei vektbelastning på 21,5 kg.*

*Foto av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.*



*Figur 20: Den ferdige forsøksriggen, her med 4 x 10 kg. ekstra vekt.*

*Foto av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.*



---

## 2.3 Forsøksdesign

For å besvare oppgavens problemstilling har det vært gjort et praktisk forsøk ute i felt. Med forsøksriggen montert på en traktor, har de forskjellige knivtypene blitt testet ved å kjøre dem i jord slik en ville gjort ved normal såoperasjon.

Skårene som knivene laget har blitt studert nærmere, der kvantitative og kvalitative momenter ved dem er registrert og notert i egne registreringsskjemaer. De kvantitative momentene har bestått i å gjøre måling av dybde og bredde på skårene, mens de kvalitative momentene har vært en vurdering av såfrøets mulighet for jordkontakt og utseende av knivskårene i overflata. Disse momentene omtales nærmere i kapittel 2.4 Kvantitative og kvalitative vurderinger av knivskår.

Det er flere forsøksledd som har inngått i forsøket:

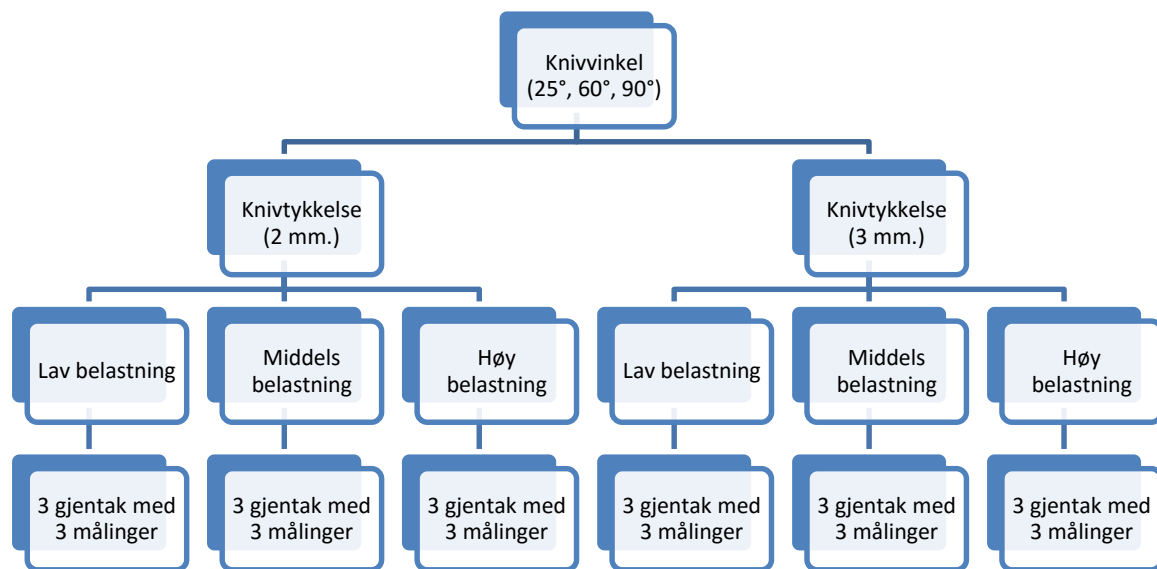
- a) Belastning (vekt) på såskia
  - 1) lav belastning      2) middels belastning      3) høy belastning
- b) Knivens vinkel mot jordoverflata
  - 1) 25 °      2) 60 °      3) 90°
- c) Tykkelse på knivene
  - 1) 2 mm      2) 3 mm

Belastning (vekt) på såskia innebærer tre forsøksledd:

- 1) lav belastning; uten ekstra vekt, altså 21,5 kg. trykk på såskia.
- 2) middels belastning; med 2x10 kg. ekstra vekt, altså 41,5 kg trykk på såskia.
- 3) høy belastning; med 4x10 kg. ekstra vekt, altså 61,5 kg. trykk på såskia.

Når det gjelder knivene, er 3 forskjellige skjærvinkler testet, med 2 og 3 mm tykkelse for hver av de forskjellige skjærvinklene.

Dette gjør at det er kjørt med 18 forskjellige kombinasjoner av forsøksledd. For hver kombinasjon er det gjort 3 gjentak, og for hvert gjentak er det gjort 3 tilfeldige målinger av skårets dybde og bredde, og vurdering av jordkontakt og utseende.

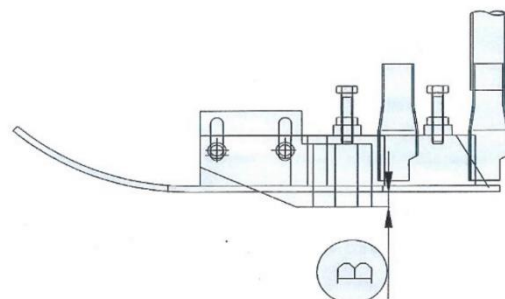


For å gjøre det enklere å se for seg forsøksdesignet, er det laget en grafisk fremstilling over forsøksleddene. Øverst har vi knivens skjærvinkel. Her er det testet kniv med 25°, 60° og 90°. For hver av disse knivvinklene er det 2 forskjellige tykkelser; 2 og 3 mm. For hver av knivene med gitt vinkel og tykkelse er det kjørt med 3 forskjellige vektbelastninger. For hver kjøring med gitt kniv og vektbelastning er det gjort 3 gjentak, og for hvert gjentak er det foretatt 3 registreringer av skårets dybde, bredde, jordkontakt og utseende.

### 2.3.1 Praktisk gjennomføring av forsøket

Før kjøringen og registreringene startet ble knivene på såskia stilt inn på 25 mm dybde. Første kniv som ble testet var 25°, 2 mm. For hvert knivbytte ble dybden satt til den samme, slik at målegrunnlaget var likt for alle knivene.

Dybden ble målt fra underkant av såskia og til undersida av kniven (se Figur 21).



Figur 21: Knivens dybde måles fra underkant av såskia og til underkanten av kniven (B). Dybden ble stilt til 25 mm på alle kniver.

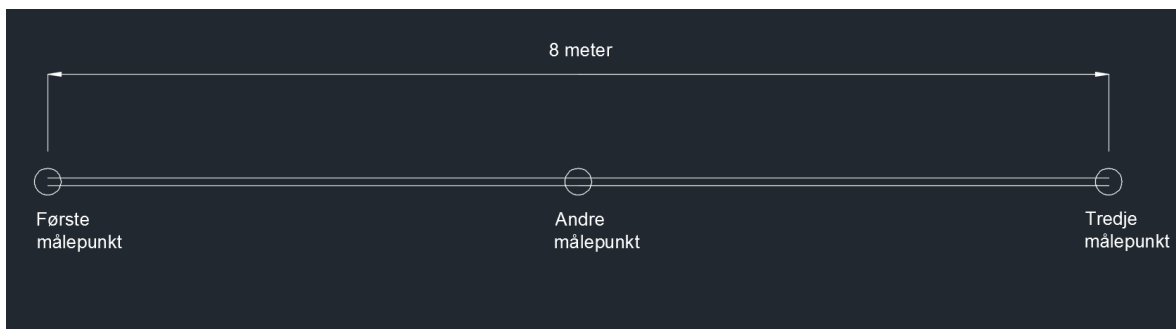
Skisse fra Underhaug AS.

Traktoren som ble brukt i forsøket var en Massey Ferguson 35X. Trepunktshydraulikken på traktoren hadde lik innstilling under hele forsøket. Dette ble gjort ved å fastsette et anslag på posisjonskontrollen, for hvor langt ned trekkstengene ble senket. Dermed var forsøksriggen like mye senket ved alle registreringer, for å ha likt målegrunnlag.

For å få tilfeldig utvalgte målepunkt ble det målt ut et 8 meter langt strekk for hvert gjentak. På dette strekket ble det foretatt 3 målinger av dybde og bredde, samt vurdering av jordkontakt og utseende. Slik ble det gjort ved alle kombinasjoner av forsøksledd.

Fremdriftshastigheten var på ca. 4 km/t. Hastigheten var lik i alle gjentak, for å ha likt målegrunnlag.

I målepunkt der det var forskjell i dybde mellom høyre og venstre knivskår, ble det skåret som var dypest registrert. Bredden ble også målt på dette skåret.



Figur 22: Det ble målt ut et 8 meter langt strekk for hvert gjentak. Her ble det foretatt 3 målinger og vurderinger ved 0, 4 og 8 meter. Tegning av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.

## 2.4 Kvantitative og kvalitative vurderinger av knivskår

### 2.4.1 Kvantitet

Som beskrevet tidligere, besto de kvantitative momentene i å gjøre målinger av dybde og bredde av knivskårene. Disse målingene ble gjort med et skyvelære, for å få god presisjon.



*Figur 23: Måling av knivskårenes dybde. Foto av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.*



*Figur 24: Måling av knivskårenes bredde. Foto av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.*

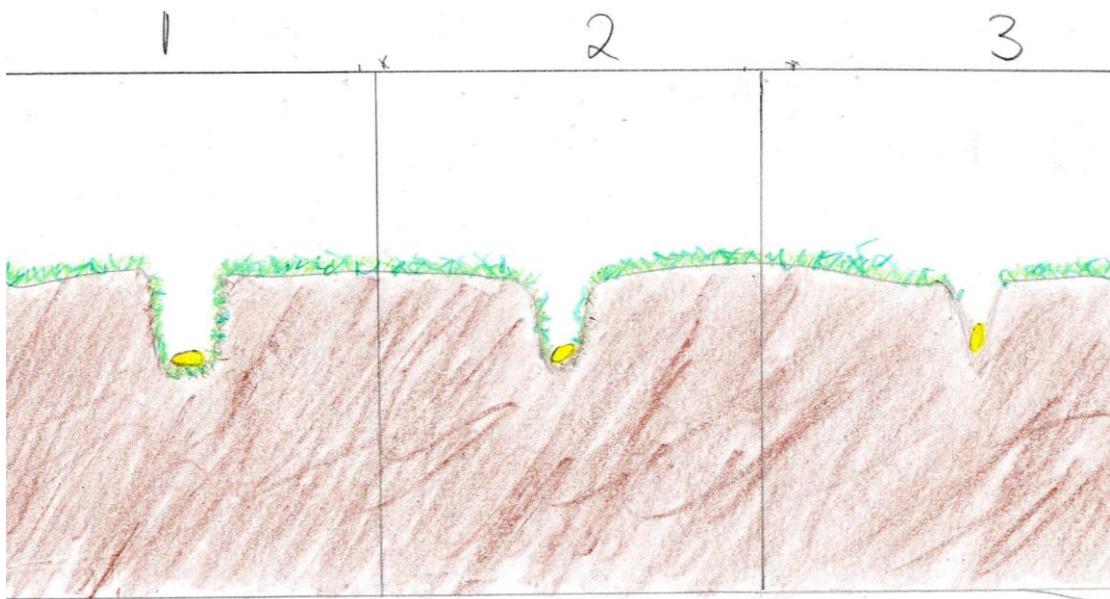
### 2.4.2 Kvalitet

For å måle kvaliteten på arbeidet knivene gjør i jorda, er det utarbeidet en egendefinert skala som bedømmer karakteren på knivskåret i forhold til frøets mulighet for jordkontakt. Denne egendefinerte skalaen har karakterer fra 1-3, der 1 er dårlig, 2 er middels og 3 er god.

Definisjonen av hver av de 3 karakterene er:

1. Dårlig jordkontakt: skåret er urent, med mye planterester/røtter i veggene og i bunn. Lite løs jord som frøet har mulighet til å ligge i kontakt med. Skåret er for bredt til at frøet vil få jordkontakt, eller for smalt slik at frøet ikke kommer langt nok ned for å få jordkontakt.

2. Middels jordkontakt: skåret er forholdsvis rent, med noe planterester/røtter i veggene og på bunn. Noe løs jord som frøet har mulighet til å ligge i kontakt med. Skåret er litt for bredt for å oppnå god jordkontakt, og litt for smalt slik at frøet ikke kommer langt nok ned for å få god jordkontakt.
3. God jordkontakt: skåret er rent, uten planterester/røtter i veggene og på bunn. Passelig med løs jord slik at frøet har gode muligheter for jordkontakt. Skåret er passe bredt og frøet blir plassert slik at det får god jordkontakt.



Figur 25: Forklarende figur til de kvalitative karakterene for bedømming av jordkontakt, med karakterene fra 1-3.  
Tegning av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.

Det er også utarbeidet en egendefinert skala for bedømming av knivskårene basert på skårets utseende i overflaten. Denne skalaen har karakterer fra 1-3, der 1 er dårlig, 2 er middels og 3 er god. Denne bedømmingen er gjort visuelt.

Definisjonen av hver av de 3 karakterene er:

1. Dårlig: mye tuer, ujevnt skår, stor variasjon i bredde og dybde.
2. Middels: noen tuer, men forholdsvis jevne skår. Noen steder med varierende bredde og dybde.
3. God: fine og jevne skår. Lite eller ingen tuer. Jevn bredde og dybde på skår.

### 2.4.3 Dokumentasjon med foto

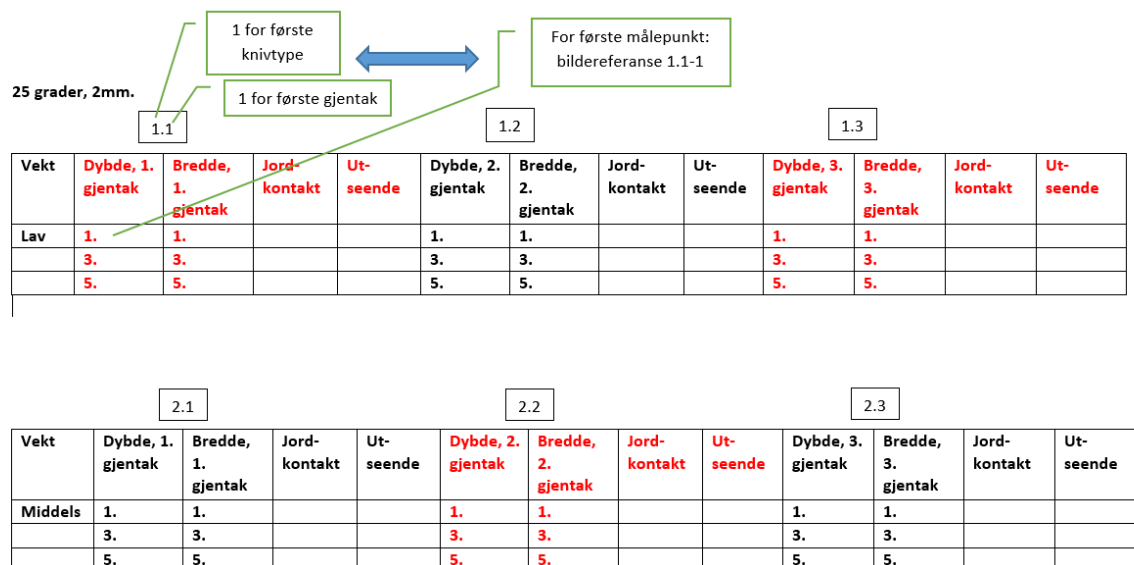
For å dokumentere kvaliteten på knivskårene, ble det tatt bilde av knivskårene på hvert målepunkt. For det første målepunktet i alle gjentak ble det spadd ut en firkant jord, og tatt bilde rett på, ovenfra og skrått på knivskårene. For andre og tredje målepunkt ble det bare tatt bilde ovenfra, uten å spa ut firkanten med jord.

Bildene ble organisert med et referansesystem, slik at det er mulig å finne tilbake til et spesifikt bilde. Dette ga hvert bilde en referanse opp mot det målepunktet hvor bildet ble tatt.

Første knivtypen som ble testet var 25°, 2 mm, med lav vektbelastning, og ble referert med tallet 1. Første gjentak med denne knivtypen og vektbelastningen, ble referert som 1.1, for andre gjentak ble referansen 1.2 og tredje gjentak 1.3.

For hvert gjentak ble det gjort 3 registreringer. Bilde fra første måling ble referert som 1.1-1, for andre måling 1.1-3 og for tredje måling 1.1-5.

Videre for 25°, 2 mm med middels belastning, ble denne referert med tallet 2, og dermed 2.1 for første gjentak, 2.2 for andre gjentak og 2.3 for tredje gjentak. Bilder av første måling i første gjentak ble da referert som 2.1-1, andre måling som 2.1-3 og tredje måling som 2.1-5.



Figur 26: Referansen til bilder ble kodet, slik at det i etterkant skulle være enkelt å finne tilbake til et spesifikt bilde. Dermed vil det være enkelt å kunne referere bildet opp mot spesifikke målinger og registreringer som ble gjort. Skisse laget av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.

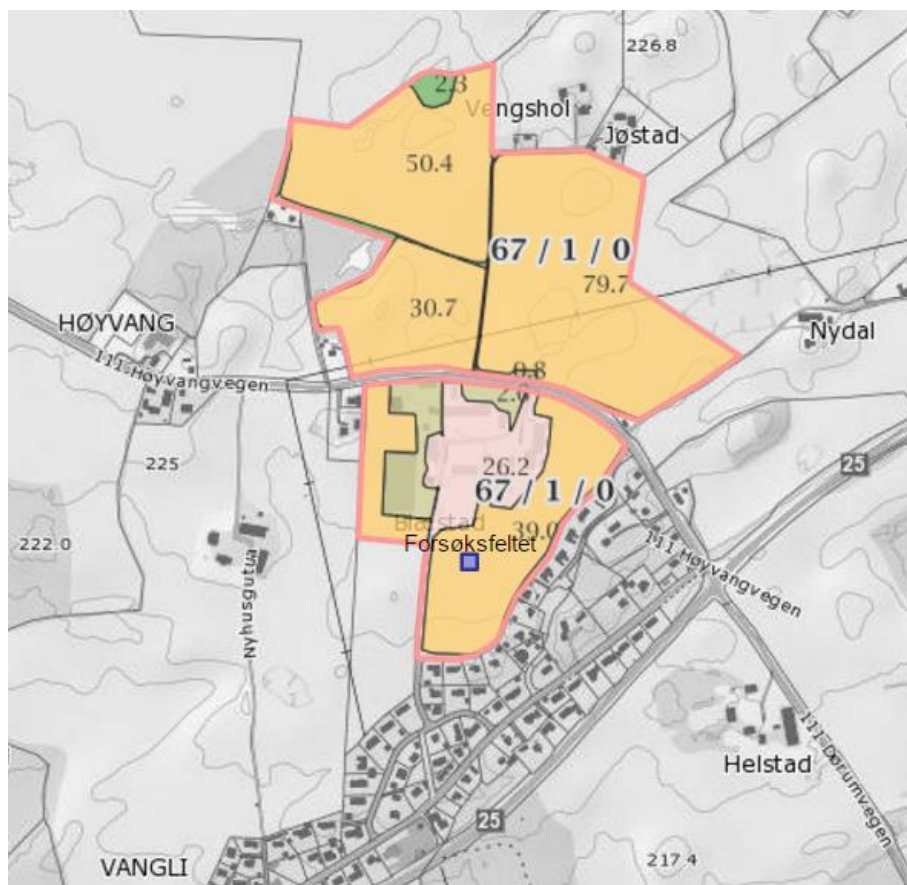
## 2.4.4 Forsøksfeltet

Feltet hvor forsøket ble kjørt ligger i Hamar kommune, Hedmark. Lokasjonen har lengdegrad/breddegrad: 60° 49' 09" N / 11° 10' 47" E, og ligger 225 meter over havet (Kartverket, 2016).

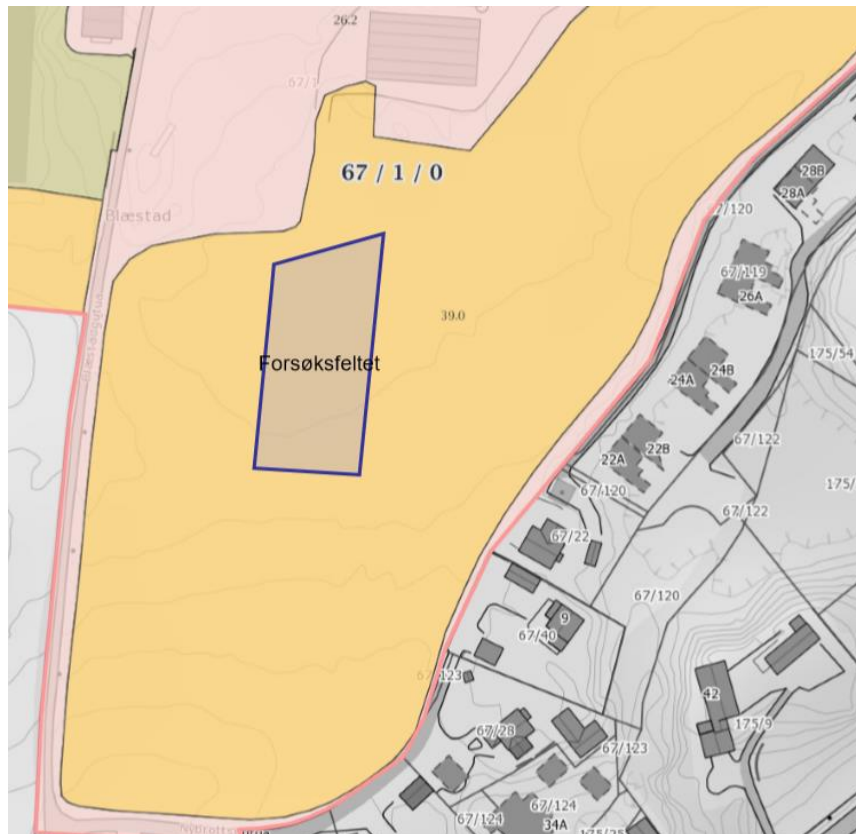
Skiftet som forsøksfeltet ligger på heter Hagejordet og tilhører og driftes av Høgskolen i Hedmark, avd. Blæstad. Skiftet ble sådd som gjenlegg til eng i 2013, med bygg som dekkvekst. Altså er enga på tur inn i 3. engår. Tidligere har feltet vært brukt til dyrking av bygg. I gjenleggsåret ble det sådd med Strand Unikorns blanding nr. 18, med 80 % timotei av sorten Grindstad og 20 % engsvingel av sorten Fure.

I følge skifteplanen for bruket er det sist tatt jordprøver i 2009 og viser at jordarten er lettleire, med 10 – 25% leirinnhold og 4,5 – 12,5% moldinnhold. Plantedekke kan karakteriseres som middels tykt, med jevn plantemasse over hele forsøksfeltet.

Forsøket ble kjørt i uke 17, 2016. Dette var den første lagelige uken for å bevege seg utpå jordet med traktor, og planteveksten på feltet var i startfasen av vekstsesongen.



Figur 27: Oversiktsbilde over Blæstad, Hamar i Hedmark (Gårdsnr. 67, bruksnr. 1.) med anvisning av forsøksfeltets lokasjon. Gårdskart fra Skog og landskap, 2016.



Figur 28: Gårdskart med oppmerking av forsøksfeltet.  
Gårdskart fra Skog og landskap, 2016.



## 2.5 Registrering i excel og analyse av datamateriale

For enkelt å kunne fremstille resultat av innsamlet data ble de organisert i Microsoft Excel 2016, hvor hver enkelt registrering ble lagt inn på sin egen arkrad. De forskjellige forsøksleddene ble gitt en navnforkortelse, samt en kode for at programmet kun skulle ha tall å forholde seg til. De forskjellige målingene og registreringene fikk også en navnforkortelse og lagt inn i Excel.

	K.V.	K.T.	VE	GJ	DY	BR	JK	UT
25°, 2 mm.21,5 kg	1	1	1	1	12,65	6,45	2	2
	1	1	1	1	10,75	5,85	2	2
	1	1	1	1	12,8	7,9	1	1
	1	1	1	2	24	5,1	3	3
	1	1	1	2	18,1	7,75	2	2
	1	1	1	2	19,45	5,6	3	2
	1	1	1	3	19,8	6,9	2	2
	1	1	1	3	19,4	7,05	2	2
	1	1	1	3	19,55	5,2	2	3

Figur 29: Hver enkelt registrering ble lagt inn på egen arkrad i Excel. I figuren ser vi registreringene for kniv med 25° skjærvinkel, 2 mm tykkelse og 21,5 kg. Vektbelastning. Alle 3 gjentakene med sine 3 målinger pr. gjentak er lagt inn.

Tabell 1: Forklaringer på navnforkortelse og kodingen av de forskjellige forsøksleddene.

	Forsøksledd/målinger/karakter	Kode
Knivvinkel (K.V.):	25°	1
	60°	2
	90°	3
Knivtykkelse: (K.T.)	2 millimeter.	1
	3 millimeter.	2
Vektbelastning (VE)	21,5 kilogram	1
	41,5 kilogram	2
	61,5 kilogram	3
Gjentak nr. (GJ)	Nr. 1	1
	Nr. 2	2
	Nr. 3	3
Målt dybde (gjennomsnitt) (DY)	Faktisk målt dybde i mm.	
Målt bredde (gjennomsnitt) (BR)	Faktisk målt bredde i mm.	
Jordkontakt (egendefinert karakter) (JK)	Dårlig	1
	Middels	2
	God	3
Utseende (egendefinert karakter) (UT)	Dårlig	1
	Middels	2
	God	3

### **2.5.1 Presentasjon av gjennomsnittsverdier**

Gjennomsnittsverdier av målt dybde og bredde, samt karakter for jordkontakt og utseende er presentert i diagrammer først i oppgavens resultatkapittel. Under det praktiske forsøket var det flere tilfeller der knivene på såskia ikke lagde skår i jorda. Disse tilfellene ble dermed registrert med 0 mm både i dybde og bredde, og karakter for jordkontakt og utseende ble automatisk satt til 1 (dårligste karakter). Disse 0-registreingene er tatt med i gjennomsnittsberegningene i de fire første diagrammene, for å vise et reelt bilde av hva som faktisk ble målt.

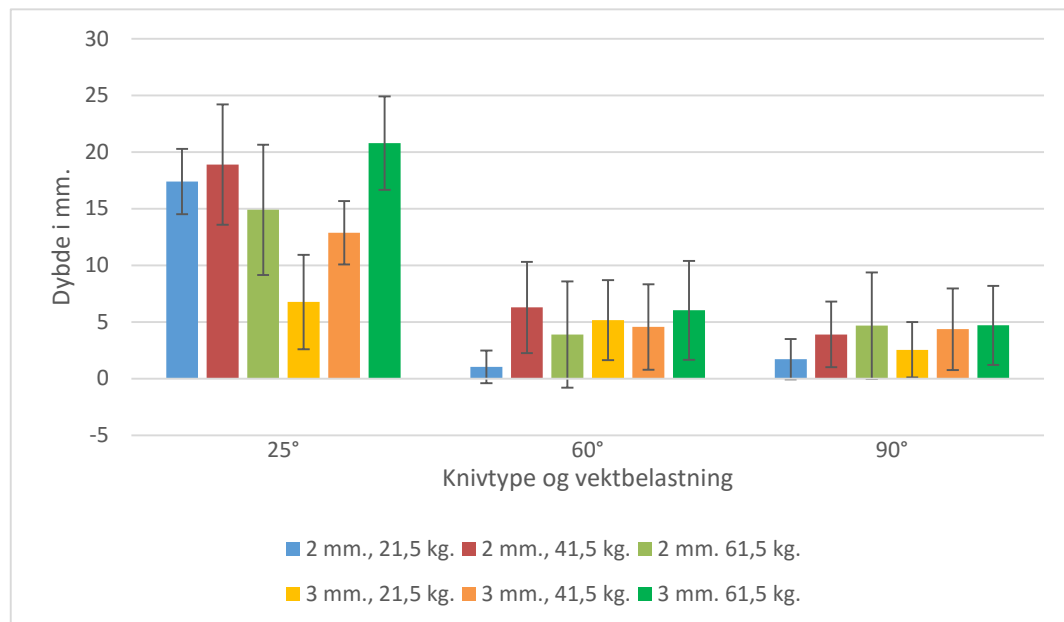
### **2.5.2 Binomisk sannsynlighetsmodell og analyse i R**

For å skille mellom tilfeller av registreringer der det ble laget knivskår og der det ikke ble laget knivskår, er data behandlet i en binomisk sannsynlighetsmodell med respons 1 der knivene laget skår og 0 der de ikke laget skår. Fordelingen mellom disse er presentert i resultatkapittel 3.3.1 Sannsynlighet for at kniven lager skår. I den videre analyse av interessante effekter og samspill ble analyseprogrammet R, versjon 3.2.4, brukt til å gjøre Anova-analyser. Her er det viktig å presisere at 0-registreringene ble utelatt i de statistiske analysene. I de statistiske analysene er det kun medregnet de registreringer som hadde dybde og bredde  $> 0$  mm.

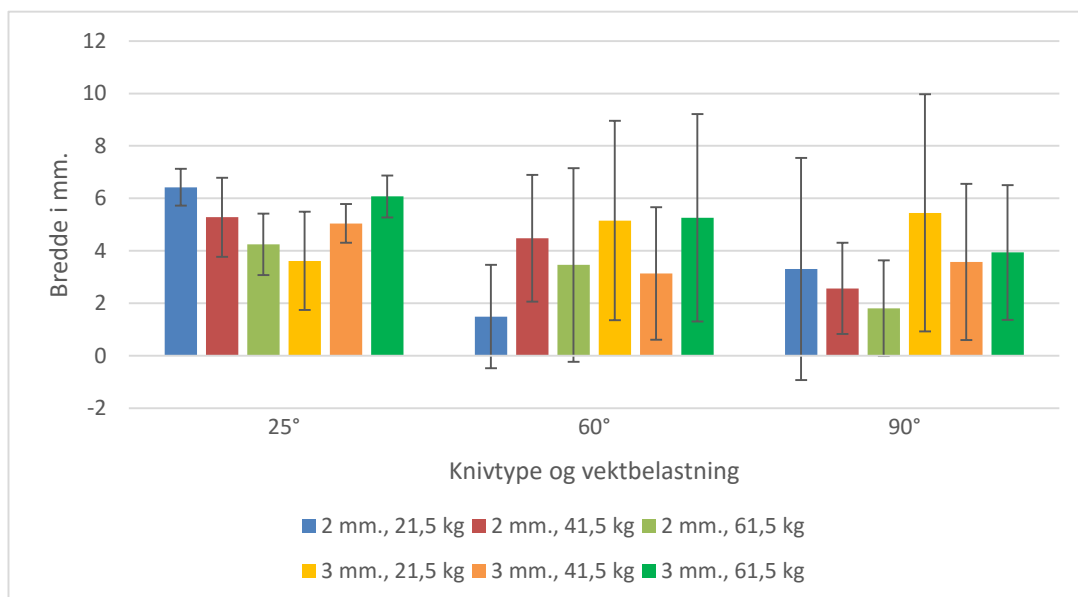
### 3. Forsøksresultater

#### 3.1 Gjennomsnittsverdier av skårenes dybde og bredde

Ut fra målinger av dybde og bredde er det regnet ut gjennomsnittsverdier for de forskjellige kombinasjoner av forsøksledd. Her er alle registreringer som er gjort under forsøket tatt med, også de observasjoner som hadde 0 mm i dybde og bredde.



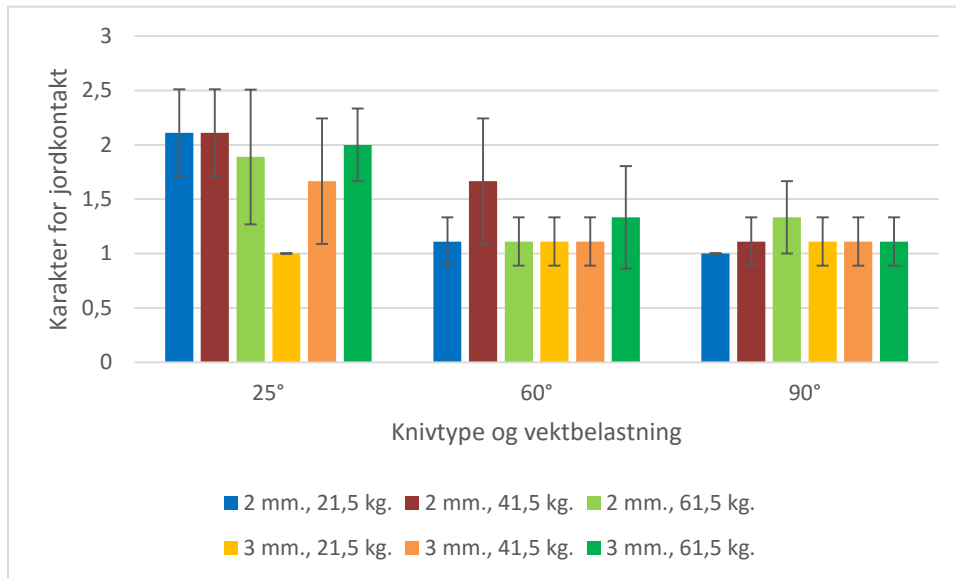
Figur 30: Gjennomsnittlig ( $\pm 2SE$ ) dybde for alle 18 kombinasjoner av forsøksledd.



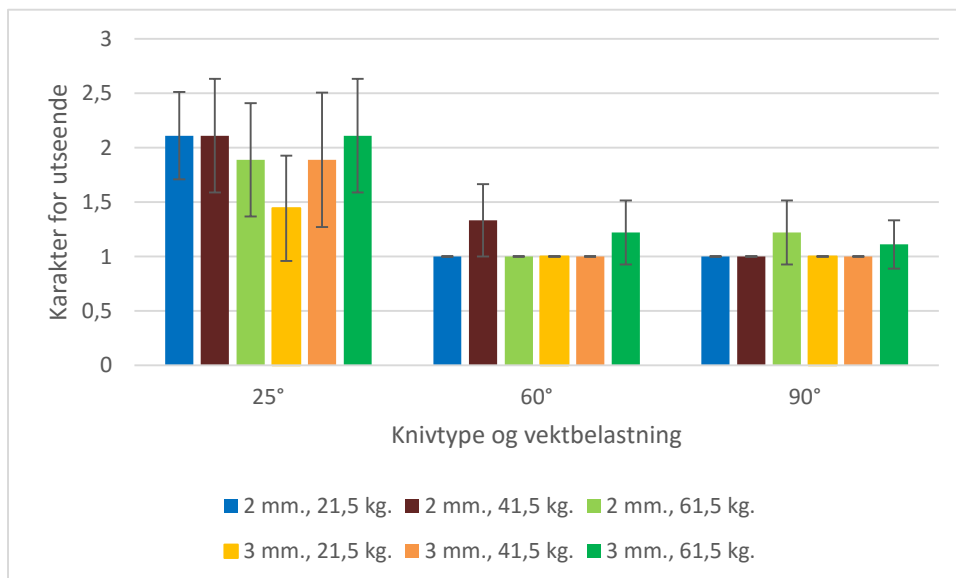
Figur 31: Gjennomsnittlig ( $\pm 2SE$ ) bredde for alle 18 kombinasjoner av forsøksledd.

## 3.2 Gjennomsnittlige verdier for jordkontakt og utseende

Ut fra karakter for jordkontakt og utseende er det regnet ut gjennomsnittsverdier for de forskjellige kombinasjoner av forsøksledd. Her er alle registreringer som er gjort under forsøket tatt med, også de observasjoner som hadde 0 mm i dybde og bredde.



Figur 32: Gjennomsnittlig ( $\pm 2SE$ ) karakter for jordkontakt.



Figur 33: Gjennomsnittlig ( $\pm 2SE$ ) karakter for knivskårenes utseende i overflata.

### 3.3 Statistisk analyse

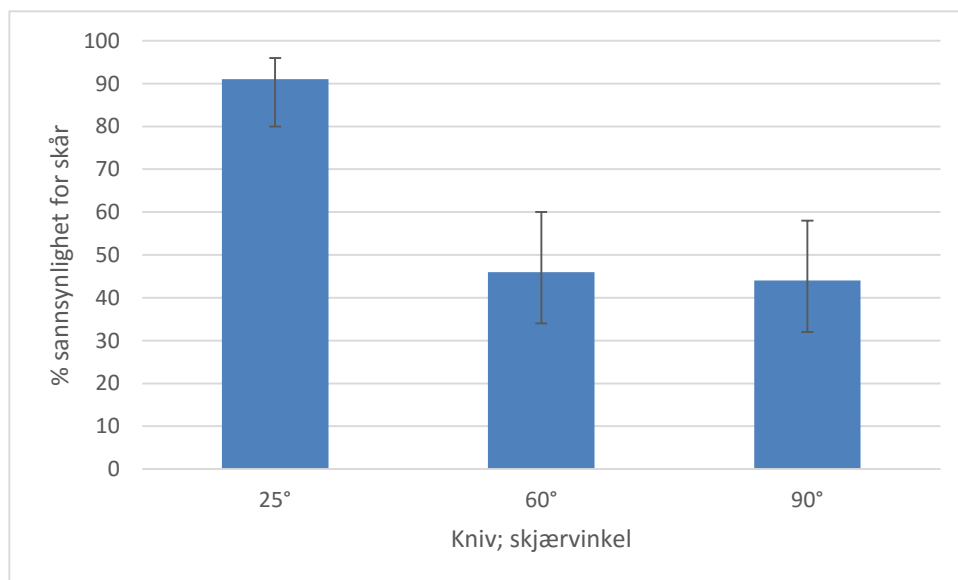
I sannsynlighetsberegningene under er det gjort en fordeling mellom registreringer der knivene på såskia lager skår og der de ikke lager skår. I de videre resultatpresentasjonene er 0-registreingene, altså de registreringer som ikke hadde målbar dybde og bredde, utelatt fra analysen.

#### 3.3.1 Sannsynlighet for at kniven lager skår

Det er kun knivens skjærvinkel som signifikant påvirker om det blir laget skår i jorda.

- knivtykkelse ikke signifikant ( $X^2=0.51$ ,  $df=1$ ,  $p=0.470$ )
- vektbelastning ikke signifikant ( $X^2=2.39$ ,  $df=1$ ,  $p=0.303$ )
- kniv; skjærvinkel er signifikant ( $X^2=35.32$ ,  $df=1$ ,  $p<<0.001$ )

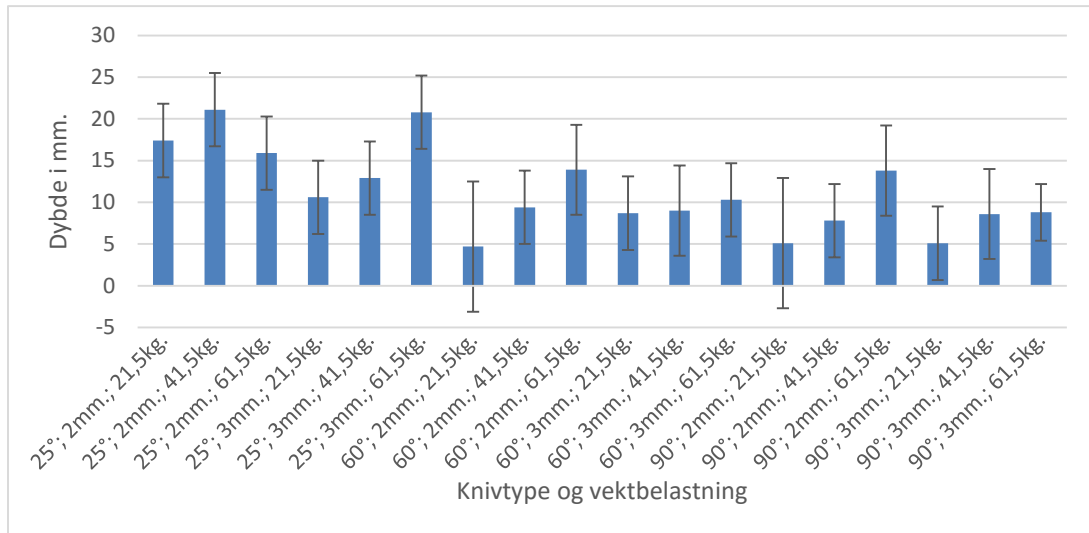
Gjennomsnittet av målinger gjort ved de forskjellige skjærvinklene viser at det i 91 % av tilfellene blir laget skår etter kniv med 25° skjærvinkel, 46 % etter kniv med 60° skjærvinkel og 44 % etter kniv med 90° skjærvinkel (Figur 34).



Figur 34: Prosentvis sannsynlighet ( $\pm 2SE$ ) for at kniv med gitt skjærvinkel lager skår i jorda.

### 3.3.2 Knivskårets dybde

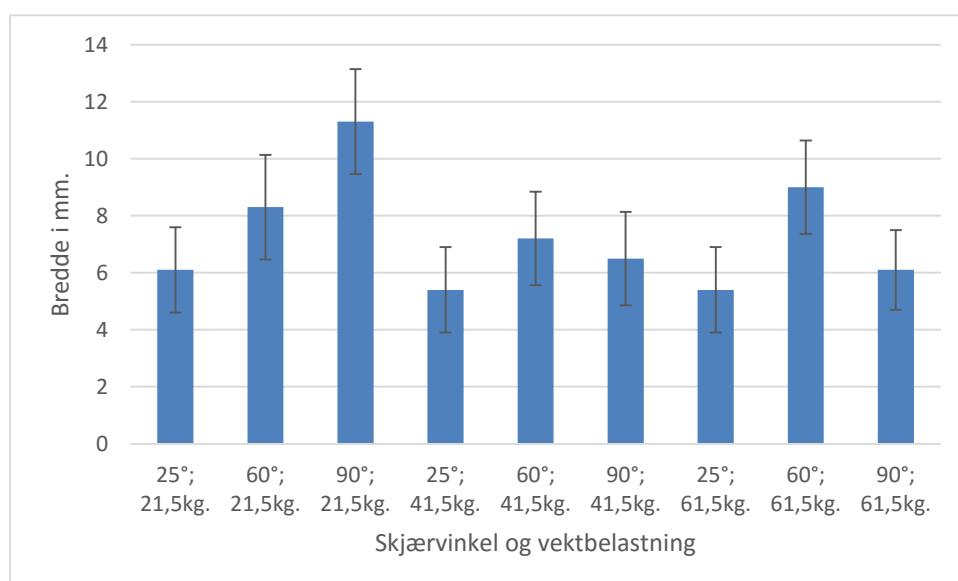
For skår med dybde > 0 har knivens skjærvinkel, tykkelse og såskias vektbelastning en statistisk signifikant effekt på knivskårenes dybde; ( $F_{4,30} = 3,33$ ,  $p = 0,027$ ; Figur 35).



Figur 35: Gjennomsnittlig ( $\pm 2SE$ ) dybde av knivskår ved spesifikke kombinasjoner av forsøksledd.

### 3.3.3 Knivskårets bredde

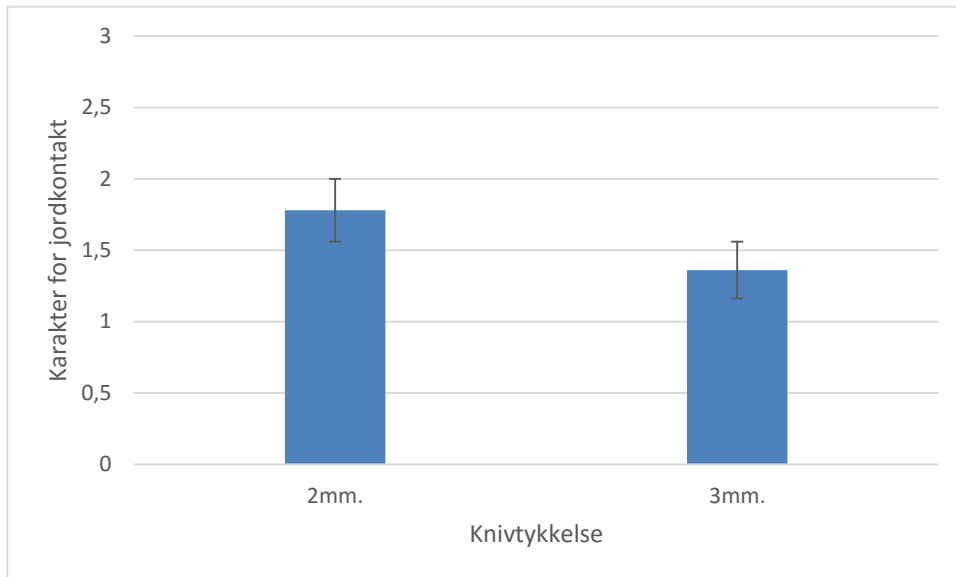
Knivens skjærvinkel og vektbelastning har en statistisk signifikant effekt på knivskårenes bredde ( $F_{4,38} = 3,92$ ,  $p = 0,009$ ; Figur 36).



Figur 36: Gjennomsnittlig ( $\pm 2SE$ ) bredde av knivskår ved interaksjonen mellom knivens skjærvinkel og vektbelastning.

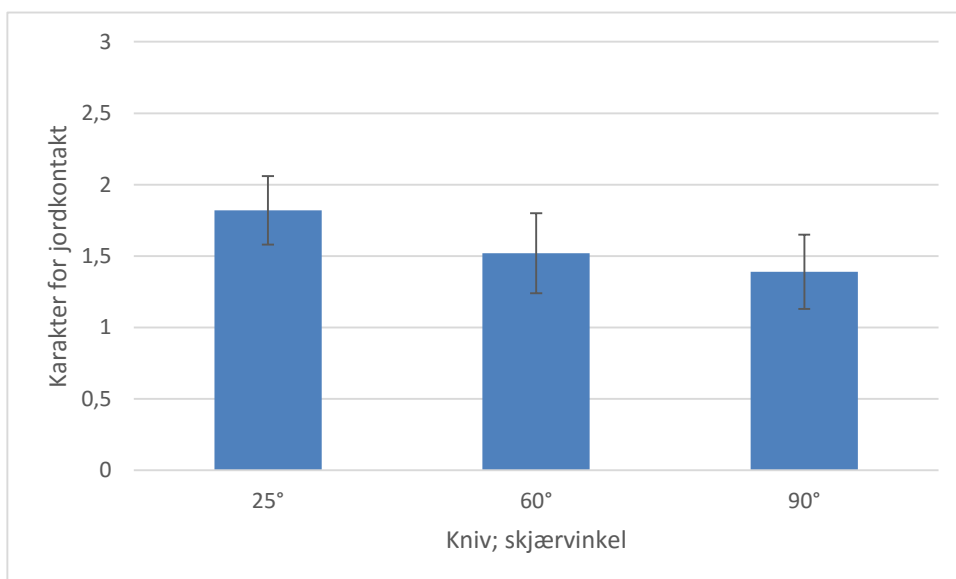
### 3.3.4 Frøets mulighet for jordkontakt

Knivens tykkelse har en statistisk signifikant effekt på frøets mulighet for jordkontakt ( $F_{1,44}=7.81$ ,  $p = 0.008$ ; Figur 37).



Figur 37: Gjennomsnittlig ( $\pm 2SE$ ) karakter for jordkontakt for kniver med 2 og 3 mm.

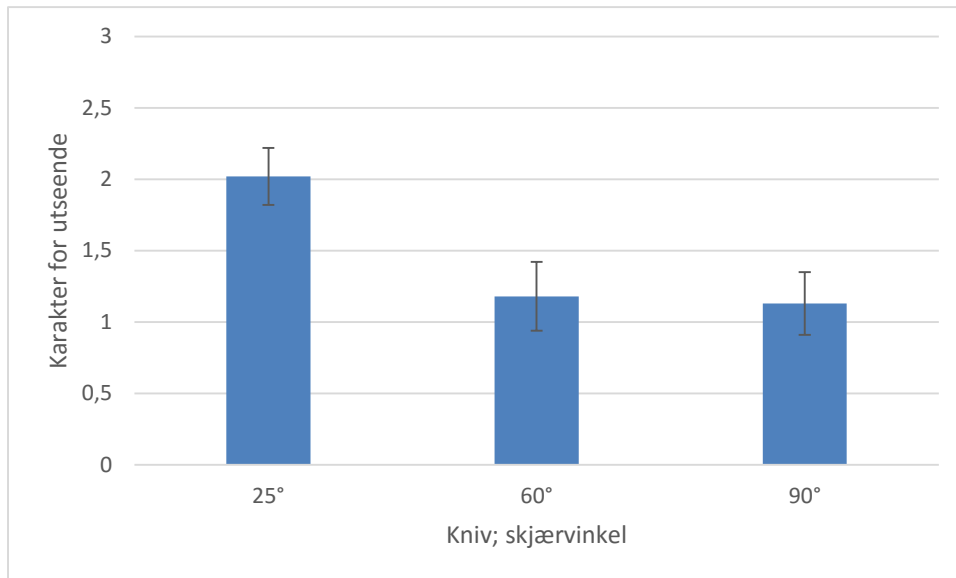
Det er også en tendens til at knivens skjærvinkel har effekt på frøets mulighet for jordkontakt ( $F_{2,44}=3.01$ ,  $p = 0.055$ ; Figur 38). Altså ingen signifikant effekt, men en tendens.



Figur 38: Gjennomsnittlig ( $\pm 2SE$ ) karakter for jordkontakt ved de ulike skjærvinklene.

### 3.3.5 Knivskårets utseende

Det er kun knivens skjærvinkel som har statistisk signifikant effekt på knivskårets utseende ( $F_{2,45}=21.99$ ,  $p \ll 0.001$ ; Figur 39).



Figur 39: Gjennomsnittlig ( $\pm 2SE$ ) karakter for knivskårenes utseende.



## 4. Diskusjon

Resultatene etter forsøket viser at det er forholdsvis tydelige forskjeller mellom de forskjellige knivene som er testet. Et av de mest interessante funnene er forskjellen i funksjonalitet ved de ulike skjærvinklene. Ute i felt var det veldig tydelig å se at kniv med 25° skjærvinkel fungerte bedre enn kniver med 60° og 90° skjærvinkel. Gjennomsnittlig sannsynlighet for at det ble laget knivskår, ligger på 91% for 25° skjærvinkel, og for de to andre skjærvinklene en sannsynlighet på litt under 50%. For de to bratteste skjærvinklene var det flere observasjoner der knivene ikke hadde laget noen skår i det hele tatt, og der det var laget skår var dybden og bredden noe ujevn. For 25° skjærvinkel var det svært få observasjoner hvor det ikke var laget skår. Dette bekreftes gjennom den binomiske sannsynlighetsmodellen. Resultatet av denne viser at det kun er knivens skjærvinkel som signifikant påvirker om det blir laget knivskår eller ikke. De to bratteste skjærvinklene har i stor grad ikke greid å skjære gjennom gamle planterester i enga. Dette resulterte i at planterestene heller la seg foran knivene, og presset såskia opp i fremkant. Dermed har knivene i liten grad hatt muligheten til å kunne lage skår med den dybden de var stilt inn til å lage. I følge Titi (2002) er det viktig at maskinen som skal brukes til direktesåing er konstruert på en slik måte at den takler forhold hvor det er mye planterester der det skal sås. Redskapen som legger frøet i jorda må kunne skape gode spireforhold for frø, slik at planteveksten kommer godt og raskt i gang. Dette gjør at det settes krav til at knivene lager skår med riktig dybde og bredde, at de er riktig utformet og at de er skarpe nok til å skjære gjennom planterester og jord.



*Figur 40: Opphoping av plantemateriale foran kniv med 60° skjærvinkel. Slik var det i de fleste tilfeller ved denne og 90° skjærvinkel. Foto av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.*



*Figur 41: På grunn av ansamling av plantemateriale foran knivene, ble såskia løftet opp i fremkant, og laget dermed dårlige eller ingen skår.  
Foto av forfatter, 2016. Brukt med tillatelse.*

I de statistiske analysene som er gjort, er alle observasjonene hvor det ikke ble laget knivskår utelatt. På de observasjonene hvor det var knivskår, har både knivens vinkel og tykkelse, samt vektbelastning på såskia hatt en signifikant effekt på hvilken dybde skåret hadde. I Figur 35 er gjennomsnittlig dybde av alle 18 kombinasjoner av forsøksledd presentert. Det viser seg at kniv med 25° skjærvinkel er den skjærvinkelen som lager de dypeste skårene, mens det for 60° og 90° er noe grunnere skår. For kniv med 25° skjærvinkel, 3 mm tykkelse og kniver med 60° og 90° skjærvinkel (begge knivtykkelser) ser man et mønster i at det ved høyere vekt blir et dypere skår. Dette kan tyde på at disse knivene har problemer med å skjære ned i jorda ved lav vektbelastning. Titi (2002) omtaler såmaskiner hvor rullekniver lager skåret i jorda, og poengterer at vektbelastningen som ligger på kniven i stor grad har betydning for dybden skåret får. Dette virker også å være tilfelle for knivene som er testet i forsøket, da høyere vekt jevnt over gir dypere skår. Dybden på skåret vil igjen ha innvirkning på frøplasseringen. Grasfrø av forskjellige arter har forskjellig størrelse på frøene, og generelt sett skal små frø sås grunt mens større frø skal sås noe dypere. Ofte er 1,5-2 cm. det dypeste en burde så grasfrø, for at frøet ikke skal bruke opp opplagsnæringen før spiren når overflata (Bøe, Endrerud & Morken, 2003). Dermed er det avgjørende at man får lagt frøet i den dybden man ønsker, og at det jevnt over er lik dybde. I 2006 startet det et prosjekt hos Bioforsk Øst med utvikling av en ny forsøkssåmaskin. Denne maskinen skulle utvikles for å gi bedre resultater ved såing av arealer med redusert jordarbeiding, da maskinene som allerede var i bruk ble for små og lette for slike arealer. Prosjektet var et samarbeid innenfor IAMFE (International Association on Mechanization of Field Experiments), sammen med Sverige og New Zealand. Et viktig moment i utviklingen av den

---

nye maskinen var å utvikle skållabber for nettopp å oppnå riktig sådybde uten å måtte ha for stor vektoverføring til sålabbene (Norsk Landbruksrådgivning [NLR], 2014).

Knivens tykkelse var det eneste forsøksleddet som signifikant påvirket karakteren for jordkontakt, der knivene med 2 mm tykkelse hadde en høyere gjennomsnittlig karakter enn de med 3 mm tykkelse. Dette kan henge sammen med at kniv med 2 mm tykkelse var den kniven som jevnt over lagde skår med best dybde. En tynnere kniv vil i teorien skjære seg lettere gjennom torv og jord, da arealet av knivens underside og motstand i kniveggen er mindre jo tynnere kniven er. Det kan også være at en tynnere kniv dytter mindre planterester ned i skåret, og dermed lager et «renere» skår med bedre forhold for frøet. I forhold til den tredelte skalaen for jordkontakt er nettopp et av kriteriene for å oppnå god karakter at det ikke skal være for mye planterester i skåret, som hindrer frøet i å ligge i kontakt med jord. Er det for mye planterester, kan dette påvirke spireprosessen negativt og dermed etableringen av nye planter (Titi, 2002).

Det var også en tendens til at knivens skjærvinkel påvirker karakter for jordkontakt. Her var det kniv med skjærvinkel 25° som hadde høyeste gjennomsnittlige karakter. Dette kan henge sammen med at denne skjærvinkelen var den som laget skår med best dybde og jevnest bredde. Det er denne skjærvinkelen Underhaug AS allerede bruker på sine maskiner, og det gjenspeiler nok at dette er en kniv hvor en oppnår akseptable resultater med tanke på skårets utforming og jordkontakt.

### *Forslag til endringer*

Underveis i en forsøksprosess lærer man stadig noe nytt og avdekker ting som kunne vært gjort annerledes.

Når det gjelder skala for jordkontakt kunne denne med fordel vært delt inn med flere karakterer, f.eks. karakterene 1-5. Her kunne dårligste karakter (karakter 1) vært karakteren hvor det ikke var skår i det hele tatt, og deretter gradvis bedre mot karakter 5, ved tilnærmet perfekte forhold for jordkontakt. Det var flere observasjoner som havnet mellom karakterene som ble brukt i forsøket (1-3), og dermed måtte en velge å gå opp eller ned på karakterskalaen. Med flere karakterer ville en unngått dette, og forskjellen i jordkontakt mellom de forskjellige forsøksleddene ville kanskje kommet tydeligere frem.

I de målepunktene der det var forskjell i dybde og bredde mellom de to knivskårene, ble det skåret som hadde størst dybde valgt for registrering. I etterkant av forsøket er det vurdert at begge skårene burde vært målt ved alle observasjoner, og deretter regnet gjennomsnittet mellom dem. Da ville man unngått å måtte velge et av skårene, og dermed luket bort en systematisk feil.

### *Forslag til videre arbeid*

Som videre arbeid på dette fagfeltet kunne det vært interessant og testet kniver med andre utforminger. Kanskje er det en ide å teste kniver hvor en ikke gjør så drastiske endringer i utforming som det er gjort i dette forsøket. Da kan knivene f.eks. utformes med vinkler på 35° og 45°, og se om disse utformer skåret på en bedre måte enn det kniv på 25° gjør. Man kan også gå helt bort fra konseptet med lineær utformet knivegg, og teste noen som har buet knivegg eller en kniv som ruller (rullekniv).

Forsøket burde også vært gjort på flere jordtyper med ulik karakter på plantedekket. Da kan man avdekke om knivene fungerer ulikt på forskjellig type underlag.

På forsøksriggen som er brukt i dette forsøket, burde det vært montert på en enkel frøkasse med utmatersystem. Da har man mulighet til å se hvor frøet havner etter nedslippet, og man kan med større sikkerhet si om knivskåret er godt nok utformet med tanke på frøets behov for jordkontakt. Da kunne det også vært testet om en pakketrommel som lukker skåret har noen effekt. Dette kan testes ved at en del av arealet sås og skåret lukkes med pakketrommel, og på andre del av arealet ikke bruker pakketrommel. Ved så å registrere forskjell i utvikling og vekst hos plantene på de to feltene, kan man avveie om bruk av pakketrommel er positivt eller negativt for planteveksten.

---

## 5. Konklusjon

Forsøksresultatene viser at kniv med 60° og 90° skjærvinkel, både i 2 og 3 mm utførelse, ikke lager skår som er tilfredsstillende med tanke på frøets behov for jordkontakt, i alle fall ikke under de forholdene de er testet i. Denne konklusjonen trekkes på bakgrunn av at disse skjærvinklene i for mange tilfeller ikke lager knivskår. Her er det selve utformingen av knivene som er problemet, da de ikke takler løse planterester i enga. Vektbelastning har dermed i liten grad betydning for om skåret er godt nok utformet for å gi frøet tilfredsstillende jordkontakt.

For kniv med 25° skjærvinkel var resultatene mer positive. Denne kniven, både i 2 og 3 mm utførelse, lager jevnt over gode skår, som i størst grad tilfredsstiller frøets behov for jordkontakt. Den takler løse planterester godt, noe som resulterer i at skår dybden jevnt over kommer nærmest den dybden knivene er stilt inn på. Kniven med 2 mm tykkelse hadde i gjennomsnitt mindre bredde med økende vektbelastning. Ellers hadde ikke vektbelastningen på denne knivtykkelsen stor innvirkning på utforming av knivskåret. Kniv med 3 mm tykkelse hadde behov for høyere vektbelastning for å lage skår med god utforming og gode forhold for jordkontakt.

Konklusjonen blir at det er to kombinasjoner av forsøksledd som skiller seg ut som best:

- 25° skjærvinkel, 2 mm tykkelse, 41,5 kg. vektbelastning
- 25° skjærvinkel, 3 mm tykkelse 61,5 kg. vektbelastning

Under de rådende forhold som knivene er testet i, kommer disse to kombinasjonene best ut av testingen, og vil i størst grad utforme skår som gir frøet gode muligheter for jordkontakt. Selv om det ikke var noen av disse kombinasjonene som gjennomsnittlig fikk beste karakter for jordkontakt, vil de kunne gi et tilfredsstillende resultat ved såing.

For å finne ut om det finnes kombinasjoner som fungerer bedre, må det testes flere typer kniver, gjerne der en tester dem på flere forskjellige typer plantedekke og jordarter.

## Litteraturliste

- Aas, P. (1981). Norsk Landbrukspolitikk. I P. Aas, *Norsk Landbrukspolitikk* (ss. 7-8). Oslo: Landbruksforlaget.
- Almås, R., Bratberg, E. & Syverud, G. (2015). Jordbruk i Norge. *Store norske leksikon*. Lokalisert den 8. des. 2015 på [https://snl.no/Jordbruk\\_i\\_Norge](https://snl.no/Jordbruk_i_Norge)
- Brandstveit, T., Broen, J., Hella, S. A., Nes, K., Sandli, D., & Viken, B. (2004). *Kulturplantene*. Oslo: Landbruksforlaget.
- Bøe, J. K., Endrerud, H. C., & Morken, J (2003). *Landbruksmaskinar*. Oslo: GAN Forlag AS.
- Jetne, M. (1964). *Eng og engdyrking*. Halden: Bøndernes Forlag.
- Kartverket (Karttjeneste). (2016). *Blæstad* [Kartbilde m/info]. Lokalisert den 22. mai 2016 på <http://norgeskart.no/ssr/?sok=b1%C3%A6stad#15/292309/6748852/+hits>
- Landbruks- og matdepartementet. (2011). *Landbruks- og matpolitikken — Velkommen til bords*. (Meld. St. 9, 2011–2012). Lokalisert den 10. des. 2015 på <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld-st-9-20112012/id664980/>
- Norsk Landbruksrådgivning. (2014). *Utvikling av nye forsøkssåmaskiner*. Lokalisert den 28. mai 2016 på <http://feltforsok.nlr.no/media/ring/5221/Utvikling%20av%20nye%20fors%C3%B8ks%C3%A5maskiner%20nov14.pdf>
- Opsahl, B., & Skjelvåg, A. O. (1984a). *Attlegg til eng og beite*. Ås: Landbruksbokhandelen.
- Opsahl, B., & Skjelvåg, A. O. (1984b). *Varig eng og beite i Noreg*. Ås: Landbruksbokhandelen.
- Rommetveit, M. (1979). *Norsk landbruksordbok* (bind 1). Oslo: Det Norske Samlaget.
- Skøien, S. (1997). *Plantedyrking: VK1 Landbruk og naturforvaltning*. Bergen-Sandviken: Fagbokforlaget.

- 
- Skøien, S. (2003). *Jordlære*. Oslo: GAN Forlag AS.
  
  - Solberg, B. (2013). Steinalderen i Norge. *Store norske leksikon*. Lokalisert 9. desember 2015, på [https://snl.no/Steinalderen i Norge](https://snl.no/Steinalderen_i_Norge)
  
  - Statistisk Sentralbyrå. (2014). *Strukturen i jordbruket, 2014, førebels tal*. Lokalisert 10. des. 2015 på <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/stjord/aar/2014-11-27?fane=tabell&sort=nummer&tabell=208059>
  
  - Titi, A. E. (2002). *Soil Tillage in Agroecosystems*. Boca Raton, Florida : CRC Press .
  
  - Underhaug, 2014. *Instruksjonsbok UM-7926/7950 Direkte såmaskin*.

## Vedlegg

Vedlegg 1: Registreringsskjema brukt i felt.

Knivtype:		Dato:										
Vekt	Dybde, 1. gjentak	Bredde, 1. gjentak	Jord-kontakt	Ut-seende	Dybde, 2. gjentak	Bredde, 2. gjentak	Jord-kontakt	Ut-seende	Dybde, 3. gjentak	Bredde, 3. gjentak	Jord-kontakt	Ut-seende
Lav	1.	1.			1.	1.			1.	1.		
	3.	3.			3.	3.			3.	3.		
	5.	5.			5.	5.			5.	5.		
Vekt	Dybde, 1. gjentak	Bredde, 1. gjentak	Jord-kontakt	Ut-seende	Dybde, 2. gjentak	Bredde, 2. gjentak	Jord-kontakt	Ut-seende	Dybde, 3. gjentak	Bredde, 3. gjentak	Jord-kontakt	Ut-seende
Middels	1.	1.			1.	1.			1.	1.		
	3.	3.			3.	3.			3.	3.		
	5.	5.			5.	5.			5.	5.		
Vekt	Dybde, 1. gjentak	Bredde, 1. gjentak	Jord-kontakt	Ut-seende	Dybde, 2. gjentak	Bredde, 2. gjentak	Jord-kontakt	Ut-seende	Dybde, 3. gjentak	Bredde, 3. gjentak	Jord-kontakt	Ut-seende
Høy	1.	1.			1.	1.			1.	1.		
	3.	3.			3.	3.			3.	3.		
	5.	5.			5.	5.			5.	5.		