



**Høgskolen
i Innlandet**

Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi

Tomas Tjåland

Kandidatnummer: 915

Bacheloroppgave

Såing av erter i eng

Seeding of peas in meadow

Landbruksteknikk 6JB299

2022

Samtykker til utlån hos høyskolebiblioteket

JA ☒ NEI ☐

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage

JA ☒ NEI ☐

Sammendrag

Bruken av kraftfôr til å produsere kjøtt og melk i Norge er et tema med økende interesse. Ettersom vi opplever store svingninger i det globale markedet, ser vi at det å importere ingredienser for å produsere kraftfôr til dyr, ikke er en bærekraftig løsning.

Samtidig gjør både pandemier og andre verdenskriser at handel av mat og andre varer stadig blir mer utfordrende. Dette gjør da at å sikre et norsk beredskapslager av mat er av stadig økende viktighetsgrad. For å kunne klare dette er vi avhengige av å produsere mat så effektivt som mulig. Store mengder av landbruksjorden vi har i Norge går med på å produsere fôr til dyr. Skal vi klare å øke selvforsyningsgraden, må dette endres. Å produsere mat til dyr, for så å spise disse er 10 ganger mindre effektivt enn om vi kunne spist maten direkte.

Det er derfor av stor interesse for å se på mulige løsninger til å gjennomføre dette. I denne oppgaven er det sett på mulighetene for å så belgvekster i eng, for å kunne øke proteinmengden i dyrenes grovfôr. For å gjøre dette ble det tatt utgangspunkt i en direktesåmaskin produsert av Underhaug AS.

For å finne den beste løsningen, ble det tegnet modifiserte versjoner av denne ved hjelp av dataassistert konstruksjon. Den endelige utgaven som ble valgt er bestående av et sett bredere kniver, samt endret mekanisme for lukking av raden etter frøet. Denne ble så produsert som en prototype og testet. Testing viser at det fortsatt må jobbes videre med utviklingen, men ideen har stort potensiale, og det ble gjennomført en vellykket såing av erter i eng.

Abstract

The usage of concentrates in the production of Norwegian meat and milk is of rising interest. We are experiencing major fluctuations in the global market, and the usage of imported ingredients in feed for husbandry farming is no longer a sustainable option.

Simultaneously, due to pandemic and world crises, are we experiencing a rising difficulty in global trade of food and other goods. This is making the importance of creating a higher level of self-sustainability even clearer. To be able to do this we will have to increase the efficiency of food production.

Large areas of available farmland in Norway is occupied by animal food production. If we are to increase the self-sufficiency, this needs to change. When food is used to feed animals, it is roughly 10 times less effective, compared to if we were able to eat it ourselves.

It is therefore high interest in looking for possible solutions to make this possible. In this assignment, the possibility for seeding peas in meadow is explored, in hopes to increase the protein amount in grass-based animal feed. To make this possible, a direct-drill from Underhaug AS was used as base.

To find the best solution, different versions of modifications were drawn using computer aided software. The chosen solution consists of a set of wider knives and a mechanism for closing the furrow. This was then made into a prototype and tested. The testing shows that there is a further need for development, but the idea has potential, and a successful seeding of peas in meadow was completed.

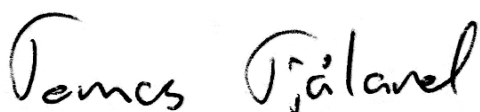
Forord

Ideen til oppgaven startet etter en samtale med min veileder Hans Christian Endrerud. Her fikk jeg mange gode ideer og ble satt i kontakt med Underhaug As. Det var under samtale med nevnte firma at jeg ble fortalt om interessen for å se på muligheter til å så erter/belgvekster med deres eksiterende direktesåmaskiner for eng.

Ettersom jeg kommer fra Jæren, er jeg vant til å se høy tetthet av gårder med intensiv produksjon og lite areal. Mangen av disse har tradisjonelt hatt et høyt forbruk av kraftfôr for å kunne kompensere for manglende mengder grovfôr. Jeg har opplevd både hvordan dette påvirker økonomien for gårdbrukerne, og etter hvert også lært hvordan kraftfôr produsert på importer soya, kan være et problem for miljøet. Jeg håper derfor denne oppgaven kan være med på å videreutvikle maskiner, samt øke interessen for norsk protein i fôret til dyrene våre.

Jeg ønsker også å utdele en stor takk til veilederen min Hans Christian Endrerud som har bidratt med god veiledning og innspill til utviklingen. Jeg vil også takke Stein Amundsen Morthov, Gunnar Øiestad og Petter Stavrum for god hjelp i verkstedet under produksjon av forsøks rigg.

Til slutt vil jeg nevne Einar Johan Oltedal som håndmann og fotograf under testing. Silje Anvik og Lars Martin Ommedal for hjelp til korrekturlesing. Takk til dere også.



Tomas Tjåland

Blæstad, 01. Juni 2022

Innhold

SAMMENDRAG.....	3
ABSTRACT.....	4
FORORD	5
INNHold	6
1. INNLEDNING	8
1.1 BAKGRUNN FOR OPPGAVEN.....	8
1.2 HUSDYRPRODUKSJON I NORGE	9
1.2.1 Vanlige produksjonsformer.....	10
1.2.2 Fôring av små og storfe	13
1.3 PRODUKSJON AV GROVFÔR	15
1.3.1 Fra såing til høsting, hvordan få optimalt for?.....	15
1.3.2 Jordforhold for god vekst	21
1.4 BELGVEKSTER I GROVFÔR	24
1.4.1 Planting av belgvekster	25
1.5 ENGFORNYING	26
1.5.1 Tradisjonell engfornyning.....	26
1.5.2 Redusert jordbarbeiding	26
1.6 PROBLEMSTILLING	29
1.7 MÅLSETTINGER.....	29
1.8 AVGRENSINGER.....	29
2. MATERIAL OG METODE	30
2.1 FREMGANGSMÅTE.....	30
2.2 DATAPROGRAMMER	30

2.2.1	<i>Dataassistert konstruksjon</i>	30
2.2.2	<i>Tekstredigering</i>	30
2.2.3	<i>Tabell og utregninger</i>	31
2.3	KARAKTERBEDØMMING	32
3.	UTVIKLING AV SÅLABB	33
3.1	UNDERHAUG UM-79XX	33
3.2	ENDRINGER FOR Å KUNNE SÅ ERTER/BELGVEKSTER	34
3.3	PRODUKSJON AV PROTOTYPE	36
3.3.1	<i>3D Modelling</i>	36
3.4	PRESENTASJON AV ENDELIG LØSNING	46
3.4.1	<i>Presentasjon av komponentene</i>	47
3.4.2	<i>Konstruksjon</i>	54
4.	TESTING I FELT	58
4.1	ANALYSE	61
4.1.1	<i>Ulike vekter</i>	62
4.1.2	<i>Faktorer som kan påvirke resultatet</i>	66
5.	DRØFTING	67
5.1	FORSLAG TIL VIDERE ARBEID.	68
6.	BIBLIOGRAFI	69
7.	VEDLEGG	74

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for oppgaven

Ideen bak denne videreutviklingen kommer fra Underhaug as. Forfatter av oppgaven ble under samtale med ovenfornevnte bedrift, fortelt om interesse for å se hvilke muligheter det var for produksjon av utstyr som gjorde deres direktesåmaskin for gras, mulig å bruke til belgvekster.

For å gjennomføre dette vil det bli tatt utgangspunkt i Underhaug såmaskiner i serien UM-79XX, dette er fordi maskinen anses som å være et godt utgangspunkt for ønskede resultater. Tanken er at man med mindre modifikasjoner på maskinene skal kunne levere en såmaskin med utbyttbare sålabber, slik at man vil ha en sålabb for grasfrø og en for belgvekster. Denne løsningen vil kunne gi kunder av produktet mulighet til å velge sålabb type etter behov. Kunder som ønsker såmaskin for grasfrø, vil kunne få det uten å måtte betale for sålabb for erter. Dersom behovet skulle endre seg vil det enkelt være muligheter for å bytte til sålabb for ert. Sålabb for erter kan da eksempelvis selges som ekstraustyr.



Figur 1-1: Skjermdump fra produsentens Youtube-video om produktet. (Herde Industrier, 2022)

1.2 Husdyrproduksjon i Norge

I Norge har vi totalt 9 845 192 daa som blir brukt til jordbruksproduksjon. Av disse arealene utgjør rundt 8 millioner daa, fulldyrket jord. I tillegg har vi i Norge store mengder fjell og utmark som er utmerkede områder for beiteareal. Dette er et ypperlig grunnlag for å drive husdyrproduksjon, ettersom dyrene har en mye bedre evne til å utnytte disse arealene enn hva som ville vært mulig med maskiner. (Statistisk Sentralbyrå, 2022)

Det er per 2022, 23 636 bønder i Norge som driver med melk og kjøttproduksjon. For at disse skal kunne utnytte sine beitearealer er de nødt til å benytte dyrket jord til produksjon av grovfôr. Dette kommer av at beitesesongen kun varer fra mars-april til september-oktober, dette vil selvfølgelig variere etter lokale klimaforskjeller og type beiteareal. Grunnen til at sesongen må kortes inn slik som dette og ikke kan vare hele året, begrunnes med at det utenfor sesong ikke er tilstrekkelig med vekst i beiteområdene til å opprettholde nok fôr til dyrene. Temperatur og vær er også faktorer som spiller inn på hvor lenge dyrene kan gå på beite. (Statistisk Sentralbyrå, 2022)

For at det skal være mulig å produsere grovfôr på så lite areal som mulig, er det anbefalt å drive jorden på en slik måte at den tilrettelegger gode vekstforhold for plantene. Et av tiltakene som gjøres for å hjelpe til med dette er engfornyning. Dette vil nærmere gjennomgås i kapittel 1.3 Produksjon av grovfôr.



Figur 1-2: Figur som viser arealer egnet for matproduksjon (Matprat.no, 2022)

1.2.1 Vanlige produksjonsformer

I Norge baseres store mengder av kjøttproduksjonen på stor- og småfe. Dette er dyresorter som er godt egnet til å utnytte de tilgjengelige ressursene i utmarken om sommeren. Om vinteren derimot, må de tas inn i fjøs eller kunne fores på andre måter, da utmarken ikke gir tilstrekkelig næring.

Når de er tatt inn i fjøset er det lettere å både føre og gi de tilsyn. I fjøset er det mange hjelpemidler som skal sørge for at det er behagelig både for dyr og røkter å oppholde seg der. De fleste nye fjøs benytter seg av en løsdriftsordning. Da får dyrene mulighet for bevegelse, samtidig som det letter arbeidet for røkteren, ettersom dyrene kan gå til føret fremfor å måtte frakte føret ut til dyrene. Mange nye fjøs er dessuten også høyt mekaniserte eller automatiserte. Det finnes maskiner for både automatisk melking og tildeling av for.



Figur 1-3: Bilde som viser illustrasjon av fjøs plassert i et tradisjonelt tun (Kjernlie, 2022)

Storfe



*Figur 1-4: Bilde som viser storfe som spiser grovfor
(Reime & Co AS, 2022)*

Ofte ser man at produksjonen av kjøtt og melk er separert. Dette er et resultat av at det er ønskelig med ulike driftsopplegg for økt effektivitet for de enkelte produksjonene. Oppstallingskravene varierer også såpass at det er en fordel med ulike fjøs for de ulike produksjonene. Ofte ser man at melkefjøs er større og mere mekaniserte, ettersom det kreves utstyr for melking og fôring. I et fjøs for ammeku vil ikke melkeutstyr være aktuelt. Ammekyr er ofte også mindre krevende å fôre og man kan klare seg med et enklere fôringsanlegg.

I en melkekubesetning vil da hovedvekten ligge på produksjon av melk. Ved denne type produksjon er det vanlig at kalvene blir tatt fra morderne raskt etter fødselen. Dette gjøres slik at melken kua produserer for kalven, heller kan melkes, å brukes i matproduksjon. Kalvene blir da plasserte i enge avdelinger hvor de fôres opp. Her vil de gode dyra bli tatt vare på for videre melkeproduksjonen. De resterende ungdyra som ikke er ønskelige i videre melkeproduksjon, kan da enten fôres opp og slaktes eller selges videre.

For en besetning med ammeku vil opplegget være noe annerledes, her vil kalven gå med mora over en mye lengre periode. Dette gjør da at kalven drikker den produserte melken. Med å gjøre dette tiltaket kan man oppnå en bedre og billigere tilvekst for kalvene ettersom noe av fôrbehovet dekkes gjennom melken. Ofte er også ammeku en mindre intensiv produksjon. Dette kommer av at dyra ikke produserer samme mengden melk, og har da ikke behov for samme mengde energi i fôret. Dette betyr i mange tilfeller at med god kvalitet på grovfôret og rikelig med mineraltilskudd, kan man klare produsere kjøtt fra ammeku uten bruk av kraftfôr.

Sau

De som produserer kjøtt av småfe/sau, har ofte et litt annet driftsopplegg. Dette består av en bedekningsprosess av sauene om høst og lamming om våren. I løpet av sommeren vil da lammene føres frem, slik at de blir klar for slakting til høsten.

Fellesnevneren for di nevnte produksjonene er at om sommeren baseres mye av fôrgrunnlaget for dyrene på beite. Om sen høst og vinter er det ikke sikkert dette er mulig. Både fordi det begynner å bli lite vekst i plantene de spiser ute og samtidig har de ofte et behov for mer tilsyn og mer kontrollerte omgivelser for å sørge for en trygg kalving/lamming. Derfor blir dyrene tatt inn i fjøs hvor de kan holdes over vinteren slik at de får trygg tilgang til fôr, vann og behagelig temperatur. Det er her, når dyrene går inne behovet for ensilert grovfôr kommer frem. Siden det ikke vokser spiselige planter for dyrene inne i fjøset har mange bønder et reservert areal som de gjennom sommeren bruker til å produsere grovfôret dyra skal ha om vinteren.



Figur 1-5: Bilde som viser alternativ fôringsmetode for hardføre saueraser (Foto: Privat)

1.2.2 Fôring av små og storfe








Figur 1-6: Innendørs fôring av sau (Røysland, 2022)

Som nevnt tidligere er det ulike behov for fôring etter hva dyret brukes til og hvor høy ytelse som er ønskelig. Under fôring av for eksempel melkeku kan man med å regulere energimengden i fôret, legge til rette for høyere eller lavere ytelse fra dyret.

Godt grovfôr er den viktigste ingrediensen i vellykket produksjon. Den største delen av både næring og struktur for dyret skal komme fra denne kilden. Bruken av kraftfôr burde derfor tilpasses kvaliteten på grovfôret for å kunne dekke næring/energibehov som dyret ikke får fra grovfôr. Godt grovfôr = mindre kraftfôr.

For de ulike gruppene nevnt i forrige kapittel er det ulike behov for fôring og ulike preferanser fra dyret selv. For sau og ammeku kan man i noen tilfeller klare seg med kun grovfôr og mineraltilskudd, da vil det være anbefalt å tildele noe kraftfôr rundt fødselen for å gi dyret ekstra energi til dette. Når det kommer til selve grovfôret, har også dyrene forskjellige preferanser. Sauen liker ofte gras som er av lengre kuttelengde og relativt tørt. Mens melke og ammeku liker et noe tidligere slått gras med lavere kuttelengde. Det tidligere slåtte graset vil inneholde mere energi og næringsstoffer, men være dårligere på struktur. Dersom det er ekstensiv drift av ammeku, foretrekker denne også et noe senere slått gras. I tillegg til bra kvalitet på grovfôret, kan man og til en viss grad kontrollere innholdet i dette. Ved for eksempel å tilsette belgvekster i enga kan man øke proteinmengden i fôret. Lykkes man med dette, vil man kunne oppleve redusert behov for kraftfôr og bedre økonomi. (Lysestøl & Røysland, 2022)

Rett haustetidspunkt for meg?

	Liten avling				Stor avling	
						
Utviklingsstadium	Bladstadiet Berre blad og forlenga bladslirer	Stengelstrekking Minst eit synleg kneledd på minst 50 % av plantane	Begynnande skyting Ein del av akset er synleg på mist 10 % av skota	Skyting Halve akset er synleg på minst 50 % av skota	Fyll skyting Ein del av det aksbærande strået er synleg på mist 50 % av skota	
Energikonsentrasjon	1,1 FEm	1,1 FEm	0,9 FEm	0,85 FEm	0,8 FEm	
Bruksområde	Beiting	Beiting	Høgtytande dyr som får lite kraftfôr	Meir struktur i fôret. Dyra toler meir kraftfôr. Høgtytande dyr må supplerast med kraftfôr	Mykje struktur. Produserande dyr treng kraftfôr. Ved fri tilgang kan lågtproduserande dyr (gjeldku, ammeku utan kalv, sau vinterstid) greie seg med dette.	

Figur 1-7: plansje som viser sammenheng mellom slåttetidspunkt og energikonsentrasjon i gras (Norsk Landbruksrådgiving - Rogaland, 2022)

1.3 Produksjon av grovfôr

For å kunne produsere mest mulig grovfôr på så lite areal som mulig, kreves det at en driver jorden på en måte som legger til rette for optimale vekstforhold for plantene.

1.3.1 Fra såing til høsting, hvordan få optimalt for?

Jordbearbeiding

For å oppnå optimale jordforhold vil det være fordelaktig å utøve jordbearbeiding på de arealene som skal benyttes. I de tidligste tider var det arden som ble brukt til dette. Denne ble etter hvert fratatt sin posisjon av plogen. Og etter dette, er det plogen, med mindre endringer som har gitt oss mulighet til å fø befolkningen.

Plogen er et redskap som er utformet på en slik måte at når den dras gjennom jorden velter det det øverste sjiktet av jord, også kalt toppsjiktet. Slik at ugras pakkes ned og man får en lett luftig jordstruktur. Etter plogen må man benytte en slodd. Slodden dras over bakken og knuser klumper og sletter ut ujevnheter som kommer etter plogen. Etter kjøring med slodden vil det være variasjoner i



Figur 1-8: Bilde som illustrerer plogens virkemåte og viser resultatet. (Kverneland AS, 2021)

hvilke operasjoner som er nødvendig for å oppnå et godt såbed. Dersom det er mye stein, er det en fordel å fjerne disse. Dette gjøres enten med en mekanisert steinplukker eller for hånd, alt etter mengde og størrelse på steinene. Når steinen er fjernet fra jorden velger mange å kjøre over med en harv, dette vil ytteligere knuse klump og ujevnheter i bakken, slik at man får en jevn fin overflate som er fri for stein, klumper og har lett løs jord i overflaten. Dette vil gjøre det lettere å plassere frøene på en jevn dybde, samtidig som de oppnår og jordkontakt og tilgang til næringstoffer.

Når en sår gras er det viktig å tenke på at dette er små frø og ikke skal plasseres langt under overflaten. Ofte brukes det en spesialisert maskin til denne prosessen, noe som bidrar til å sørge for at man får et jevnt fint resultat. Disse maskinene kan være bygget opp på forskjellige måter. De vanligste typene er basert på enten et radsåsystem eller spreddefaner som legger frøene på overflaten og etterfølges av en fingerharv som risler frøene ned i de øverste centimeterene i jordlaget. Dersom man har utført de tidligere nevnte operasjonene vil begge typene kunne gi et godt resultat. Har man derimot et ønske å så med redusert jordbearbeiding, vil sistnevnte såmaksin gi det beste resultatet. Grunnen til dette er fordi man med redusert jordbearbeiding ikke alltid oppnår samme grad av vending av torven og denne vil ofte forbli uberørt på topp. Derfor er man avhengig av en radsåmaskin som har muligheter til å skjære gjennom torven og sørge for at frøene oppnår god jordkontakt.



Figur 1-9: Såbedsharv som knuser klump og tilrettelegger godt såbed. (Einböck GmbH, 2022)

Når høstingen står for tur, er det viktig å velge riktig tidspunkt. Graset skal ha startet skyting, og været bør være bra og jorden lagelig for kjøring. Dette er meget viktig for å oppnå god kvalitet på fôret. Dersom man starter høstingen for sent, vil man ha mistet store deler av næringsinnholdet i plantene, og man får mindre utbytte av fôret. Været er også en viktig faktor under høstingen. Det bør være tørt nok til at man oppnår rask tørking av planterestene, slik at ikke sukkerinnholdet går tapt. Samtidig vil for fuktige forhold kunne gi problemer både i form av varmgang og mugg/sopp i det ensilerte fôret og man kan få pakkeskader på jorden.

Innhøsting

Den første operasjonen i innhøstingen er slåingen, her kuttes graset slik at det blir liggende på overflaten. Denne operasjonen gjøres med en slåmaskin, det finnes mange prinsipper disse kan være basert på, men det vanligste er skiveslåmaskiner. Disse består av en bjelke med flere skiver som sammen utgjør arbeidsbredden. På disse skivene er det festet små kniver som spinner sammen med skivene og kutter graset. Når en bruker en slik maskin er det viktig å ikke kutte for lavt. Dette vil gi bedre vekstvilkår videre for planten, samt det nedslåtte plantematerialet får mulighet til å flyte på stilkene, slik at det ikke kontamineres med jord fra bakken eller andre fremmedlegemer.

Etter graset er slått kan man ved behov vende graset med en rotorvender, dette er en prosess som plukker opp plantematerialet og kaster det opp i luften, slik at det blir snudd og får en mer effektiv tørking. Når dette er utført eller i tilfeller hvor det ikke er nødvendig vil nå neste steg bli å samle sammen graset i ranker. Dette gjøres for å øke effektiviteten på innhøstingen. Man får med å gjøre dette, samlet sammen en større bredde planterester til en smalere streng. På denne måten minimerer man mengden en behøver kjøre i graset, samtidig som man behøver en smalere oppsamlemekanisme på etterkommende redskap. Begge disse nevnte redskapene baserer seg på tinder. Dette er små fingre som dras mot overflaten i sirkulære bevegelser mens man kjører fremover. Differansen mellom disse er rotasjonretning og rotasjonshastighet. Sprederiven har høyere rotasjonshastighet og kaster graset opp og bakover for å få luft i dette, mens samleriven går noe saktere for en mer forsiktig samling av graset.



Figur 1-10: Bilde som viser funksjonen til en sprederive/rotorvender. (PÖTTINGER Landtechnik GmbH, 2022)



Figur 1-11: Bilde som illustrerer bruken av samlerive til å samle graset i ranker. (PÖTTINGER Landtechnik GmbH, 2022)

Etter plantematerialene er samlet i ranke, må disse plukkes opp. Dette kan gjøres på mange forskjellige måter. Til dette benyttes det ofte redskaper med en form for oppsamlingsmekanisme, dette vil vanligvis være en pickup. Pickupen er en trommel med utvendige tinder som løfter opp strengen med gras og kaster den videre bakover i oppsamlingsmaskineriet. Dette vil ofte være en transportør, enten det gjelder rundballepresse eller oppsamlervogn. Disse har i oppgave og gjøre graset transporterbart til lagerlokasjonen.

Ensilering

For at det nyinnhøstede graset skal oppnå god appetittelighet og lagerstabilitet må det konserveres. Dette går ofte under fellesbetegnelsen ensilering, og omhandler prosessene fra høstingen til lagring.

Veien til et godt ensilert fôr, kan komme gjennom mange forskjellige redskaper og lagringmetoder. I dag er den vanligste formen rundballer, disse utgjør rundt 70 % av den totale mengden grovfôr. Resten av grovfôret kommer da stort sett fra tårn- eller plansilo. Uansett hvilke metoder man bruker er det et par viktige faktorer som kan være avgjørende for kvaliteten. (Jørgensen & Kval Engstad, 2017) (Kval Engstad, 2021)

- Slåttetidspunkt
 - Graset tørkes mest effektivt når det fortsatt kan stå i enga. Derfor er det anbefalt å ta slåttene så tidlig som mulig på dagen, etter morgendagget er gått.
- Fortørk
 - Når graset er slått om morgenen, kan det benytte sollys og høyere temperaturer på dagen til raskere tørke. Dette reduserer sukkertap i avlingen.
- Stubbehøyde
 - Graset burde slås minst 8 cm over bakken. Dette gjør det vanskeligere å plukke opp uønskede legemer og partikler fra bakken i senere prosesser, ettersom graset «svever» over bakken på de stående stubbene. Dette gir også raskere tørking og gjenvekst.
- Ensileringsmidler
 - Er med å kontrollere bakterieutviklingen og rask senking av pH som hindrer uønskede syredannelser. Hvilken type som brukes, avhenger av tørrstoffinnhold og bruksområde for fôret.
- Oksygentett innpakking
 - Skaper miljø som fremskynder omdanningsprosesser.
 - Reduserer fare for sopp og muggdannelser i fôret.
- Rett lagring
 - Oppsamlingssystem for avrenning.
 - Skjermet fra skadedyr som kan ødelegge emballasjen.

For ensilering i rundballer er det en fordel at man har relativt høy tørrstoffprosent, gjerne opp mot 30 til 40 prosent. Dette vil gi flere fôrenheter pr ball og bedre økonomi i driften. En annen fordel man oppnår med dette er mindre fare for pressaftavrenning som kan skape problemer for ensileringsprosessen. (Kval Engstad, 2021)



Figur 1-10: Bilde som viser grovfôr konserverv i rundball. (Nærland, 2022)

1.3.2 Jordforhold for god vekst

Ikke alle typer jord legger til rette for like gode avlinger. Derfor må man se an hvert enkelt jorde, gjerne også deler av hvert jorde. Ulike jordtyper vil kreve ulik behandling for optimale vekstforhold. Dette er fordi de ulike typene inneholder ulike mengder mineraler og næringsstoffer. De ulike typene vil også være sammensatt av ulike sedimentstørrelser og gi forskjellig struktur. Det vil også være vanskelig å si at ulike forholde er bedre enn andre. Dette er fordi det kan dyrkes mange ulike sorter gras i en eng, og disse trives under ulike forhold. Man kan allikevel se noen fellesnevnerne for jord som gir bedre avlinger. Jord som har god tilgang til luft, fuktighet og varme, samt ikke er for sur og inneholder organisk materiale. Har jorden dette ligger det meste til rette for at det skal kunne bli gode avlinger. (Frøseth, 2022)

Gjødsling og Kalking

For at man skal kunne hente ut god avling fra jorden, er man avhengig av å både tilføre rett næring, samt sørge for at jorden er i stand til å utnytte seg av den. For å sørge for at jorden er mottakelig for næringen kan man gjøre flere ting. Jordbearbeiding vil blant annet hjelpe på dette. Man kan også sørge for at jorden har god PH-verdi. PH-verdien måles med PH-skalaen som er en indikasjon på om jorden er sur eller basisk. Ved å ta jordprøver vil man kunne se om PH-verdien er lav (sur) eller høy (basisk). Når en da vet dette, kan en gjøre tiltak. Har man høy PH-verdi, kan dette være utfordrende å korrigere. Lav PH-verdi derimot er noe lettere å utbedre, ettersom man her kan tilføre kalk på jorden og dette vil være med på å heve PH-verdien. (Synnes, 2022) (Nesheim, 2014)

Tilføring av næringsstoffer for avlingen vil være anbefalt uansett PH-nivå i jorden, men utnyttelsesgraden og hvor lett tilgjengelig det er for plantene vil være redusert med lavt nivå. (The Indiana Aglime Council, 2022) (Franzefoss Minerals, 2022)

Soil Acidity	Percent Utilized			Fertilizer Wasted
	Nitrogen	Phosphate	Potash	
Extremely Acid - 4.5pH	30%	23%	33%	75%
Very Strong Acid - 5.0pH	53%	34%	52%	54%
Strong Acid - 5.5pH	77%	48%	77%	33%
Medium Acid - 6.0pH	89%	52%	100%	20%
Neutral - 7.0pH	100%	100%	100%	0%

Figur 1-11: Tabell for sammenhengen mellom pH og utnyttelsesgrad av næring i jord. (The Indiana Aglime Council, 2022)

For at graset skal vokse og gi god avling trengs det gjødsel. Gjødsla skal sørge at graset har tilgjengelig de næringsstoffene det trenger for å vokse. I eng er det vanlig å gjødsle en gang på våren når vekstsesongen starter og vedlikeholds gjødsle etter hver slått. Gjødsel deles inn i to kategorier og man kan skille mellom husdyrgjødsel og kunstgjødsel. Husdyrgjødselen er avføringen fra dyra blandet med vann. Dette er en billig kilde næringsrik gjødsling til graset og inneholder Ammonium-Nitrogen, Fosfor, Kalium, Magnesium og Svovel. Som alle er viktige for god avling. Grunnet at det er vanskelig å bestemme mengden av de ulike næringsstoffene i disse, blir det ofte brukt kunstgjødsel for å kompensere de næringsstoffene som det er lite av i husdyrgjødsel. Kunstgjødsel produseres slik at det er nøyaktige blandingsforhold mellom næringsstoffene og de ulike typene er ulikt sammensatt. Derfor kan man etter en jordprøve se gjødslingsbehovet for et skifte, trekke fra næringsverdiene fra husdyrgjødsla, og tilføre de manglene mengdene næringsstoffer med kunstgjødsla. (Daugstad, Kristoffersen, & Nesheim, 2012) (Røysland, 2021)



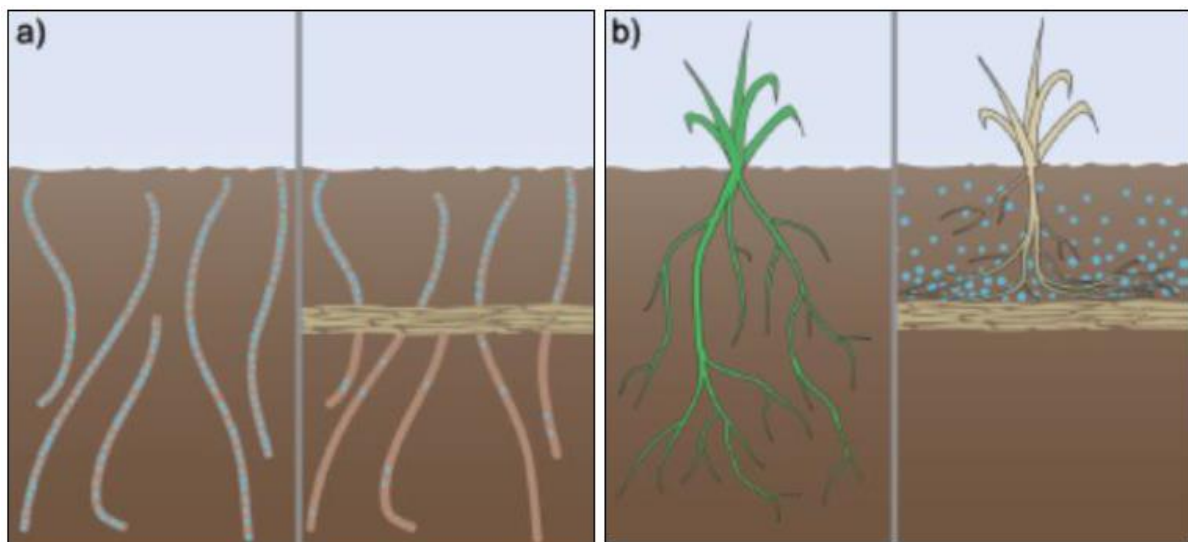
Figur 1-12: Kunstgjødselspredning i eng. Her vist med traktor og takmontert N-sensor fra Yara. (Yara International ASA, 2022)

Vanninnhold og jordstruktur

Riktig jordstruktur er viktig for god vekst. For at plantene skal kunne utnytte næringsstoffer, ta opp vann og etablere røtter er de avhengige av at jorden er tilstrekkelig løs og har riktig struktur. Dette vil si at jorden har riktig poresammensetning slik at dens evne til å lagre vann og samtidig gi god luft og næringstilførsel for plantene er tilstrekkelig.

Når en kjører på jordet med store maskiner og tungt utstyr, utgjør dette en fare for at det oppstår pakkeskader. Det som da skjer, er at den høye vekten fra maskinene pakker sammen jorden og det blir mindre rom for luft og vann mellom porene i jorden. Dette gir en betydelig redusert evne for plantene til å vokse, ettersom det kreves høyere mekanisk styrke for å bryte gjennom jorden. Samtidig vil det være dårlige tilgang til vann, luft og næringsstoffer.

Disse pakkeskadene er et resultat av at man har kjørt med utstyr med en totalvekt som overgår jordens bæreevne. For å begrense faren for at dette oppstår er det mange tiltak man kan gjøre. Større hjul eller lavere lufttrykk kan være med på å fordele vekten over et større område og man får bedre evne til å flyte oppå jorden. Kjøring under lagelige forhold er også meget viktig for å unngå pakkeskader, er jorden for fuktig vil faren for pakkeskader betydelig økes. (Seehusen, 2022)



Figur 1-13: Bilde som viser konsekvenser av pakket jord. Figur a viser redusert vannledning og Figur b viser redusert rotvekst og infiltrasjon (Seehusen, 2022)

1.4 Belgvekster i grovfôr

Behovet for denne utviklingen begrunnes også med at mange bønder stadig opplever økte priser på flere av deres innsatsmidler, en av disse er kraftfôr. Derfor er det av stor interesse å se på muligheter for å redusere forbruket av dette. I denne oppgaven vil det bli studert hvilke muligheter det er for å direkte så belgvekster i eksisterende eng. Tanken er da at det ved tilføring av belgvekster i grovfôr vil være mulig å øke proteininnholdet i denne delen av fôret og da ha mindre behov for kraftfôr for å dekke dyras behov for næringsstoffer.

Ettersom dette er en problemstilling som er blitt mer og mer aktuell gjennom de siste årene, er det få foregående forsøk på innblanding av belgvekster til protein økning i grovfôr. Det er derimot de siste årene tatt initiativ til forskning på dette feltet i regi av NLR (Norsk Landbruksrådgivning) og NIBIO (Norsk institutt for bioøkonomi). Resultatene av disse forsøkene, viser at det er gode muligheter til dyrking av belgvekster i eng. Men at det er store variasjoner i fôrkvalitet og avlingsmengde. Det konkluderes også med at det kreves mer forskning for optimal implementering av dette, i norsk grovfôrproduksjon. (Hodnefjell, 2022)

En annen fordel som har vist seg med bruk av belgvekster, er muligheter for tilføring av nitrogen til jorden. En av egenskapene som blant annet erter er bedre på enn mange typer gras, er nemlig at den i større grad binder nitrogen til jorden og da reduserer behovet for nitrogengjødsling. Men man må være påpasselig med værforhold og kalktilstand på jordet. (Lysestøl & Røysland, 2022)



Figur 1-14: Bilder som viser belgvekster sådd i etablert eng (Karlsen, 2022)

1.4.1 Planting av belgvekster

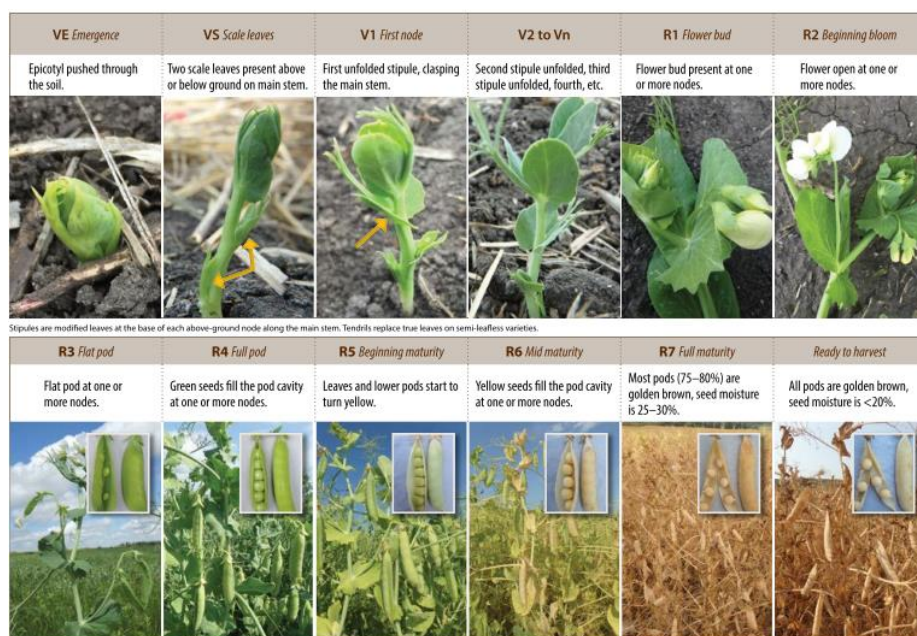
Erter kan være en noe krevende plante å dyrke. Den er svak mot både tørke og oksygenmangel, noe som gjør den dårlig egnet for både sandjord og vassjuk jord.

Under normale forhold vil planting av belgvekster skje med foregående jordbearbeiding. Prosessen med å gjøre klar åkeren for planting av erter er nokså lik den for planting av vårhvete. Men noe dypere harving er anbefalt for å løsne jordlaget i hele sådybden. Erter skal normalt sås mellom 5 til 7 cm dypt. (Kristensen, Schmidt, & Lyngvig, 2020)

De fleste belgvekster, inkludert erter, krever gode forhold. Jordstrukturen må være tilstrekkelig og sørge for rikelig lufttilgang for røttene. Det vil bety at jord som har pakkeskader eller andre årsaker til dårlig jordstruktur vil gi en betraktelig lavere avling. I tillegg til god jordstruktur er plantene avhengig av jord med høy pH. Anbefalt pH verdi for jorden er på mellom 6,0 og 7,0. Dette vil gi gode forhold for de nitrogenfikserende bakteriene i planten samtidig som næringsstoff fra jorden frigis lett og fosfortilgjengeligheten er høy. (Øverland, 2021)

Men i denne problemstillingen skal vi se på muligheter for å plante belgvekster i eksisterende eng. Da vil man

ikke kunne legge til rette for tradisjonell planting av erter. Derfor er det ønskelig å konstruere en maskin som gjennomfører en så gunstig planting som mulig under de gitte forholdene.



Figur 1-15: Bilde som viser ulike utviklingsstadier for erteplanten (Manitoba Pulse Soybean Growers, 2022)

1.5 Engfornyning

1.5.1 Tradisjonell engfornyning

Med tradisjonell engfornyning menes ofte fornying av jord med bruk av plog. Plogen vil da velte over det øverste jordlaget og begrave de gamle planterestene. Dette er en effektiv metode for løsning av jord, samtidig som det et effektivt tiltak mot rotugras. Gjøres pløyinga rett er dette et av de beste tiltakene som tilrettelegger god avling. (Heggset, et al., 2022)

Pløying er dessverre også det dyreste tiltaket man kan gjøre, ettersom plogen krever flere etterfølgende operasjoner, er det både dyrt og tidkrevende å pløye. Det er regna at man med tradisjonell engfornyning har en kostnad på rundt 1500 kr/daa. Dette er i forskjell til andre metoder engfornyning som kan variere mellom 1000 kr/daa til 500 kr/daa (Heggset, et al., 2022)

1.5.2 Redusert jordbearbeiding

Med redusert jordbearbeiding menes operasjoner i eng med formål om å etablere ny vekst uten bruk av pløying. Her finns det mange metoder som gir gode resultat, men de to vanligste er:

Metode 1

- Brakking
- Harving
- Såing
- Tromling

Metode 2

- Brakking
- Direktesåing
- Tromling

Ettersom metode 1 benytter harv til å løsne de øverste centimeterne av jordlaget sikrer denne bedre jordkontakt for frøene. Dette betyr ikke nødvendigvis at denne utelukket er en bedre metode og bruken av disse må vurdere etter forholdene. Traktordrevne horisontal- eller

vertikalfreser kan også være greie alternativ til plogen. Disse gjør grei jobb med løsning av pakket jord, men har dårligere egenskaper når det kommer til ugrasbekjempelse. (Heggset, et al., 2022)



Figur 1-16: Eksempel på bruk av rotorharv med påmontert såmaskin (Heggset, et al., 2022)



Figur 1-17: Bruk av ugrasharv med luftassistert såagregat (Heggset, et al., 2022)

Direktesåing

Direktesåing og pløyefri engfornyng er blitt stadig mer populært blant bønder, dette kan være et resultat av stadig vanskeligere forhold under våronnsperioden. Samtidig så er det en relativt høy kostnad forbundet med operasjonene i tradisjonell engfornyng. Dette og mange andre faktorer gjør at stadig flere bønder vurderer bruken av direktesåing som et middel for å kunne utsette behovet for pløying. Direktesåing gir og mulighet for reparasjonssåing av skadet eng. Direktesåing vil også kunne gi muligheter for å introdusere nye arter til en eksisterende plantekultur i eng.

Direktesåing av gras er en såoperasjon som kan skje uten foregående jordbearbeiding. En plasserer da frøene i jorden med en radsåmaskin, våtsåing, ugrasharv med såagregat eller sentrifugalspreder. De to sistnevnte metodene vil være avhengige av etterfølgende tromling for å sørge for god jordkontakt. Når en direktesår har en som mål å så nye frø som vokser og utkonkurrerer uønskede vekster i enga, samtidig som de nye friske plantene som kommer vil kunne gi en økning i avlingsmengde. Ofte ser man at det er aggressivt voksende grassorter som er blitt brukt til dette. Sorter som raigras og engrapp vokser fort opp og vil kunne

utkonkurrere ugras i eng, i tillegg til rask vekst, ser vi også ofte at avlingen blir høy, og er av god kvalitet.

Ulempen med direktesåing er at det er som regel ikke en permanent løsning, over tid vil det påføres nye pakkeskader og ugras som vokser opp. Derfor vil det fortsatt være behov for pløying eller andre metoder for engfornyning. (Heggset, et al., 2022)



Figur 1-18: Eksempel hvor det brukes våtsåing til engfornyning. Her blir frøene fordelt sammen med gjødsel før det slippes på bakken. (Heggset, et al., 2022)

1.6 Problemstilling

Er det mulig å gjennomføre endringer på sålabbene fra Underhaugs direktesåmaskiner, slik at det er mulig å så erter/belgvekster med disse.

1.7 Målsettinger

Målsettingen for oppgaven er å utføre modifikasjoner på sålabb fra Underhaug UM-79XX serie direktesåmaskiner. De utførte modifikasjonene skal oppnå ønsket funksjonalitet og lage en god rad for plassering av frø for erter. I tillegg skal dette sporet lukkes, og frøet skal oppnå god jordkontakt.

1.8 Avgrensinger

For å begrense omfanget av oppgaven ble det valgt å fokusere på kniver til å åpne et bredere spor og lukkemekanisme for å kompensere for det bredere sporet. Dette ble valgt ettersom det er antatt at resten av maskinen kun vil trenge mindre modifikasjoner for å fungere til belgvekster. Noen av komponentene vil trenge modifikasjoner for å tilpasses det nye kniv og lukkesystemet. Det vil også være andre faktorer på maskinen som spiller inn på funksjonaliteten til maskinen, noen av disse ble oppdaget under testing og vil bli nevnt som forslag til videre utvikling.

I oppgaven vil det ikke bli sett på vekstutviklingen til planten, men kun hvordan frøet plasseres i jorden og hvilken grad av jordkontakt som oppnås. Dette medfører at det heller ikke vil bli utført forsøk på mengde frø sådd i avlingen eller andel belgvekster i avlingen og hvordan dette påvirker fôrkvalitet og næringsinnhold.

2. Material og metode

2.1 Fremgangsmåte

For å kunne utvikle de mest hensiktsmessige modifikasjonene på sålabben ble det først gjennomgått et utvalg litteratur om såing av erter. Deretter ble utforming og funksjon av Underhaugs sålabb og såmaskin studert nøye. Etter kunnskap om både såing av erter og Underhaugs såmaskin var opparbeidet, startet arbeidet med å finne den beste måten å kombinere disse på.

Det første som ble gjort var å starte med illustrering av ideen. Dette ble gjort i dataassistert tegneprogram. Det er etter den første utgaven foretatt flere revisjoner før endelige utgave ble tegnet. Etter denne var tegnet startet prosessen med å lage en prototype. Dette ble gjort slik at den kunne testes i felt for å se om ideene fungerte som tiltenkt. Etter testingen ble resultatet analysert og gitt karakterer basert på hvor godt sålabben fungerte med ulike mengder ekstra vekt. Denne karakterskalaen og kriteriene er å finne i kapittel 2.3 – Karakterbedømming.

2.2 Dataprogrammer

2.2.1 Dataassistert konstruksjon

For å fremstille bilder og tegninger til denne oppgaven er det brukt dataassisterte tegneprogrammer. For visuell konstruksjon av komponenter og sammenstillinger av modeller er det brukt Inventor 2020, dette er et Autodesk-program.

I teksten finnes det også ulike bilder som er retusjert eller har fått påtegnet ulike forklarende figurer. Til dette er programmet Paint.net brukt. Paint.net er utgitt av dotPDN LLC.

2.2.2 Tekstredigering

Til behandling og utarbeiding av teksten i oppgaven er tekstredigeringsprogrammet Microsoft Word brukt. (Microsoft® Word for Microsoft 365 32-biters MSO (Version 2204))

2.2.3 Tabell og utregninger

Alle tabeller og utregninger i oppgaven er utarbeidet i Microsoft Excel 2022. (Microsoft® Excel® for Microsoft 365 32-biters MSO (Version 2204))

2.3 Karakterbedømming

Etter at testene er gjennomført skal de bedømmes og gis karakter. Dette skal være med på å kunne gi et mer omfattende bilde på om ønsket funksjon er oppnådd. Områdene det skal ses nøye på og gis karakter er:

- Evnen til å lage fine spor som er tilstrekkelig breie og dype. Og uten mye forurensninger. (godt grunnlag for frøene)
- Hvordan erter er plassert i raden
- Lukking av sporet. Dekkes det fint over med jord. Eller kjører hjulet bare opp et større spor/tilgriser mer?
- Går skien fint langs jorden? Eller går den hakkete mye opp ned/Ujevnt resultat. Følger den terrenget fint og passerer hindringer uten å henge seg fast?
- Dras det med masse jord eller planterester?
- Knivenes innfestning. Holdes knivene godt nok på plass?

Resultatet av disse testene vil da gis en karakter mellom 1 og 5.

Karakterforklaring:

1. Veldig dårlig. Problem med å gjennomføre testen på grunn av dårlig funksjonsevne.
2. Lite godt resultat, noe positivt med tydelig under middels.
3. Middels godt resultat, på det jevne med mulighet for forbedringer.
4. God eller godt egnet, men noen muligheter for forbedring.
5. Meget bra. Resultatet er fullgodt og problemstillingen løses på tiltenkt måte.

3. Utvikling av sålabb

3.1 Underhaug UM-79XX

Underhaug sin serie med 79XX direktesåmaskiner, er radsåmaskiner designet spesielt med tanke på fornying av gras i eng. Sålabbene består av en ski og en til to kniver. Designet varierer noe etter arbeidsbredde og er endret i flere stadier siden den først kom på markedet. Knivene som hele systemet er basert på skal gi sålabben mulighet til å gli over planterester og andre hindringer i åkeren, samtidig som den benyttes som base for å feste kniver og opphengs systemet. På de fleste nye maskinene er det festes to kniver for hver ski og da tilhørende to frønedslipp. Dette gir da valgbar rad avstand på 6 eller 12 cm.

Knivene som er ansvarlige for å få frøet ned i bakken, fungerer på en slik måte at det blir kuttet et spor, og jorden flyttet til siden. Når jorden holdes til siden, slippes frøet ned og jorden får mulighet til å falle tilbake på plass. På denne måten får man tilstrekkelig jordkontakt med frøet uten at overflaten forstyrres for mye. (Herde Industrier, 2022)

For behandling av frø er det et enkelt, men velfungerende system. Frøene plasseres i beholderen og mates med tyngdekraft ned til sålabben. For regulering av mengde er det åpninger i bunn av beholderen som kan reguleres i størrelse. Dette gjøres gjennom et sidemontert hjul som vrir for større eller mindre åpning. I tillegg er det montert en skyvevalse i kassen for jevn utmating av frø. (Herde Industrier, 2022)

Maskinens arbeidsbredde leveres i dag med et spenn fra 1,5 til 3 meter. Med radavstand på enten 6 eller 12 cm. Dette kan ses på som både en fordel og ulempe. Den lave bredden gjør at det ikke krever mye trekkraft for å operere maskinen, og man kan da spare vekt både på traktor og redskap. Dette er med på å redusere faren for jordpakking. Ulempen med dette blir da at den lave bredden gir en noe redusert effektivitet og på større stykker vil det bli tidsmessig mer krevende og gjennomføre operasjoner med denne redskapen.

3.2 Endringer for å kunne så erter/belgvekster



Figur 3-1: Bilde som viser Underhaugs sålabb (nederst) og nyutviklet sålabb (øverst). (Foto: Privat)

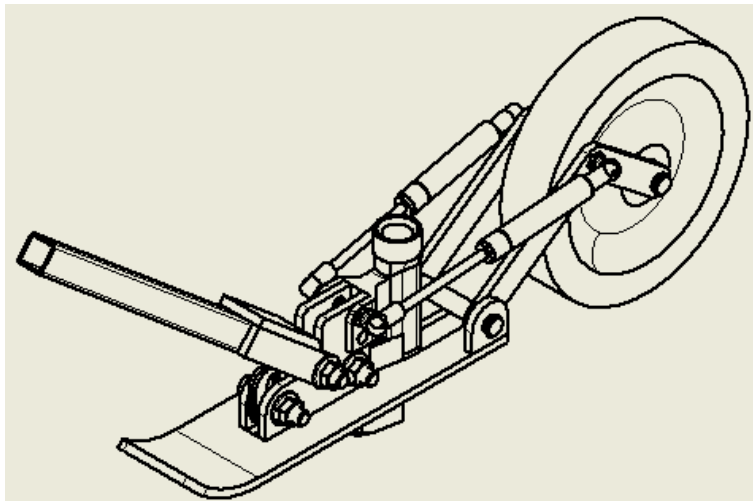
Når en skal så erter er det en del andre hensyn man må ta i forhold til såing av gras. Frøet er av både annen vekt og størrelse, samtidig som det også vil kreve andre forhold for optimal vekst. Dyrking av erter er nærmere beskrevet i kapittel 1.4.1 – Planting av belgvekster.

Tanken er at med å lage et spor i jorden som er bredere og dypere, vil sålabben være mer egnet for å så erter. Samtidig vil også dette bredere sporet kreve mere hjelp for å lukkes skikkelig, slik at det oppnås bedre jordkontakt for frøene. Derfor er det tenkt at med å benytte et hjul i bakkant av sålabben, vil man til en viss grad kunne forbedre dette.

Av økonomiske hensyn til sluttbruker og produsent vil det være hensiktsmessig å endre færrest mulige komponenter. Dette vil føre til et redusert behov for forskjellige reservedeler og gi en mere økonomisk produksjon.

Sålabben for erter er basert på et skisystem, slik som Underhaugs 79XX modeller. Dette skal gi gode muligheter for å gli over underlaget og uten problemer kunne passere stein og andre

ujevnheter i enga. Samtidig anses dette også som en hensiktsmessig løsning, da skien vil kunne fungere som base for montering av ulikt utstyr.



Figur 3-2: Bilde som viser illustrasjon av sålabb med endringer for erner (Foto: Privat)

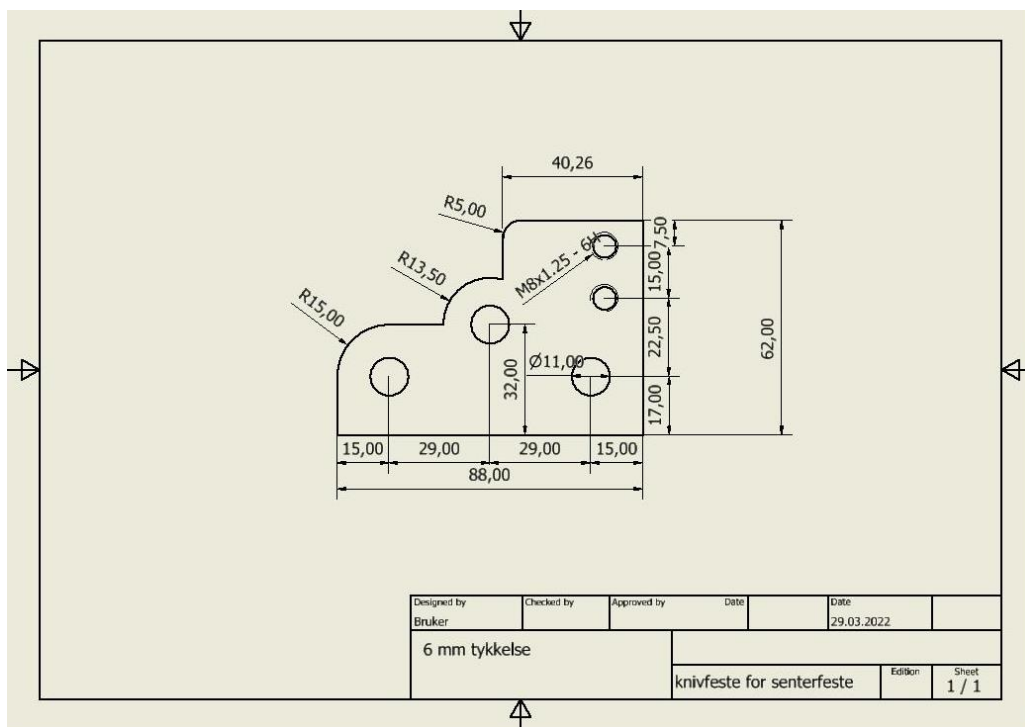
3.3 Produksjon av prototype

Under utviklingen av sålabben, ble det sett på ulike løsninger som maskinen kunne oppnå ønsket effekt med. Til dette ble det brukt 3D modellering. Dette ga muligheten til å kontrollere funksjonaliteten til de ulike løsningene før det ble tatt videre til prototype stadiet. Ettersom produksjonen er tidkrevende ble det bestemt at det bare skulle lages én prototype til testingen. Dette gjorde planlegging og 3d modellering til viktige verktøy for å løse problemer i konstruksjonene før den skulle lages.

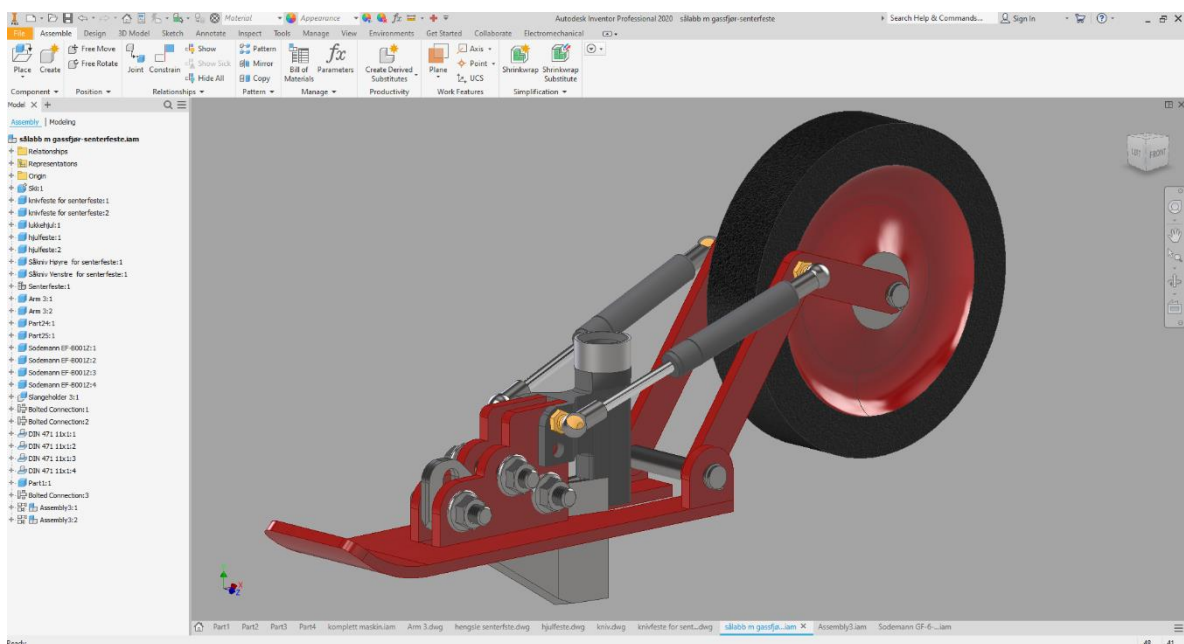
Her ble det blant annet fort bestemt at det var fordelaktig å gå for gassfjærer fremfor mekaniske fjærer. Dette grunnlegges med at dette vil bli en mer vedlikeholds vennlig løsning. Samtidig vil egenskapene til gassfjæren gir en mer lineær kraft gjennom bevegelsen samt er mer beskyttet for støv og forurensninger. Gassfjærer har dessuten innebygget stopp i hver ende og tilrettela for en enklere konstruksjon.

3.3.1 3D Modellering

Før konstruksjonen av sålabben startet var det nødvendig å lage eksakte tegninger, både for å få nøyaktige mål til konstruksjon og for å kunne se om delene ville passe sammen. Til dette ble Autodesk programmet, Inventor brukt. Dette ga muligheter til å se tre dimensjonale representasjoner av komponentene før de skulle produseres, samtidig som man her har muligheter til å lage en «Assembly», som blir en sammensetting av alle delene slik at man kan teste de for passform og bevegelse. Fordelen med å benytte dette i en utviklingsfase er at man med enkle steg kan starte på ny, dersom man ikke er fornøyd.



Figur 3-3: Arbeidstegning for komponent til sålabben (Foto: Privat)



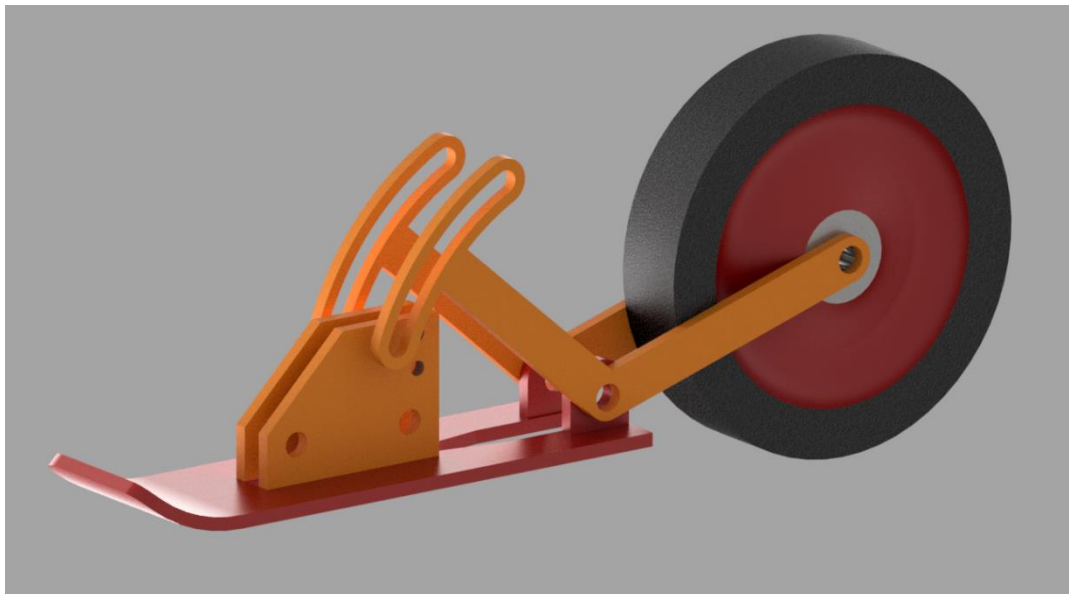
Figur 3-4: Bilde som viser bruken av illustreringsprogram. Her brukt til å teste kompatibilitet for deler. (Foto: Privat)

Ulike Utviklingsstadier

Før det endelige designet ble klart har det gjennomgått flere stadier av utvikling. Her ble det sett på mulige løsninger for å oppnå funksjonaliteten som var ønskelig for sålabbens komponenter. Gjennom denne prosessen var det mulig å luke ut ideer før de kom til det stadiet at de skulle lages, dette var både tid og kostnadsbesparende, da man gjennom 3D representasjoner av sålabbene fikk mulighet til å se om ideen ville fungere eller ikke.

Versjon 1

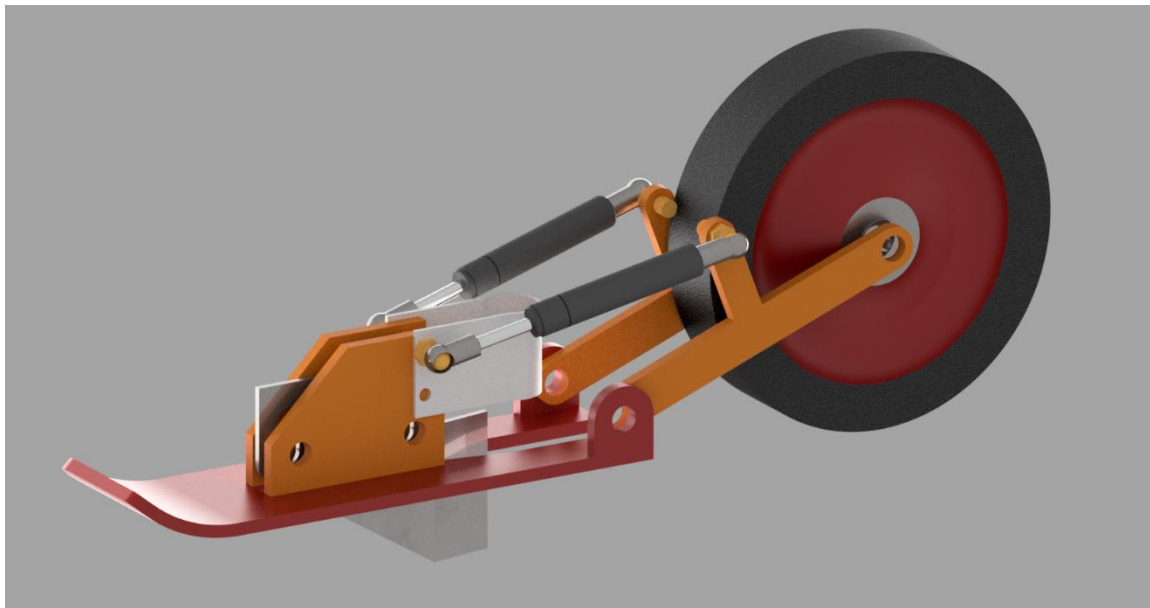
Den første ideen var basert på tanken om at det skulle brukes fjærer for å gi vektoverføring til hjulet, samtidig som det fikk mulighet til å vandre. Det skulle også være innebygget mekanisme for vandringsbegrensning. Som sett i figur 3.5.



Figur 3-5: Tegning av første utkast for sålabb med fjærer som vektoverføringsmekanisme. (Foto: Privat)

Dette var et prinsipp som tidlig i utviklingen viste seg at det var komplisert og hadde betydelige begrensinger for funksjonaliteten til lukkemekanismen. Ettersom vandringsbegrensingen var integrert i armen hjulet er festet i, ga det en for begrenset bevegelighet, og hjulet ville ikke hatt mulighet til å følge underlaget tilstrekkelig. I tillegg var det planer om at fjærene som skulle sørge for vektoverføringen også skulle integreres i vandringsbegrensingen. Men prosjektet ble skrotet før dette ble tegnet inn. Dette begrunnes med at konstruksjonen ikke gir tilstrekkelig plass for en fjør av rett størrelse, samtidig som ønskelig bevegelighet opprettholdes.

Versjon 2

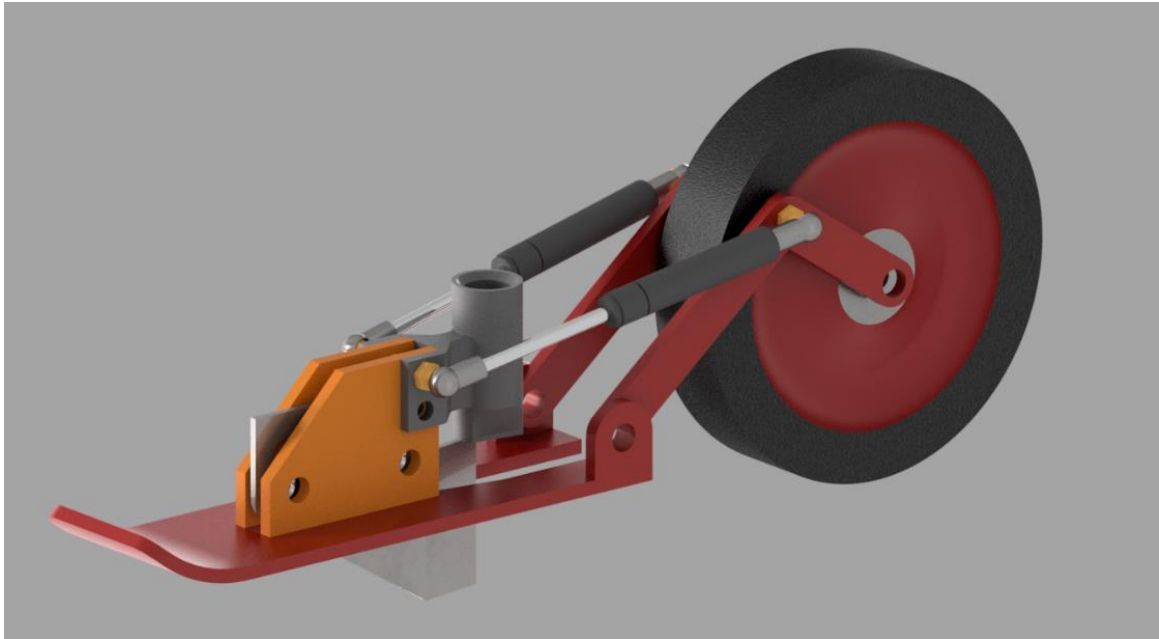


Figur 3-6: Tegning som viser andre utgave av sålabben (Foto: Privat)

Til planleggingen av versjon to, var det bestemt at mekaniske fjærer måtte byttes ut med gassdempere. Dette krevde en redesigning av armene til lukkehjulet. Armene her er av et enkelt design. Men dette gjorde at det var mulig å eksperimentere med armens geometri og lengde på gassdemper. For å finne den geometrien som ga ønsket bevegelighet for lukkehjulet, ble festepunktet for gassdemperen utprøvd i flere varianter. Men detter er såpass små modifikasjoner at de vil ikke bli illustrert i oppgaven.

På dette stadiet ser vi også at det er påmontert både kniv og frønedslipp. Knivene her skal festes i skien gjennom bolter i skiens monteringsplater. Når boltene strammes skal dette kunne gi tilstrekkelig friksjon mellom de og knivene slik at de holdes på plass under bruk. Knivene har også avlange hull for å kunne justeres etter slitasje. Frønedslippet i denne versjonen fungerer mer som en slangeholder og skal klemmes rundt røret som frøene slippes ned gjennom. Denne formen for frønedslipp ble fort gått bort fra det ble antatt at slangen ikke ville holdes godt nok på plass. I tillegg ble røret hengende noe langt bak knivene slik at jord fikk mulighet til å falle tilbake i sporet før frøet og dermed oppnå ujevn sådybde.

Versjon 3

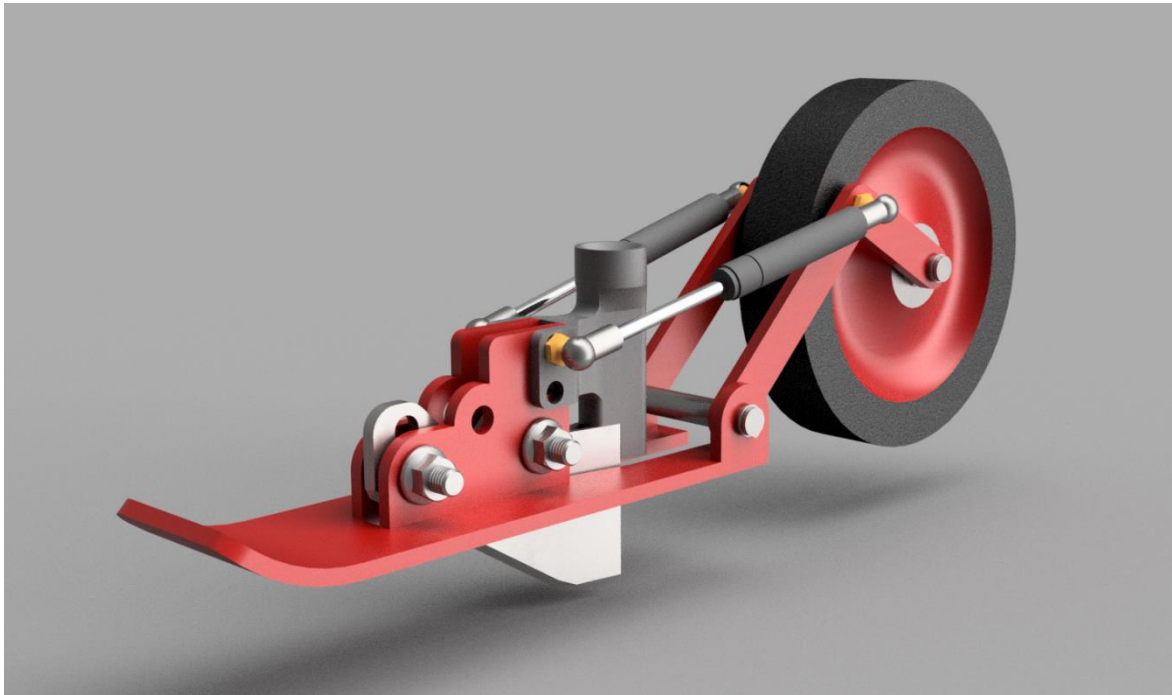


Figur 3-7: Tegning som viser tredje utgave av sålabben (Foto: Privat)

For versjon 3 er det ikke gjort store endringer. Her er de største endringene utført på armer til lukkehjulet og frønedslipp. Armene i lukkemekanismen har fått mindre endringer i sin geometri. Lengden mellom hullene for akslingene er den samme, men hullet for innfesting av gassfjæren er festet noe langer bak.

Når det kommer til frønedslippet, har dette gjennomgått vesentlige endringer. I stedet for å benytte en form som klemmer rundt røret og boltes fast til monteringsplatene på skien, er det nå en løsning som er en egen enhet som boltes fast i monteringsplatene. Denne er laget slik at røret festes i den øvre delen med en slangeklemme. Denne utformingen gjør også at frøet kommer nærmere knivene og har bedre mulighet for å oppnå jevn sådybde.

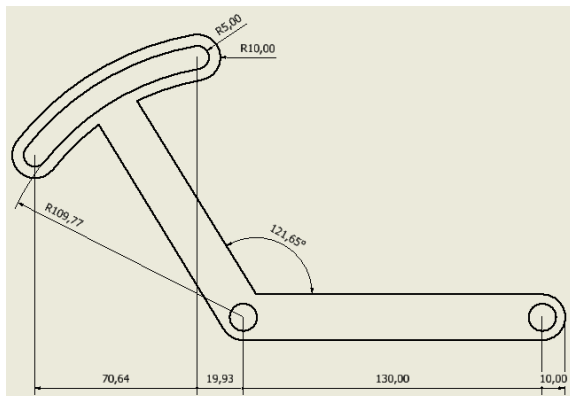
Versjon 4



Figur 3-8: Bilde som viser fjerde utgaven av sålabben (Foto: Privat)

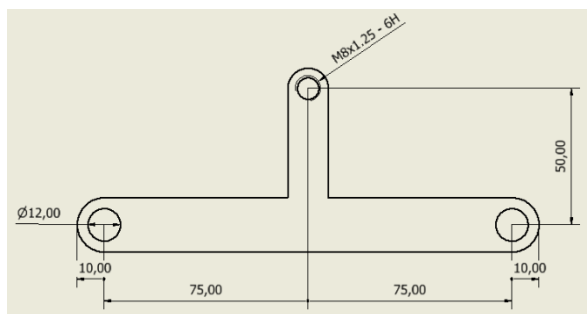
Den fjerde versjonen har bare gjennomgått mindre endringer i forhold til den forrige. De endringene som er gjort er hovedsakelig mindre modifikasjoner på monteringsplaten. Denne er nå tilpasset slik at denne får ekstra bolthull for innfesting til testtrigg og såmaskin. For å utfylle dette er det også utskjæringer i knivene for å tillate plass til innfesting. Monteringsplatene har også fått utskjæringer for å kunne begrense rotasjonsgraden for skien i forhold til såmaskin/testtrigg. I tillegg er det lagt til en liten forlengelse av frønedslippet, slik at dette nå går mellom knivene og sørger for økt kontroll over frøene.

Utvikling armer til oppheng



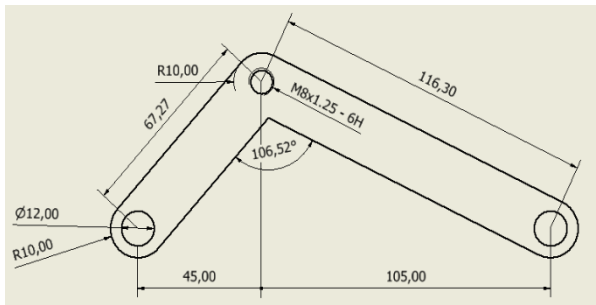
Figur 3-9: Utklipp fra arbeidstegning for første utgave av arm til lukkemekanisme (Foto: Privat)

Den første utgaven av armen er designet med tanke på å benyttes sammen med en elastisk fjær, for å overføre kreftene til hjulet. Dette medførte at det var nødvendig å lage en form som tillot å bruke en bolt til begrensning av bevegeligheten. Boltene skulle festes i monteringsplaten. Tanken var da at det avlange og buede hullet skulle tillate for bevegelse og stoppe når boltene nådde en av endene til hullet.



Figur 3-10: Utklipp fra arbeidstegning for andre utgave av arm til lukkemekanisme (Foto: Privat)

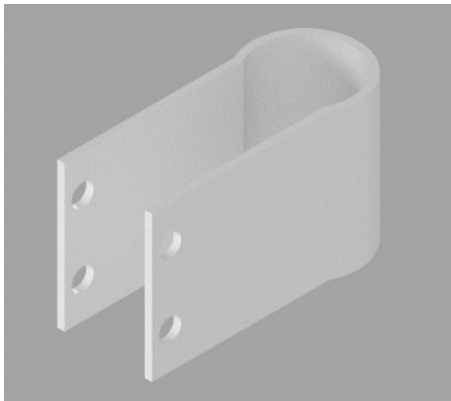
Når det kommer til den andre utgaven, er designet betydelig endret. Her var det bestemt at den elastiske fjæren skulle byttes ut med en gassfjær. Dette fjernet behovet for at armen måtte inneholde vandringsbegrensning ettersom gassfjærenes design sørger for dette. Men dette medførte at det var nødvendig med egen arm og hull dette kunne monteres i. Derfor ble det valgt at det skulle være en bein arm mellom skien og hjulet. Hullet for montering av gassfjær ble flyttet 50 mm ut fra denne bene armen for å gi bedre angrepsvinkel for gassfjæren.



Figur 3-11: Utklipp fra tredje utgave av arm til lukkemekanisme (Foto: Privat)

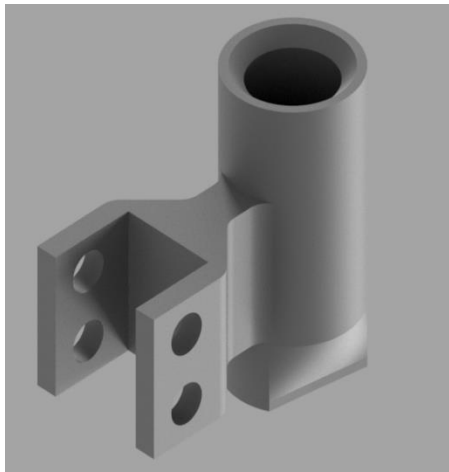
For den tredje utgaven er det ikke endret noen funksjonsmessige endringer. Den er fortsatt designet for å fungere med gassfjær og har samme avstand mellom hullene til akslingene. Formen er endret noe, da hele armen nå går via monteringshullet for gassfjæren. Dette hullet er plassert noe nærmere hjulet, for å endre område dette har tilgjengelig for bevegelse.

Utvikling frønedslipp



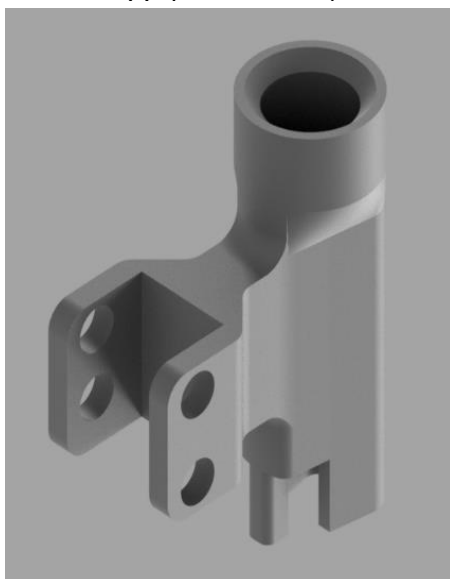
Figur 3-12: Illustrasjon av første utgave av frønedslipp (Foto: Privat)

Den første utgaven av frønedslippet er egentlig bare en brakett for å klemme fast røret frøene kommer gjennom. Dette gjøres slik at det holdes i korrekt posisjon og frøene føres ned i nærheten av knivene.



Figur 3-13: Illustrasjon av andre utgave av frønedslipp (Foto: Privat)

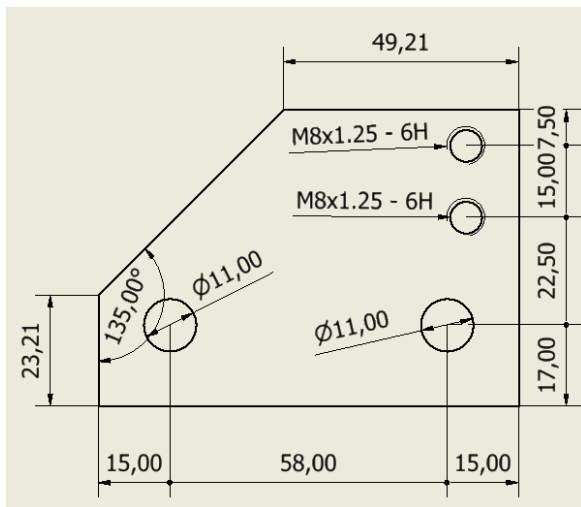
Den andre utgaven har gjennomgått vesentlig endringer i forhold til første utgaven, nå skal den ikke bare lenger holde et rør, men føret festes istedenfor i overkant med en slangeklemme, den har også fått en noe endret form for å styre frøet nærmere knivene og redusere faren for at frøet kolliderer med knivene på vei ned og havner utenfor sporet.



Figur 3-14: Illustrasjon av tredje utgaven av frønedslipp (Foto: Privat)

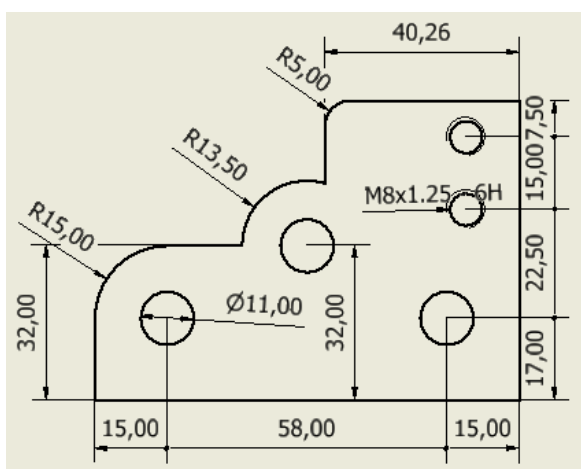
Den tredje versjonen av frønedslippet benytter seg av samme prinsipp som den andre. Den eneste forskjellen er at den er forlenget nedover og går nå ned mellom knivene for å gi enda bedre kontroll over hvor frøet slippes. Den er også redesignet noe og har et slankere design, men dette skal ikke påvirke videre funksjonalitet. Delen har også fått enkle forsterkninger for å minimere faren for brudd.

Utvikling Knivfeste/Monteringsplate



Figur 3-15: Illustrasjon av første utgave for monteringsplate. (Foto: Privat)

Monteringsplaten har en sentral jobb for sålabbens funksjon, den skal sørge for monteringsgrunnlag for både frønedslipp og gassfjærer samtidig som den holder på plass knivene. Dette gjør den med å være fastsveiset til skien. Den har to 11 mm store hull som samsvarer med hullene i knivene og to gjengede hull for montering av frønedslipp og gassfjær. Det øverste hullet vil bruke boltene fra gassfjæren til å stramme frønedslippet.



Figur 3-16: Illustrasjon av andre utgave for monteringsplate. (Foto: Privat)

Den andre versjonen av monteringsplaten har ikke gjennomgått store endringer. Hull for innfesting til kniver, frønedslipp og gassfjær har alle holdt samme posisjon og endringene kommer i form av et ekstra hull til innfesting til såmaskinen og testrigg. Rundt dette hullet er det skjært ut en form som tillater installasjon av rotasjonsbegrensning for skien.

3.4 Presentasjon av endelig løsning

Her vil det fremkomme bilder og andre detaljer angående den ferdigstilte prototypen.

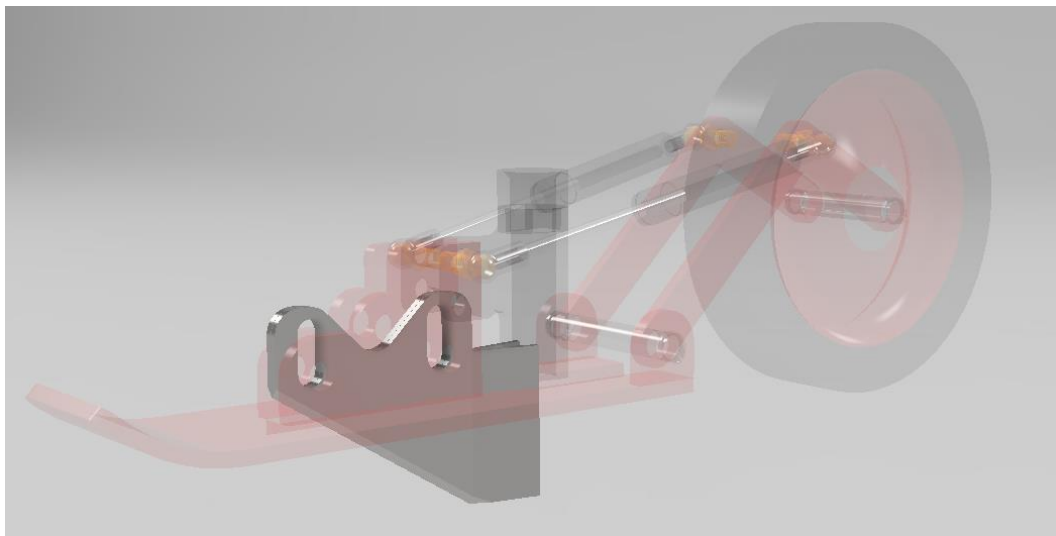


Figur 3-17: Bilde som viser lakkert og ferdigstilt sålabb for erte (Foto: Privat)

Den endelige utgaven som ble valgt var nummer 4. Denne anses som et godt utgangspunkt for å kunne gjennomføre testingen og oppfølger alle krav til funksjon.

3.4.1 Presentasjon av komponentene

Kniver



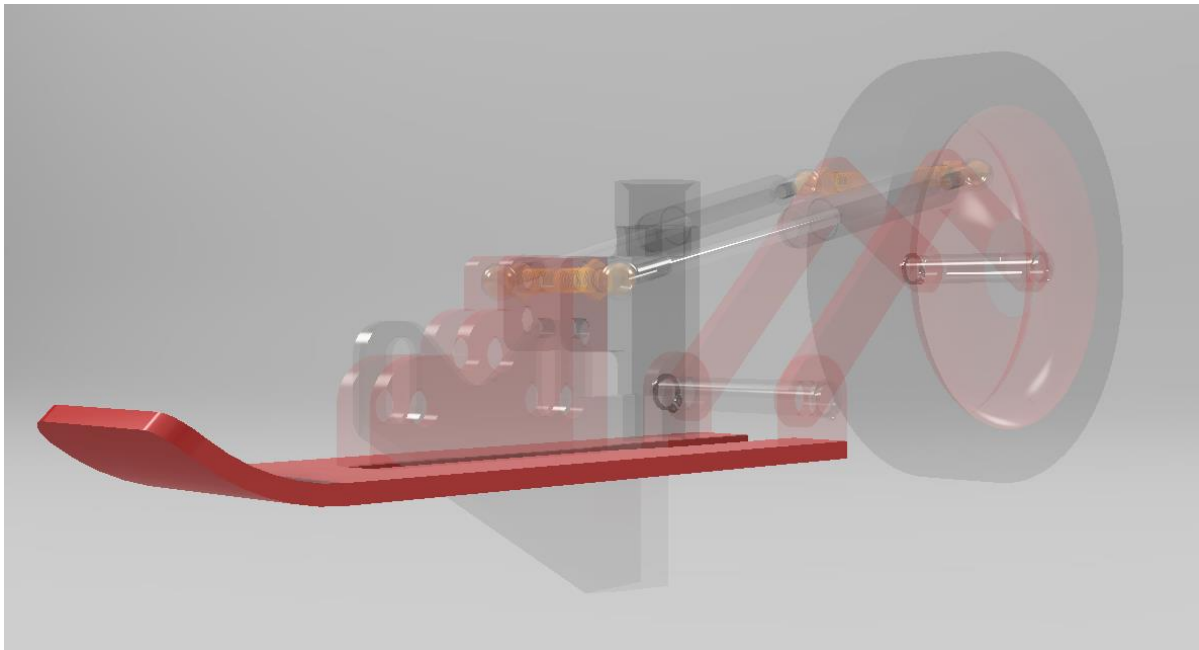
Figur 3-18: Bilde som viser knivenes posisjon i forhold til resten av sålabben (Foto: Privat)

Noe av det første som måtte endres for å gjøre det mulig å så erter, var knivene. Ettersom den eksisterende utgaven er laget for grasfrø vil det for erter være nødvendig å lage et spor som er både dypere og bredere. For å oppnå dette benytter sålabben to kniver med 4 mm tykkelse. Disse er tilpasset for å kunne gå med 4 cm dybde og justeres etter hvert som de blir slitt. Justeringen er plassert sammen med innfestningen og skjer gjennom to bolter plassert øverst på kniven og plater på hver side med tilsvarende hull. Når boltene strammes vil da platene rundt knivene klemmes mot hverandre og holde knivene på plass, dette vil også gjøre at boltene kun må løsnes delvis for å justere dybden på knivene. Enden av knivene er bøyd ut. Dette er gjort speilvendt på hver side slik at knivene da først kutter et 8 mm bredt spor for så å utvide dette til 13 mm. Tanken bak dette er at man skal kunne spare diesel og gjøre mindre skader i enga, ettersom sporet bare er 8 mm og økningen til 13 mm kun vil vare til frøet er slippet ned, deretter vil forhåpentligvis røttene fra plantene gjøre slik at «kantene» faller tilbake og sporet går tilbake til 8 mm etter frøet er plassert. Dette vil også være en fordel for lukkehjulet, som vil bidra til en mer komplett lukking av sporet og sørge for bedre jordkontakt for frøet.



Figur 3-19: Bilde som illustrerer hvordan det er tenkt jorden skal falle tilbake etter passering med kniver (Foto: Privat)

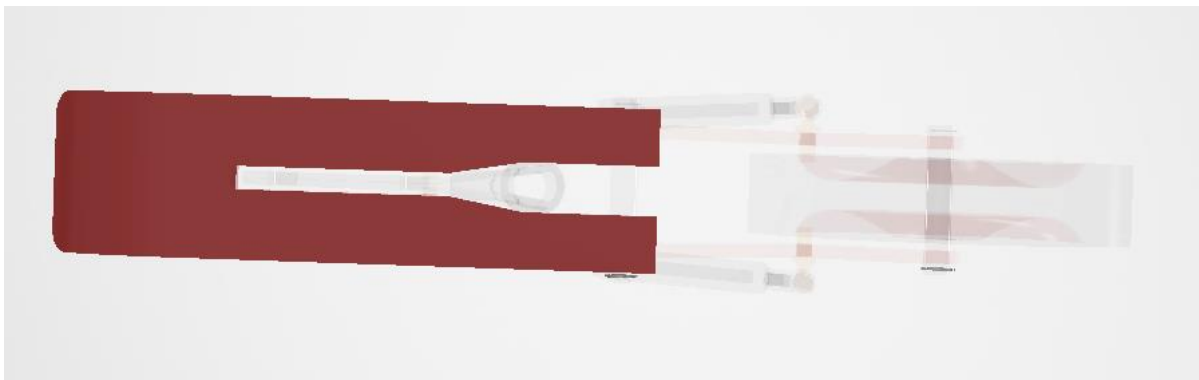
Skien



Figur 3-20: Bilde som uthever skien og viser dens posisjon (Foto: Privat)

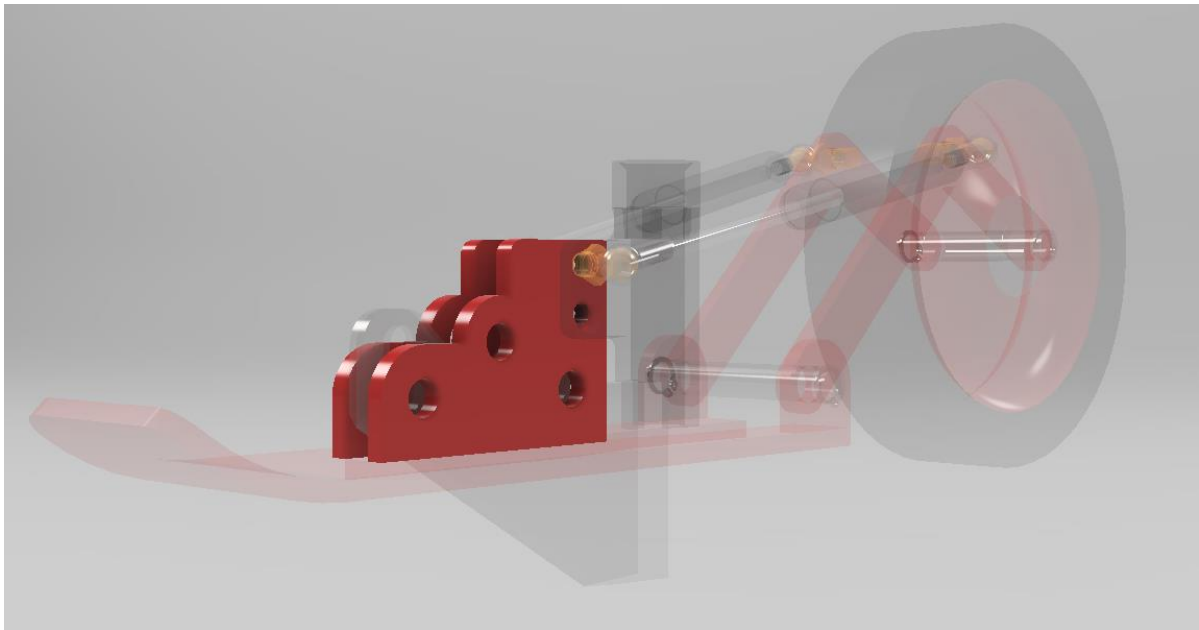
Ettersom det ble gjort vesentlig endringer på knivene for å oppnå tilstrekkelig funksjon for erter, var det også behov for å tilpasse skien. Den eksisterende sålabben benytter seg av to kniver i hver ski. Disse er plassert 6 cm fra hverandre slik at man oppnår lav radavstand for graset. Med de nye knivene tilpasset erter, var dette hverken ønskelig eller mulig å gjennomføre uten en breiere ski. Derfor er skjært ut spor i senter, slik at den er tilpasset det nye knivsystemet. Den nye skien er også noe kortere, men skal ellers være tilnærmet lik originalen.

Ettersom der ikke er ønskelig med for høy andel erter i engen blir det også sett på som fordelaktig at radavstanden har økt i forhold til den for grasfrø.



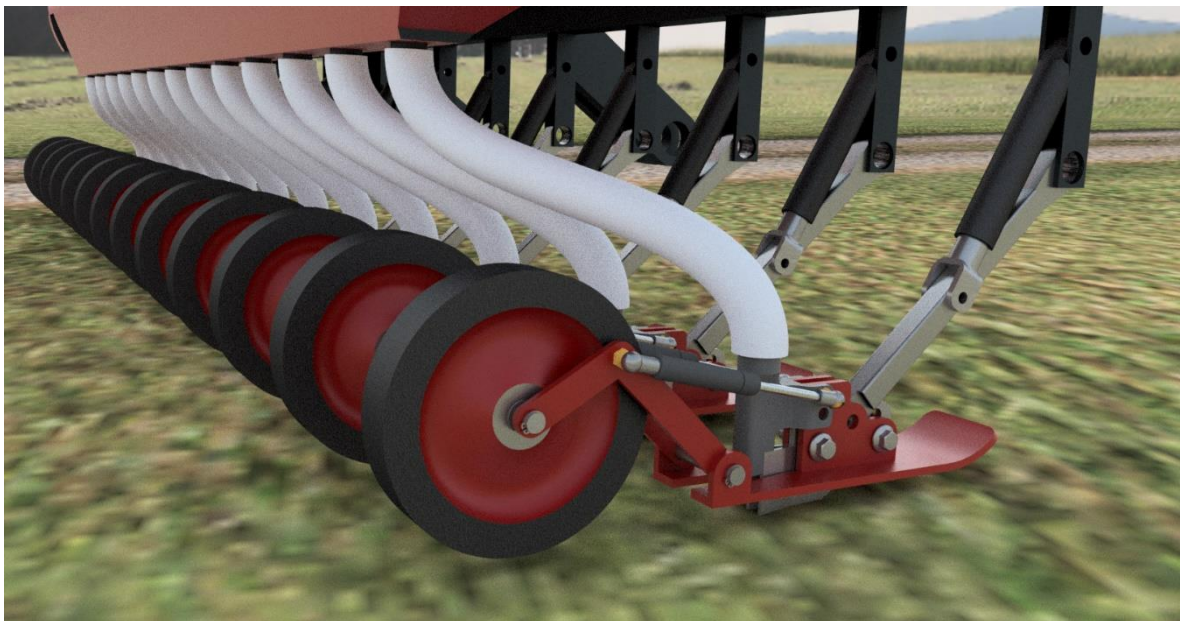
Figur 3-21: Bilde fra skiens underside som viser modifikasjonene gjort for å tilpasses de nye knivene

Innfesting



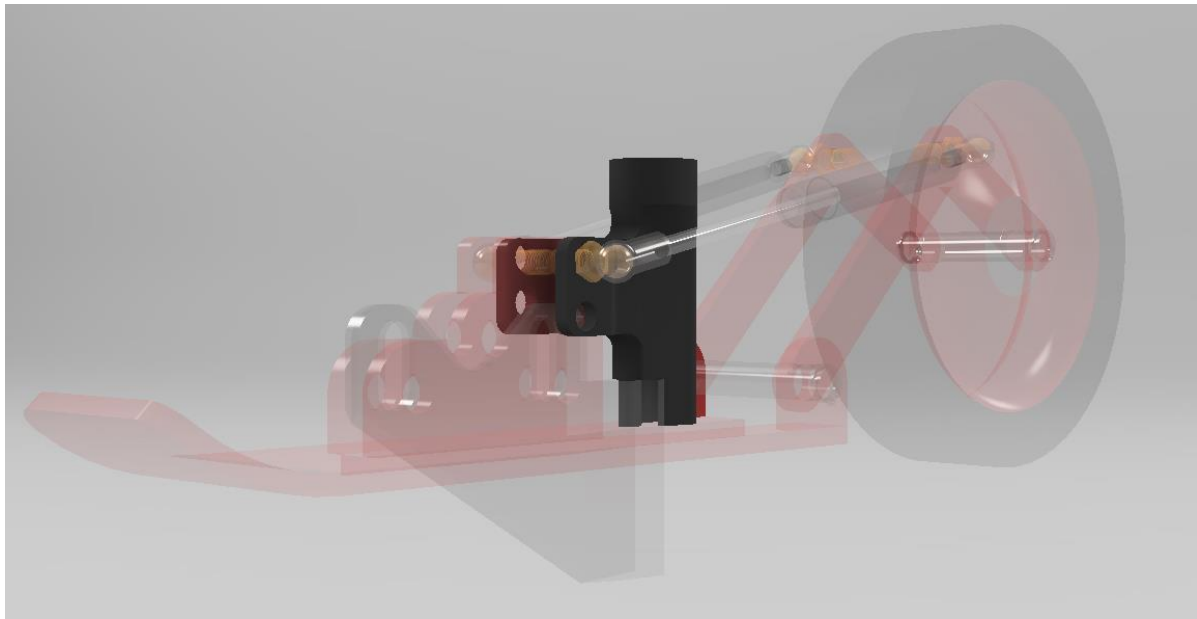
Figur 3-22: Bilde som viser plate for innfestingen til de ulike komponentene (Foto: Privat)

For å kunne feste de nye knivene var det og nødvendig med et nytt innfestningssystem. Denne består av to metallplater med utbora hull, for å kunne feste de nødvendige komponentene. Innfestningen spiller en sentral rolle i sålabben funksjon og er hvor de fleste komponenter boltes fast. Den er tilpasset slik at den sørger for festing og justering av kniver, samtidig som den holder frønedslippet på plass og er festepunkt for dempingen av lukkehjulet. Denne fungerer også som innfestningspunkt for opphenget til selve såmaskinen.



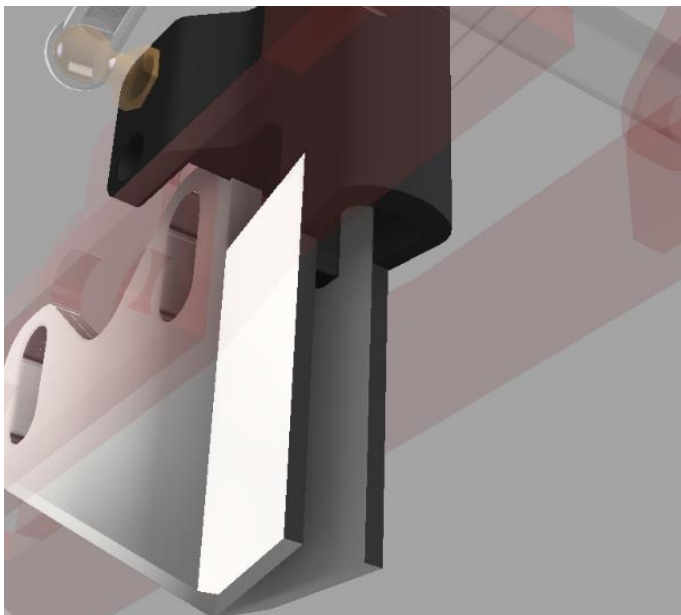
Figur 3-23: Bilde for illustrasjon av mulig bruksmåte for innfestingen (Foto: Privat)

Frønedslipp



Figur 3-24: Bilde som viser frønedslippets posisjon (Foto: Privat)

I oppgaven er det ikke gjort endringer på frønedslippet på selve maskinen. Dette burde nok gjøres slik at det kan tilpasses de større frøene. Det er derimot gjort endringer på rørbiten som kobler sammen slangen fra tanken til sålabben. Ettersom det er et helt nytt knivsystem på maskinen, er også det eksisterende stålrøret byttet ut med en 3D printet plastkomponent. Denne er utformet på en slik måte at frøet blir ført mellom knivene uten å havne for langt bak. Dette skal kunne gi bedre kontroll over føringen av frøet og sørge for riktig plassering.

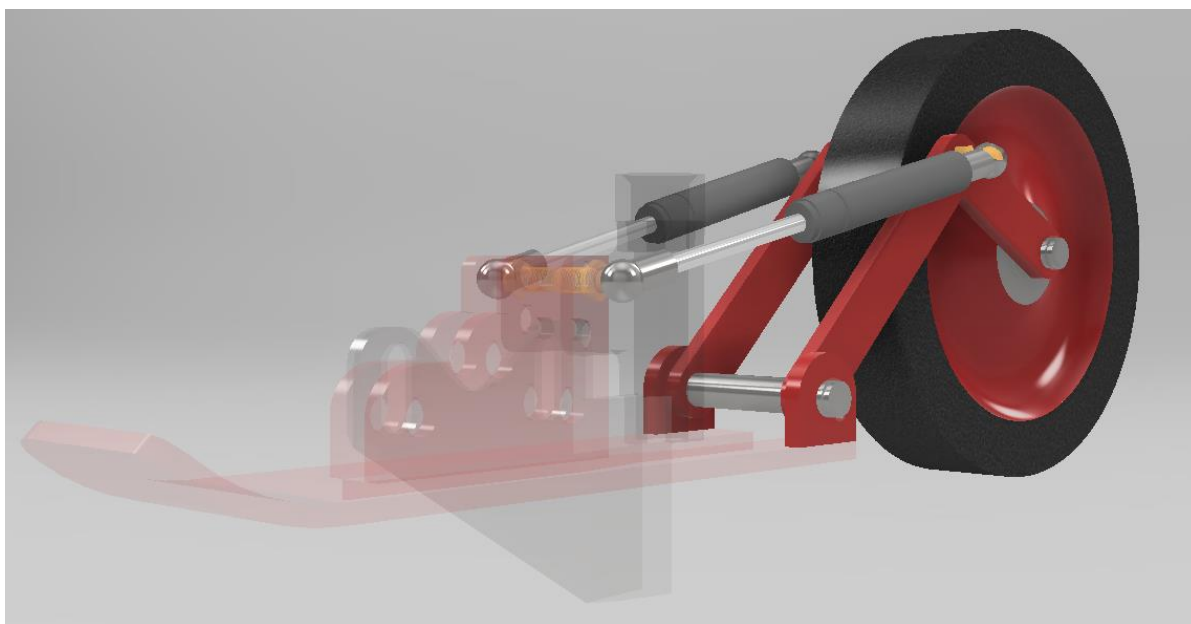


Figur 3-25: Bilde som viser hvordan frønedslippet er plassert i forhold til knivene (Foto: Privat)



Figur 3-26: Bilde som viser hvordan det er tenkt frøet skal falle (Foto: Privat)

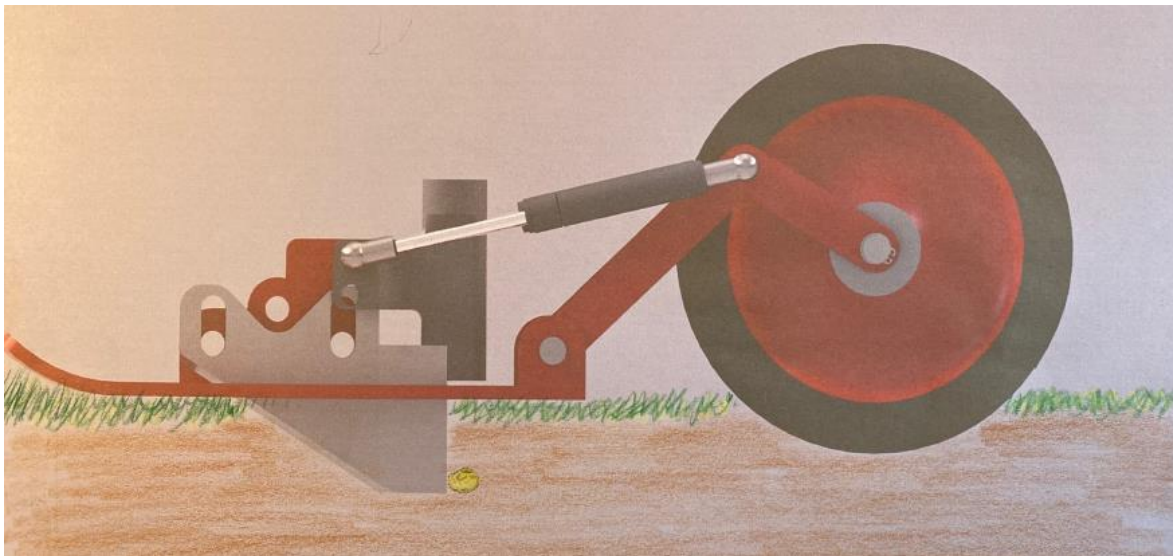
Lukkehjul



Figur 3-27: Bilde som viser hvordan lukkemekanismen er innfestet i forhold til resten av sålabben (Foto: Privat)

Ett område hvor sålabben har gjennomgått vesentlige endringer, er med lukkemekanismen. På bakenden av maskinen er det konstruert en hjulbasert lukkemekanisme for å sørge for bedre jordkontakt for frøet. Grunnen til at dette ble sett som nødvendig kommer av det breiere sporet som er nødvendig for å føre ned erter, ikke vil lukkes i samme grad som for versjonen for grasfrø.

Hjulet er festet i bakre enden av skien gjennom et hengslet oppheng. Dette skal gjøre at den har mulig til å passere hindringer med minimal innvirkning på skien. For å da fortsatt sørge for at den har mulighet til å lukke sporet etter knivene er det montert gassfjærer. Disse vil virke på en slik måte at de overfører vekt til hjulet. Grunnen til at det ble valgt gassfjærer fremfor andre mekaniske innretninger begrunnes med deres gode evne til å overføre kreftene jevnt gjennom store deler av slaglengden. Hver av gassfjærene har en kraft på 150 N og vil da til sammen virke med en kraft på 300 N. I tillegg til å overføre vekt til hjulet vil disse også ha innføre en vandringsbegrensing for hjulet. Dette er en fordel da hjulet til enhver tid vil være i korrekt posisjon, slik at man unngår problemer ved heving og senking av maskinen.



*Figur 3-28: Bilde som viser plassering av frø og funksjon for lukkehjulet
(Foto: Privat)*

Forslag til løsning for komplett maskin

Figur 3-29 og 3-30 er illustrasjoner som viser hvordan sålabbene kan passe inn på en 2,5 meters såmaskin. Dette er ikke noe som er fokusert på i denne oppgaven og er et forslag til videre utvikling for å få sålabben til å passe sammen med den eksisterende såmaskinen. Illustrasjonene er gjort for å gi en mer komplett forståelse for sålabbens funksjon. Alle komponenter i illustrasjonene er produsert av forfatter. Med unntak av bakgrunnsbilde som er standard katalogbilde fra det brukte programmet Autodesk Inventor 2020.



Figur 3-29: Bilde som viser komplett sammenstilling av 2,5 meter såmaskin med sålabber (Foto: Privat)



Figur 3-30: Bilde som viser forslag til hvordan sålabben kan festes til såmaskin (Foto: Privat)

3.4.2 Konstruksjon

For at det skulle være mulig å teste om den tiltenkte funksjonaliteten var god nok, ble det konstruert en prototype. Denne ble laget på verkstedet på Blæstad med god veiledning fra de ansatte. Høyskolen var også behjelpelig i anskaffelse av materialer til prosjektet. Alle komponenter unntatt hjul, gassfjærer og festemidler er konstruert av oppgavens forfatter. Hjul og gassfjærer er henholdsvis handlet hos Biltema og Økonomideler. (Biltema Norge AS, 2022) (Økonomi-deler AS, 2022)

Under prosessen ved å lage de ulike komponentene til sålabben ble det brukt en rekke maskiner på skolens verksted. Blant disse var blant annet, koldtsag, dreiebenk, vinkelsliper og søylebor flittig brukt.

Ski

Selve skien som skal gi sålabben mulighet til å gli på overflaten, ble konstruert ved å kappe til en 250 mm lang bit med 80 mm bred og 6 mm tykt flatstål. For å lage sporet knivene skulle monteres i ble det først målt opp og tegnet inn spor i overflaten på skien. Dette sporet ble så kappet ut med vinkelsliper og til slutt filt for å oppnå en fin overflate i kuttet.

For å lage bøyen som skal gjøre det mulig å passere hindringer, ble det kuttet et spor hvor bøyen skulle starte. Etter sporet var kuttet ble skien lagt i en verkstedspressen og bøyd til ønsket vinkel. Til slutt ble det kuttet sporet sveist, slik at dette ikke skulle bli et svakt punkt i konstruksjonen.

Monteringsplater/Knivfeste

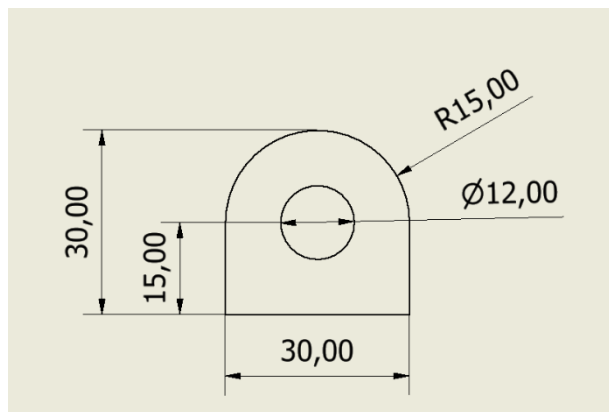
Anordningene på siden for holde kniver, nedslipp og fjærer er også laget fra 6 mm tykt flatstål. Disse blir i oppgaven omtalt som Monteringsplater/Knivfeste. Disse ble laget med at flatstålet først ble kappet til ønskede ytre dimensjoner. Kanten som da oppstod etter kuttingen, ble filt for å få en fin ren kant å måle fra. For å sørge for at alle hull og funksjoner ble plassert riktig ble det brukt en arbeidstegning for mal til målingene. Denne arbeidstegningen er å se i Figur 3-16. Deretter ble søyleborren benyttet til å borre ut hullene i rett diameter. For at monteringen skal gå enklere ble det valg å benyttes av gjengede hull til frønedslipp og innfesting for gassfjær. Dette tar bort nødvendigheten for mutter til bolten og man kan benytte en kortere bolt til monteringen. De aktuelle gjengede hullene ble først bora ut, og deretter håndgjenget i tre stadier for bra resultat. Gjengenes dimensjon er M8 og har 1,25 i gjengestigning.

Lukkemekanisme

Deretter var det lukkemekanismen som skulle lages. Denne består av to armer som er koblet sammen av en aksel i hver ende. Disse ble fremstilt fra samme 6 mm tykke flatstål som resten av komponentene og kuttet ut med vinkelsliper.

Etter dette ble det kuttet ut to braketter som skal sørge for å feste lukkemekanismen til skien. Disse ble kuttet til korrekt ytre dimensjoner på koldtsag. Etter dette ble de tatt over til søyleborren for å få borra ut hullene. Deretter ble de filt ned for å oppnå ønsket radius på ene siden.

Etter disse komponentene var konstruert var det akslingene som skulle lages. Disse har som funksjon å holde på plass armene og hjulet, samtidig som de sørger for mulighet til rotasjon. Disse ble laget ut av rundstål på 12 mm. Dette ble kuttet til omtrentlig lengde og tatt over til dreiebenken. Her ble de finjustert til korrekt mål og fikk dreiet inn spor for seegerringer.



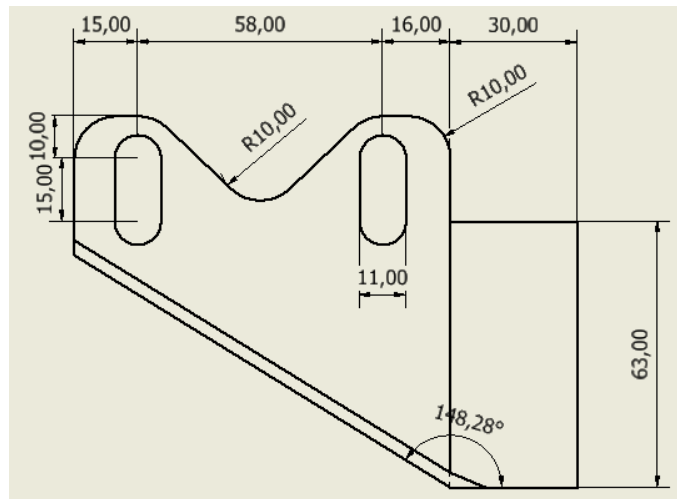
Figur 3-31: Bilde som viser arbeidstegning for brakett til innfesting av lukkemekanisme (Foto: Privat)



Figur 3-32: Bilde fra testmontering av lukkemekanisme (Foto: Privat)

Kniver

Knivene har holdt omtrent samme mål som originalene fra Underhaug med noen modifikasjoner. De nye versjonene er av 4 mm ståltykkelse fremfor 3, og halen på kniven har fått endret vinkel og lengde, for å tilrettelegge for de større frøene. Knivene har to avlange hull som skal feste de til resten av sålabben. Dette vil gi muligheten for dybdejustering både for å tilpasses jordforhold og slitegrad på knivene.



Figur 3-33: Bilde som viser arbeidstegning for kniver (Foto: Privat)

Når knivene skulle lages, ble det først kuttet to plater fra 4 mm flatstål. Etter dette ble de tversgående sporene bora ut og deretter frest. Til fresingen fikk jeg god hjelp fra medelev Petter Stavrum som hadde en pågående oppgave i fresen på samme tidspunkt som konstruksjonen av sålabben pågikk. Når fresingen var ferdig ble en kopi av arbeidstegningen, som vi ser i figur 3-17 brukt som mal for å streke ut ytterkanten av kniven. De ble så brukt vinkelsliper til å skjære ut denne formen. Vinkelsliperen ble også brukt til å kutte spor i bunn av halen slik at dette kunne bøyes i verkstedspressen. Dette sporet ble og sveis for å unngå svakheter. Til slutt ble knivens egg slipt på benksliper og finpusset med filer av ulike finhetsgrader.

Frønedslipp

Frønedslippet er i motsetning til de andre komponentene ikke laget i verkstedet. Denne ble først tegnet i Autodesk programmet Inventor 2020. Denne ble tegningen ble så konvertert til en STEP fil som var leselig for programvare for 3D-printere. Til printingen fikk jeg god hjelp fra medelev Petter Stavrum som har tilgang til, samt har kompetanse og erfaring i bruk av 3D-printere.

Sammenstilling

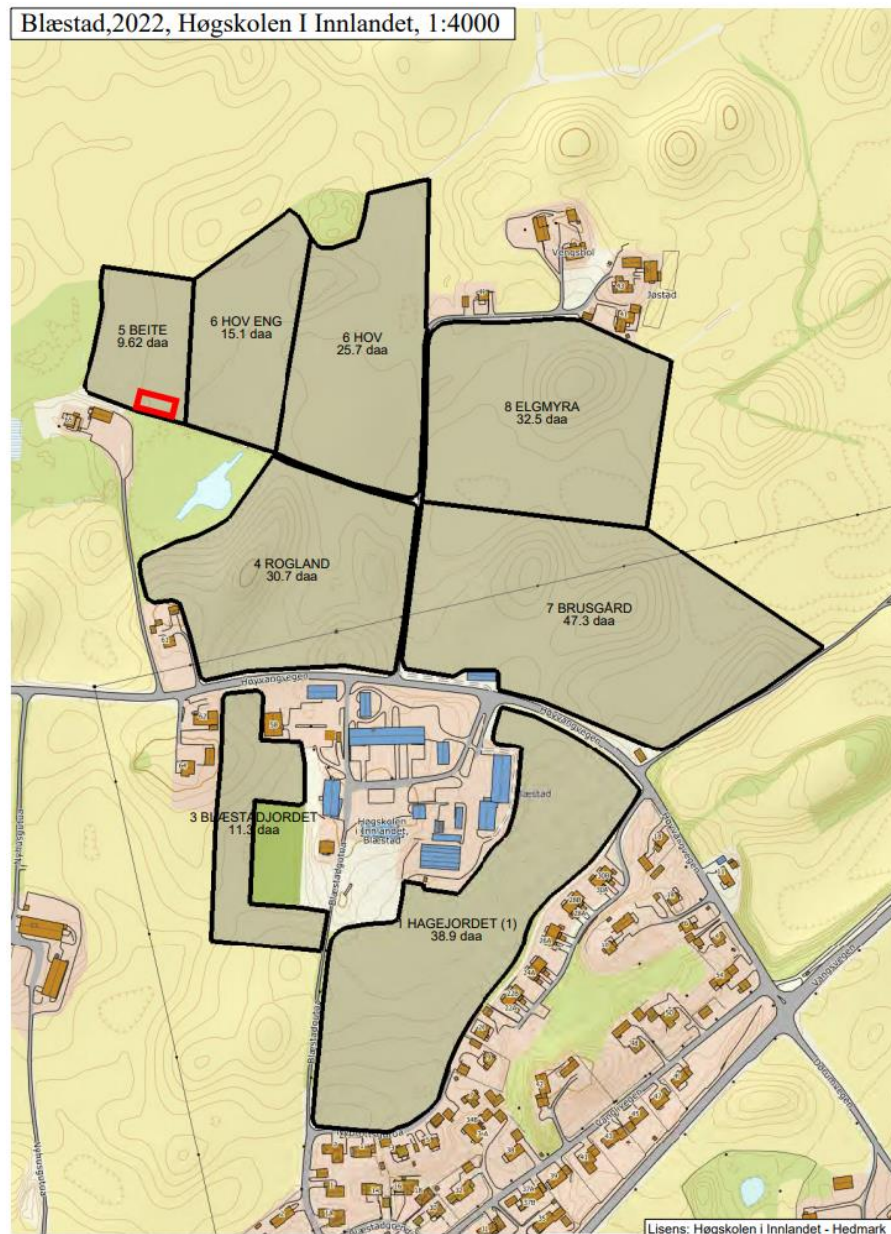
Sammenstilling av den ferdige sålabben foregikk med at monteringsplatene og brakettene til lukkemekanismen ble sveiset fast til skien. Deretter ble komponentene lakkert og montert sammen.



Figur 3-34: Bilde som viser fra en prøvemontering før alle komponenter er ferdigstilte (Foto: Privat)

4. Testing i felt

Testingen av sålabb prototypen ble gjennomført ved Høgskolen i Innlandet avdeling Blæstad. Selve området for forsøket foregikk på skifte nummer 5 – Beite. Dette er gras eng som hadde gjenlegg året før første engår, og de ble pløyd høsten året før det ble sådd gjenlegg. Testområde er markert med rødt rektangel i Figur 4.1. (Jørgensen D. , 2022)



Figur 4-1: Bilde som viser område for testing.
(Jørgensen D. , 2022)

Testingen ble gjennomført med at prototype sålabben ble montert på en testramme i utlån fra skolen. Rammen består av en Hatzenbichler redskapsarm påmontert et triangel, stang for innfesting av redskap og et rør for påmontering av vekter. Forsøksriggen er laget av Stian S. Gunnarsen i forbindelse med en tidligere bacheloroppgave ved høghskolen.



Figur 4-2: Bilde som viser forsøksrigg montert på traktor. (Foto: Privat)

Testingen forgikk med at sålabben ble dratt i en bein linje over en distanse på 5 meter. Dette ble gjentatt to ganger for hver økning i vekt. Det vil si den ble dratt til sammen 40 meter fordelt på 8 drag, med 15, 30 og 45 kg ekstra vekt påmontert. Den ble også dratt to testdrag uten ekstra vekt. Ettersom det ikke var frøkasse på sålabben, ble disse matet for hånd.



Figur 4-3: Bilder som viser testens område. Til venstre vises spor etter drag med 45 kg tilleggsvekt. Til høye et oversiktsbilde over alle dragene. (Foto: Privat)

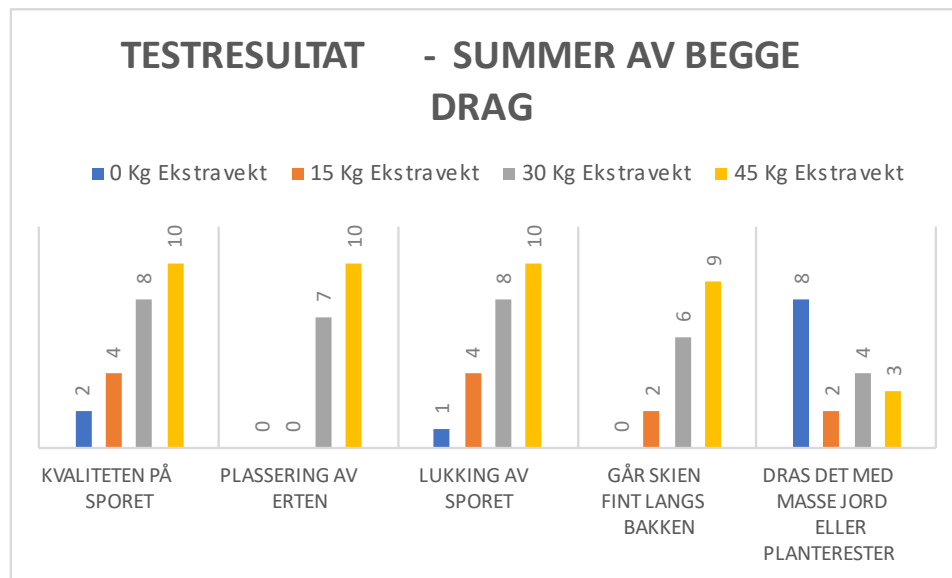
Grunnet problemer ved første testing, ble det gjennomført en ny test. I den andre testen ble det sveist på et stag mellom fremkant på skien og innfestingsrammen. Dette ble gjort slik at skien ikke skulle ha muligheter for å velte fremover, noe som var et problem ved første test. Årsaken vil bli drøftet videre senere i oppgaven.



Figur 4-4: Bilde som viser fastsveiset stag som skal hindre vippling av skien under gange. (Foto: Privat)

Forsøksriggen er som nevnt en konstruksjon av Stian S. Gunnarsen. Denne ble produsert i sammenheng med hans tidligere bacheloroppgave om knivvinkel på Underhaugs direktesåmaskiner. Den tar utgangspunkt i en fjæret redskapsramme fra Hatzenbichler som er boltet fast i et triangel for å kunne festes til traktor. I enden av redskapsarmen har han sveiset fast et firkantør for å kunne feste til sålabben. Det er også en tverrmontert rundstang av stål for montering av ekstra vekter. I henhold til målinger gjennomført under konstruksjonen er vektoverføringen til sålabben uten ekstra vekter på 21,5 Kg. (Gunnarsen, 2016) Forsøksriggen er å se på side 62 i figur: 4-2.

4.1 Analyse



Figur 4-5: Tabell som viser karakterer for de ulike vektene. Her som sum av to drag pr vekt, som gir maksimal karakter på 10.

Etter at testen ble gjennomført, ble de ulike dragene bedømt og gitt karakter etter de ulike kriteriene som nevnt i 2.3 – Karakterbedømming. De gitte karakterene kan ses i vedlegg nummer 1 – Datasett karakterbedømming. En summering av karakterene er også gjengitt i figur 4-5, som sett ovenfor.

4.1.1 Ulike vekter

0 kg ekstra vekt

Når maskinen kjøres med kun egenvekt og vektoverføring fra traktor/testtrigg, ser vi at den har noen problemer med å fungere som tiltenkt. Det er ikke nok vekt til at kniven får trengt ned i jordlaget tilstrekkelig og vi står igjen med en tynn sort stripe med en dybde på 0,5 til 1 cm. Dette medfører da at erten heller ikke blir ført ned i jorden, men heller blir liggende på overflaten.

Lukkehjulet får heller ingen effekt ettersom skien ikke går dypt nok til at dette når ned. En positiv ting er at skien ikke drar med seg og samler opp planterester og jord. Men dette kommer av at den blir gående noe over bakken og det kun er knivene som har bakkekontakt.



Figur 4-6: Bilde av rad og plassering av ert etter kjøring med 0 Kg ekstra vekt. (Foto: Privat)

15 Kg ekstra vekt

Når det legges på 15 kg ekstra vekt ser vi forbedringer i resultatet, men ikke stor nok til at det har noe å si for plasseringen av frøet. Sporet er riktignok noe dypere og måler fra 0,5 til 2 cm dypt. Frøet blir derfor bare liggende i overflaten, men er kanskje noe mer klemmet ned av hjulet, ettersom jorden blir noe løsere bak knivene. Her dras det heller ikke med betydelige mengder planterester som samler seg oppå skien.



Figur 4-7: Bilde som viser spor etter kjøring med 15 kg ekstra vekt. (Foto: Privat)

30 Kg ekstra vekt

Når tilleggsvekten økes til 30 Kg, er det betydelige forbedringer. Her går knivene delvis med full dybde, men det mangler litt da de har en tendens til å gå litt ujevnt og hoppe opp og ned. Ettersom dybden på sporet varierer, gjør også plasseringen av frøene det. Men der full dybde oppnås er både plasseringen av frøet og lukkingen bra.

Et problem som dukket opp, er planterester. Når knivene går med full dybde og skien har bakkekontakt, dras det også med betydelige mengder plantemateriale og litt jord som bygger seg opp i fremkant av skien. Dette gir ingen betydelige problemer til testingen i denne omgang med ved kjøring over et større areal ville dette blitt problematisk.



Figur 4-8: Bilde som viser problemet med oppsamling av jord- og planterester. (Foto: Privat)

45 Kg ekstra vekt

Når maskinen testriggen utrustes med 45 kg ekstra vekt, blir resultatene gode. Man unngår nå ujevnheterne som var et problem med 30 kg tilleggsvekt og frødybden er jevn over begge dragene. Beklageligvis dukker de samme problemene som for 30 kg tilleggsvekt opp og det samles opp en betydelig mengde planterester i fremkant av skien. Men ettersom den nå går med full dybde jevnt, blir også sporene finere. Det dras med mindre planterester rundt selve sporet og man oppnår et renere kutt som gir mindre skade i enga.



Figur 4-9: Bilde som viser hvordan sporet så ut etter kjøring med 45 kg ekstra vekt (Foto: Privat)

4.1.2 Faktorer som kan påvirke resultatet

Ettersom testingen kun er gjennomført på ett område, vil resultatene reflektere dette. Det burde kanskje vert testet på ulike områder med både forskjellig vekststadium og forgrøde.

På grunn av problemer i første omgang av testingen var kanskje graset i engen noe langt. Dette kan ha ført til økte problemer med oppsamling av plantematerialer i fremkant av skien. Dersom forsøket også skulle omhandlet spiring og utvikling av ertene ville nok denne plantingen vert for sen og graset ville gitt mye motstand for ertene.

Jorden kan også ha blitt pakket. Ettersom testingen foregikk i vekstsesongen ble den prøvd å holdes til et så lite område som mulig. Det var og ønskelig å påføre avlingen på stykkes så liten skade som mulig under testingen. Dette resulterte da i at testingen foregikk på vendeteigen av stykket og rett ved adkomstveien. Dette i tillegg til at det ble kjørt mye i sammenheng med testingen noe som kan ha ført til at jorden ble pakket og hardere. Noe som kan ha påvirket resultatene.



*Figur 4-10: Bilde som viser kjørespor i jorden og tettheten av disse
(Foto: Privat)*

5. Drøfting

Som tidligere nevnt var det problemer med å få gjennomført testingen ved første forsøk. Problemet som forårsaket dette, ligger i skiens lengde og innfestingens geometri. Det som da skjedde, var at innfestingen var for langt foran på skien og når den ble klemt mot bakken presset både knivene og lukkehjulet på samme side av sålabbens rotasjonspunkt og framenden ble presset nedover. Dette ført til at den istedenfor å gli over hindringer, hang seg opp og veltet fremover. Den ble da, stående i horisontal posisjon, til maskinen ble løftet opp og den kunne svinges tilbake. For å gjennomføre test nummer to, ble dette løst med å sveise fast et stag mellom skien og rammen. Dette ga skien en fast vinkel og hindret den fra å velte fremover. Det vil være mange mulige punkter som kan utbedres for å forhindre dette uten at vinkelen låses. Disse vil ikke bli grundig gjennomgått i denne oppgaven og er heller forslag til videre utvikling.

Selv om testingen ikke foregikk helt som planlagt, og sålabben ble testet med fast vinkel, anses resultatet som vellykket. Det vil kreve videre utvikling for å løse noen av problemene med denne utgaven, men konseptet for frøplassering og lukkemekanisme ser ut til å vise potensiale.

Det beste resultatet kom med 45 kg ekstra vekt, det gir en samlet vektbelastning på sålabben på 66,5 kg. Det kan da se ut til at å øke vekten enda mer, vil gi et enda bedre resultat. Dette er selvfølgelig noe som burde testes, men det antas at når et bra resultat for raden er oppnådd, vil det ikke være hensiktsmessig å påføre enda mere vekt.

For at dette skal være en løsning som har nytteverdi for norske gårdbrukere. Må den ha en lav nok kostnad, til at dersom man benytter seg av denne løsningen, ikke står igjen med et fôr som har høyere kostnad enn hva man ville hatt med kraftfôr. Det vil uheldigvis ikke være mulig å erstatte all bruk av kraftfôr.

Dersom man lykkes med belgvekster i grovfôr, kan store mengder av det arealet det i dag produseres dyrefôr på, benyttes til produksjon av mat for mennesker. Dette vil gi store besparelser både med tanke på økonomi, men også når det kommer til miljøet.

5.1 Forslag til videre arbeid.

Det vil muligens være forbedringspotensial for alle komponenter i den nyutviklede sålabben. Det håpes at det vil være av interesse i å se på mulige forbedringer av sålabben og det er derfor laget en liste over punkter som kan hjelpe på vei til videre utvikling.

- Geometri for oppheng/utforming ski
 - Det er antatt at endring av skiens lengde og da geometri for innfestingen vil kunne føre til vesentlige forbedringer. Lages skien lenger i fremkant av innfestingen, vil den ha større overflate til å motarbeide rotasjonskreftene som påføres fra kniver og lukkemekanisme.
- Utstyr
 - Vinkel for kniver
 - Dimensjoner lukkehjul
 - Trykk i gassfjærer/eventuelt annen mekanisme for vektoverføring til hjul
 - Dybde justering kniver, mekanisme for trinnvis regulering slik at det blir lettere å få alle på samme dybde uten måleutstyr.
- Agronomi
 - Det vil også være mulig å benytte maskinen til videre utvikling, for å se på både vekstutvikling og andel innblandede belgvekster i enga.
 - Mengde erter i enga
 - Ulike sorter erter/belgvekster

6. Bibliografi

- Biltema Norge AS. (2022, Mars 15). *Hjul; Luftgummihjul; Hage; Fritid; Start; Biltema.no*. Hentet fra Biltema.no: <https://www.biltema.no/fritid/hage/luftgummihjul/hjul-2000041495>
- Daugstad, K., Kristoffersen, A., & Nesheim, L. (2012). *Næringsinnhold i husdyrgjødsel*. Analyser av husdyrgjødsel frå storfe, sau, svin og fjørfe 2006-2011. Ås: Bioforsk. Hentet fra <http://hdl.handle.net/11250/2447504>
- Einböck GmbH. (2022, April 04). *Extrem; Seedbed combination; Tillage; Products; Einboeck.at*. Hentet fra Einboeck.at: <https://www.einboeck.at/en/tillage/seedbed-combination/extrem>
- Endrerud, H., Mangerud, K., Jørgensen, D., & Morthov, S. A. (2022, Mai 01). Hjulutstyr og Trekkeve. Hamar: Høgskolen i Innlandet.
- Franzefoss Minerals. (2022, April 08). *Kalk til eng og beite; Agri; Kalk.no*. Hentet fra kalk.no: <https://kalk.no/produkter-og-marked/agri-2/eng-og-beite/>
- Frøseth, R. B. (2022, Mai 01). *Jordforhold og jordarbeiding i korn; Fagartikler; Agropub.no*. Hentet fra Agropub.no: <https://www.agropub.no/fagartikler/jordforhold-og-jordarbeiding-i-korn>
- Gunnarsen, S. S. (2016). *Direktesåing i eng - Faktorer ved såmaskinens kniver som påvirker såskårets utforming*. Hamar: Høgskolen i Hedmark.
- Heggset, S., Synnes, O. M., Arstein, A., Haavik, T. B., Austrheim, L., Berge, L., & Eide, D. (2022). *Fornyng av eng - Metodar og utstyr til jordarbeiding og såing*. Sandane: Landbruk Nordvest & Norsk Landbruksrådgiving Vest.
- Herde Industrier. (2022, April 06). *Direkte såmaskin - Underhaug - Herde Industrier; Youtube.com*. Hentet fra Youtube.com: <https://www.youtube.com/watch?v=HqDZ9FT7cnM>
- Hodnefjell, R. (2022, April 03). *Åkerbønner til helgrøde; Olje- og belgvekster; Fagartiklar; Rogaland.nlr.no*. Hentet fra Rogaland.nlr.no: <https://rogaland.nlr.no/fagartikler/olje-og-proteinvekster/rogaland/akerbonner-til-helgrode>

Jørgensen, D. (2022, Mai 19). Bilde over tildelt område for testing. *Bilde over tildelt område for testing*. Blæstad, Innlandet, Norge: Høgskolen i Innlandet.

Jørgensen, S., & Kval Engstad, O. (2017). *Ensilerings ABC*. Hamar: Norges Landbruksrådgiving - Innlandet.

Karlsen, G. A. (2022, Mai 23). *Innsåing av belgvekster i etablert eng; Grovfor; Fagartikler; Nordnorge.nlr.no*. Hentet fra Nordnorge.nlr.no: <https://nordnorge.nlr.no/fagartikler/grovfor/nordNorge/innsaing-av-belgvekster-i-etablert-eng>

Kjernlie, E. (2022, Mai 30). *Låve til å bo og arbeide i; Asker kommune; Asker; Nyheter; Budstikka.no*. Hentet fra Budstikka.no: <https://www.budstikka.no/asker-kommune/lave-til-a-bo-og-arbeide-i/86304/>

Kristensen, H., Schmidt, G., & Lyngvig, H. S. (2020). *Markens Maskiner*. Aarhus: Seges Forlag.

Kval Engstad, O. (2021, September 29). Ensilering av Grovfor - Forelesning Blæstad 29.09.2021. Norsk Landbruksrådgiving - Innlandet.

Kverneland AS. (2021). *Innstilling Kverneland Vendepløg*. Stavanger: Kverneland AS.

Lysestøl, S., & Røysland, O. (2022, Mars 28). *Bruk av fôrerter i gjenlegg; Fagartikler; Nlr.no*. Hentet fra Rogaland.nlr.no: <https://rogaland.nlr.no/fagartikler/grovfor/rogaland/bruk-av-forerter-i-gjenlegg>

Manitoba Pulse Soybean Growers. (2022, Mai 31). *Field Pea Growth Staging Guide; Field Pea Production Resources; Production Resources; www.manitobapulse.ca*. Hentet fra www.manitobapulse.ca: <https://www.manitobapulse.ca/2018/10/field-pea-growth-staging-guide/>

Matprat.no. (2022, Mai 22). *Sauen sikrer bærekraftig matproduksjon; Matproduksjon; Artikler; Matprat.no*. Hentet fra Matprat.no: <https://www.matprat.no/artikler/matproduksjon/sauen-sikrer-barekraftig-matproduksjon/>

Nesheim, L. (2014, September 01). *Kalking til gras og korn*. Bioforsk. doi:978-82-17-01313-6

Norsk institutt for bioøkonomi. (2022, April 4). *Jordbruksareal; AR5; Arealressurskart; Jord; nibio.no*. Hentet fra nibio.no: <https://www.nibio.no/tema/jord/arealressurser/arealressurskart-ar5/jordbruksareal>

Norsk Landbruksrådgiving - Rogaland. (2022, Mai 21). *Grovfor; Fagartiklar; Rogaland.nlr.no*. Hentet fra Rogaland.nlr.no: <https://rogaland.nlr.no/fagartikler/grovfor?reg=rogaland>

Nærland, K. H. (2022, Mai 21). *Rett pris på rundballer gir mer avling; Fagartikler Grovfor; grovfornett.nlr.no*. Hentet fra grovfornett.nlr.no: <https://grovfornett.nlr.no/fagartikler/grovfor/grovfor/rundballpris>

PÖTTINGER Landtechnik GmbH. (2022, April 5). *HIT Mounted tedders; Tedders; Products; poettinger.at*. Hentet fra poettinger.at: https://www.poettinger.at/en_in/produkte/detail/hian/hit-mounted-tedders

PÖTTINGER Landtechnik GmbH. (2022, April 5). *TOP C Rakes with 2 rotors with centre swath delivery; Rakes; Products; poettinger.at*. Hentet fra poettinger.at: https://www.poettinger.at/en_in/produkte/detail/top2c/top-c-rakes-with-2-rotors-with-centre-swath-delivery

Reime & Co AS. (2022, Mai 30). *Storfe; Imek; Produkter; Reime.no*. Hentet fra Reime.no: <https://www.reime.no/produkter/i-mek/storfe/>

Rostad, I. B. (2020). *Dyrkingsveiledning – Erter til modning*. Apelsvoll: NLR Øst.

Røyseland, J. (2022, Mai 21). *Hvem tenker nytt om vinterfôring av sau?; Artikler; Bondevennen.no*. Hentet fra Bondevennen.no: <https://www.bondevennen.no/fagartiklar/hvem-tenker-nytt-om-vinterforing-av-sau/>

Røysland, O. A. (2021, Mars 04). *Kva fortel fôranalysen om årets gjødsling?; Grovfor; Fagartiklar; Rogaland.nlr.no*. Hentet fra Rogaland.nlr.no: <https://rogaland.nlr.no/fagartikler/grovfor/grovfor/rogaland/kva-fortel-foranalysen-om-arets-gjodsling>

Seehusen, T. (2022, Mai 12). *Jordpakking konsekvenser og tiltak*. Apelsvoll: Norsk Institutt for Bioøkonomi.

Statistisk Sentralbyrå. (2022, April 4). *Fakta om Jordbruk; Jordbruk; Jord, skog, jakt og fiskeri; Forsiden; ssb.no*. Hentet fra ssb.no: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/faktaside/jordbruk>

Statistisk Sentralbyrå. (2022, April Mars). *Gardsbruk, jordbruksareal og husdyr; Jordbruk; Jord, skog, jakt og fiskeri; Framsida; ssb.no*. Hentet fra ssb.no: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/jordbruk/statistikk/gardsbruk-jordbruksareal-og-husdyr>

Svineportalen. (2018, Mai 30). *Fôring av slaktegris; Produksjon; Svineportalen.no*. Hentet fra Svineportalen.no: <https://svineportalen.no/foring-av-slaktegris/>

Synnes, O. M. (2022, Februar 17). *Kalk til eng og beite; Grovfor; Fagartiklar; Vest.nlr.no*. Hentet fra Vest.nlr.no: <https://vest.nlr.no/fagartikler/grovfor/vest/kalk-til-eng-og-beite>

The Indiana Aglime Council. (2022, Aril 08). *How Aglime Works – Technical Bulletin; Resources; Home; Aglime.org*. Hentet fra Aglime.org: <https://aglime.org/resources/how-aglime-works/>

Underhaug AS. (2022, April 30). *Direkte såmaskin 1,5 m, 6 cm radavstand; Såmaskiner; Landbruk; Herdeindustrier.no*. Hentet fra Herdeindustrier.no: <https://norge.herdeindustrier.com/wp-content/uploads/sites/3/2022/03/UM7926-7950-instruksjonsbok.pdf>

Yara International ASA. (2022, Mai 23). *N-Sensor; Presisjonsverktøy; Gjødels; Hjem; Yara.no*. Hentet fra Yara.no: <https://www.yara.no/gjoeddel/presisjonsverktoy/n-sensor/>

Økonomi-deler AS. (2022, Mars 15). *Gassdemper 185 mm - 150 N; Gassdempere; Gassdempere; Rekvisita; Tilbehør; Hjem; Økonomi-deler.no*. Hentet fra Økonomi-deler.no: <https://www.okonomi-deler.no/tilbehor/rekvisita/gassdempere/gassdempere/gassdemper-52>

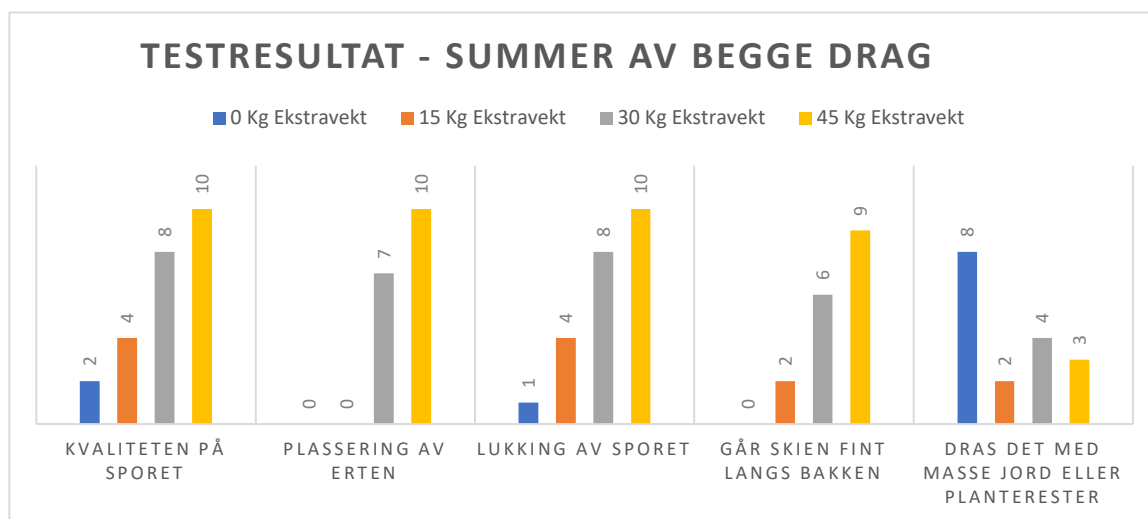
Øverland, J. (2021). *Dyrkingsveileder Åkerbønner*. Norsk Landbruksrådgiving Viken.

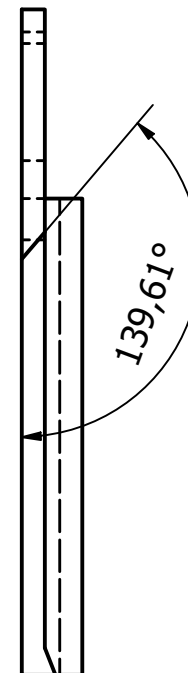
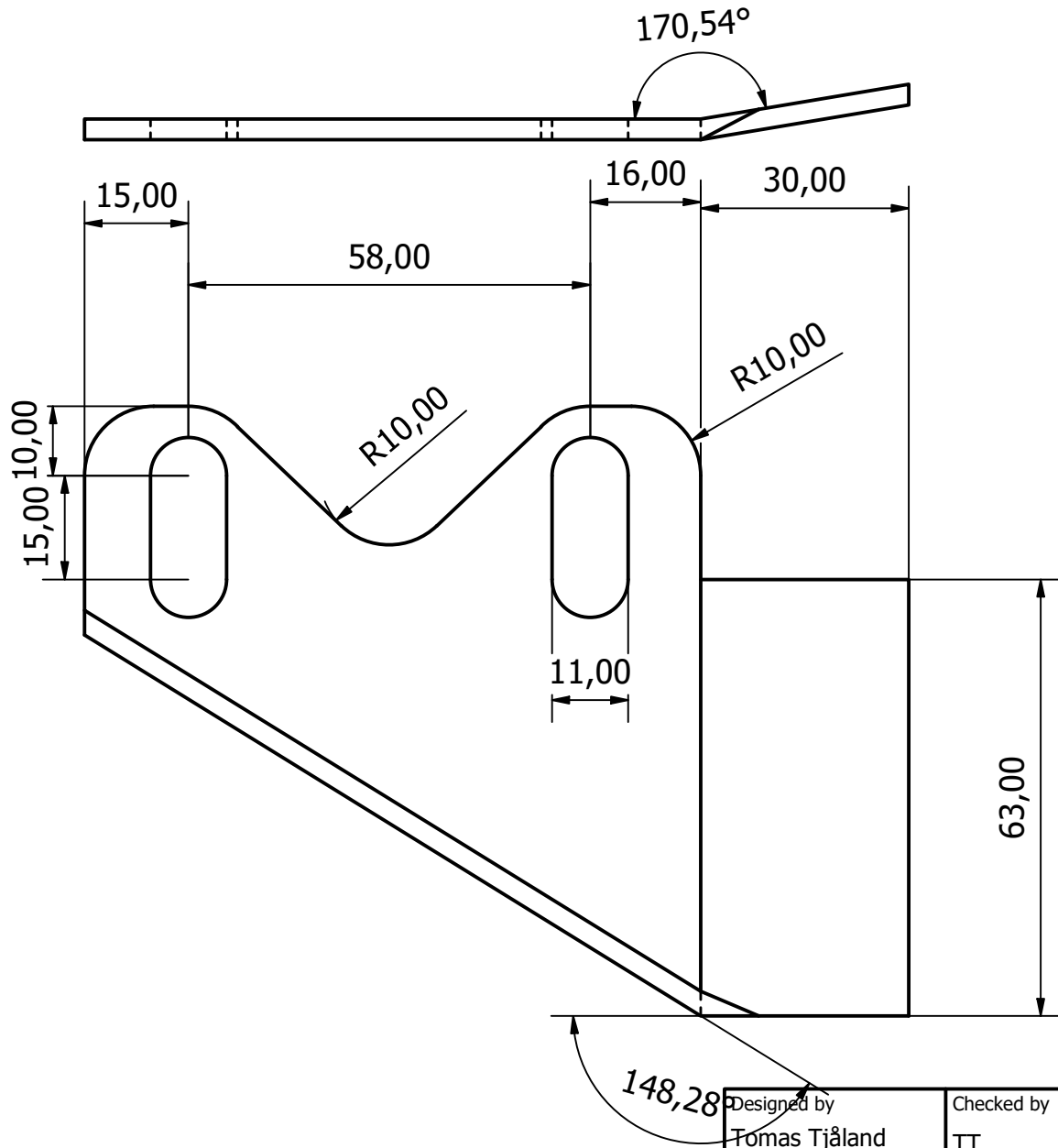
7. Vedlegg

1. Datasett karakterbedømming
2. Arbeidstegning - Kniver
3. Arbeidstegning - Ski
4. Arbeidstegning – Monteringsplate/Knivfeste
5. Arbeidstegning - Arm
6. Arbeidstegning – Brakett for fremre aksling
7. Arbeidstegning – Fremre aksling
8. Arbeidstegning – Bakre aksling

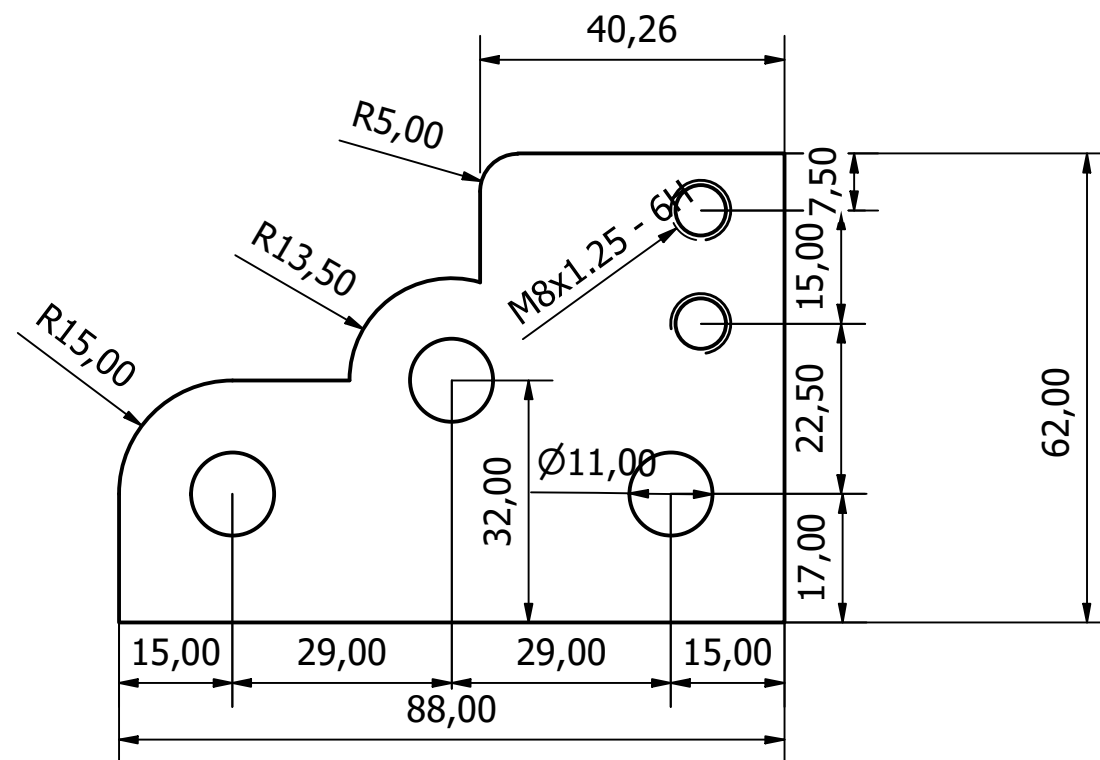
Kriterie	0 Kg Ekstravekt		15 Kg Ekstravekt		30 Kg Ekstravekt		45 Kg Ekstravekt	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Kvaliteten på sporet	1	1	2	2	4	4	5	5
Plassering av erten	0	0	0	0	3	4	5	5
Lukking av sporet	1	0	2	2	4	4	5	5
Går skien fint langs bakken	0	0	1	1	3	3	4	5
Dras det med masse jord eller planterester	4	4	1	1	1	3	1	2
Knivenes innfestning	5	5	5	5	5	5	5	5
Sum	11	10	11	11	20	23	25	27

Kriterie	0 Kg Ekstravekt	15 Kg Ekstravekt	30 Kg Ekstravekt	45 Kg Ekstravekt
Kvaliteten på sporet	2	4	8	10
Plassering av erten	0	0	7	10
Lukking av sporet	1	4	8	10
Går skien fint langs bakken	0	2	6	9
Dras det med masse jord eller planterester	8	2	4	3
Knivenes innfestning	10	10	10	10
Sum	21	22	43	52

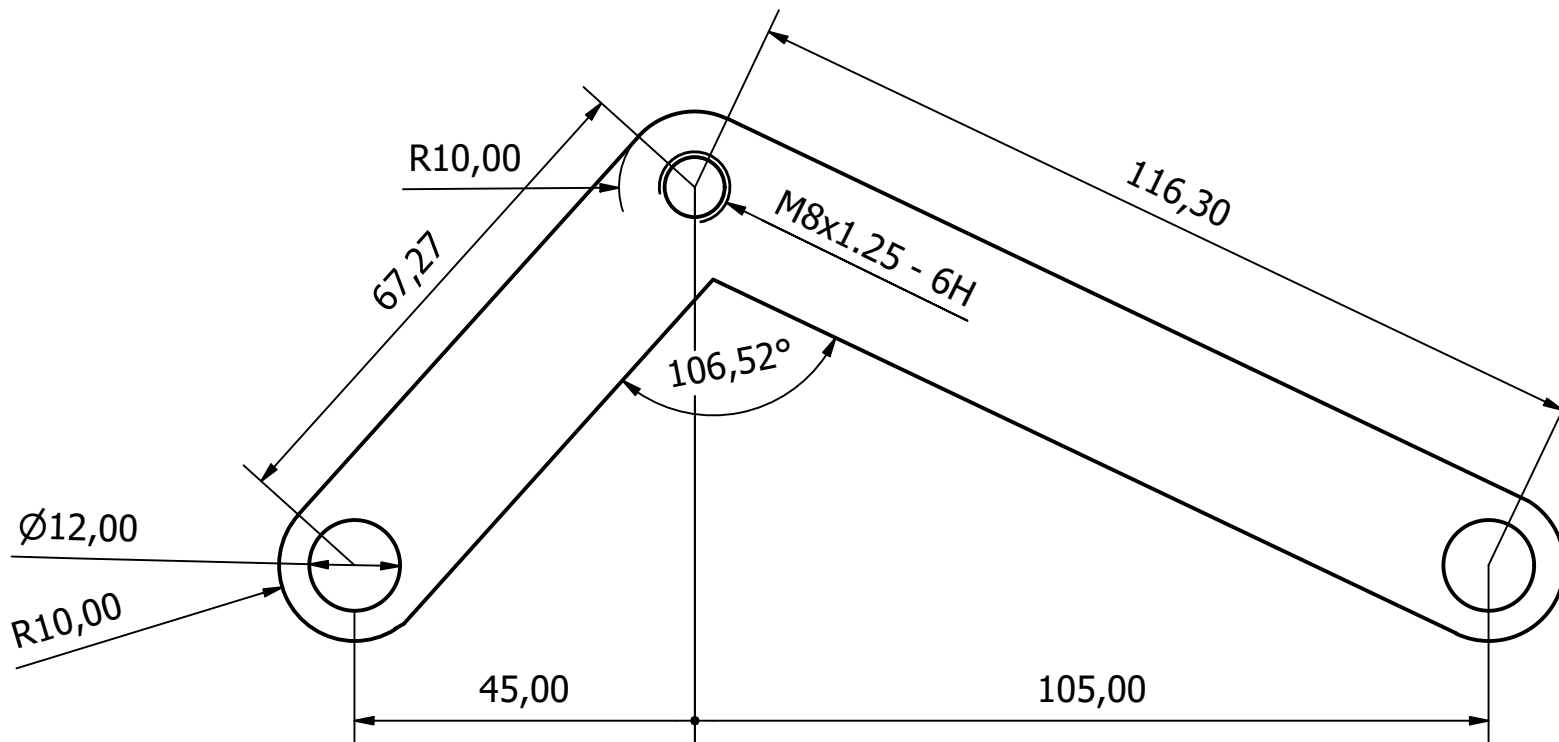




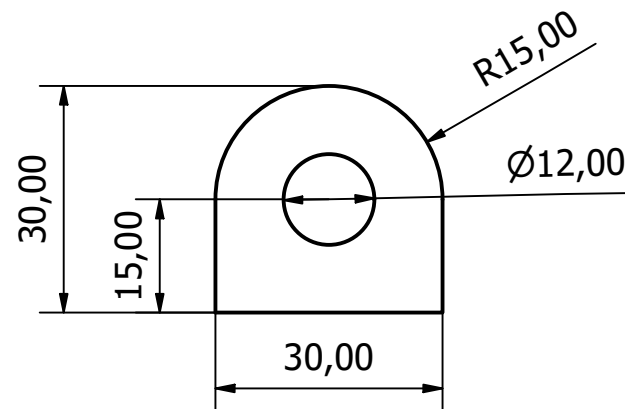
Designed by Tomas Tjåland	Checked by TT	Approved by TT	Date 01.06.2022	Date 29.03.2022	
			Kniv	Edition 2	Sheet 1 / 1



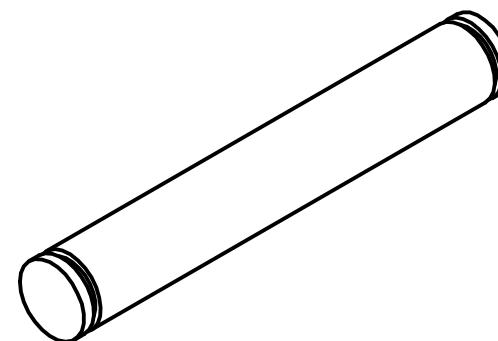
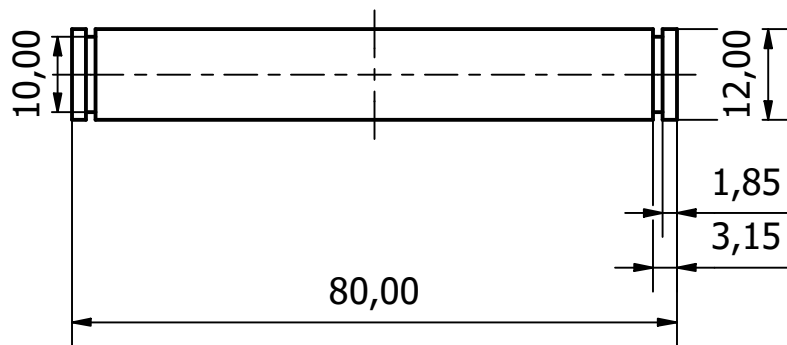
Designed by Tomas Tjåland	Checked by TT	Approved by TT	Date 01.06.2022	Date 29.03.2022	
6 mm tykkelse					
			Knivfeste/Monteringsplate		
			Edition 2	Sheet 1 / 1	



Designed by Tomas Tjåland	Checked by TT	Approved by TT	Date 01.06.2022	Date 29.03.2022	
Arm			Edition 3		Sheet 1 / 1



Designed by Tomas Tjåland	Checked by TT	Approved by TT	Date 01.06.2022	Date 29.03.2022	
6 mm tykkelse					
Brakett for fremre aksling				Edition 1	Sheet 1 / 1



Designed by Tomas Tjåland	Checked by TT	Approved by TT	Date 01.06.2022	Date 29.03.2022	
Fremre aksling				Edition 1	Sheet 1 / 1

