



Høgskolen i **Hedmark**

AØL Blæstad

Jonas Vinge

Bacheloroppgave

Såmaskin for gras og korn på rotorharv med frønedslipp før pakketrommelen

Seeding drill for gras and grain on powerharrow with seed drop before the roller

Landbruksteknikk

2016

Samtykker til utlån hos høgskolebiblioteket JA NEI

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage JA NEI

Forord

Ideen til denne bacheloroppgaven ble til etter at det ble kjøpt inn rotorharv på hjemgården til undertegnede. Under mange timers traktorkjøring i ei hektisk våronn blir det mye tid til å tenke på hvordan denne prosessen kunne effektiviseres. Når man har en maskin som harver og har trommel er det jo litt tungvint å kjøre etter med såmaskin og så en trommel etterpå. Hvorfor ikke heller legge frøene foran trommelen som er på rotorharva. Det ble funnet andre maskiner som gjorde dette med grasfrø, men ingen til både gras og korn. I tillegg har denne oppgaven som hensikt å inspirere andre med rotorharv til å bygge selv på en billig måte. Skrivningen av denne oppgaven har hovedsakelig funnet sted i tidsperioden april- juni 2016. I tillegg ble konstruksjonsarbeidet utført sommeren 2015.

Jeg vil rette en spesiell takk til:

Hans Christian Endrerud – for veiledning av bacheloroppgaven.

Ove Kristian Valset – for utlån av utstyr og konstruksjonsmateriell.

Aleksander Moan – for hjelp under demontering, testing og konstruksjonsarbeidet.

Ivar Martin Hårstad – for transport av såmaskin til Trøndelag.

Mattias Vinge – for hjelp under testing og konstruksjonsarbeidet.

Kristine Vinge-Holmquist – for hjelp med korrekturlesing.

Dag Jørgensen – for veiledning.

Institutt for Anvendt Økologi og Landbruk

HIHM

Blæstad, 02.06.2016

.....
Jonas Vinge

Norsk sammendrag

Bakgrunn for oppgaven er å få effektivisert harving, såing og tromling. Den vanligste måten for å effektivisere på er å øke arbeidsbredde på utstyret, men dette fører til tyngre utstyr og krever større traktor. I tillegg vil bredt utstyr være mindre gunstig å transportere etter vei og føre til mindre smidighet på små kronglete jorder som vi har mange av i Norge. Derfor er det i denne oppgaven valgt å heller effektivisere gjennom å gjøre disse tre operasjonene i ett. Dette er løst ved å montere såmaskin for gras og korn bak på rotorharva og slippe frøene ned før trommelen.

Metoden i oppgaven var først å sette sammen tre forskjellige såmaskinalternativer. Deretter ble de tre alternativene vurdert ved hjelp av et poengskjema med 5 forskjellige kriterier. Dette kalles "concept screening" (Creating minds, s.a.). Alternativet med høyest total poengsum ble valgt til videre konstruksjon av en prototype. Deretter ble prototypen testet.

Resultatene viser at det er mulig å få montert såmaskinene på rotorharva som beskrevet i resultatkapitlet. Prototypen i denne oppgaven oppfylte ikke kravet om såkvalitet ved at kornet ble liggende for grunt og trommelen ikke pakket jorden godt nok. Man burde ha samme arbeidsbredde på rotorharv og såmaskin for et bedre resultat og enklere konstruksjonsprosess.

Konklusjonen er at det er mulig å montere såmaskiner for gras og korn med frønedslipp før pakketrommelen på rotorharva. Prototypen i denne oppgaven oppfylte ikke kravet om såkvalitet. Likevel vil videre arbeid med konseptet kunne føre til utvikling av en løsning på problemet.

Abstract

The main purpose for this paper is to make the harrowing, seed drilling and rolling more efficient. The usual way to make such tasks more efficient is to extend the working width of the equipment. The effect of this could be negative because of the increased equipment weight and the need for a bigger tractor. Also wide equipment is not that practical when it comes to road transportation and is less agile on small and curvy fields that there is a lot of in Norway. Therefore, it is chosen to make it more efficient by doing those operations at the same run. By applying drills for grass and grain on the power harrow and let the seeds fall down before the roller, three operations can be done in one run.

The method used for choosing the best drills to put on the power harrow was to first put together three alternative drills. Then run these through a screening where each alternative got points from five different criteria. This is called “concept screening” (Creating minds, s.a.). The alternative with the best total score would be constructed into a prototype. After this the prototype was tested.

The results show that this is possible to build the seeding drills on top of the powerharrow, and this paper contains a detailed description of how it was made. However the prototype in this paper didn't satisfy the demands for seeding quality by drilling the grain to shallow and insufficient rolling. If this prototype is being built by others it is strongly recommended that the drill and the power harrow have the same working width as this could make the construction process a lot easier and the prototype better.

The conclusion is that its possible to build seeding drills on top of the powerharrow with the seed drop before the roller. The prototype was not satisfying when it came to the seeding quality. However, the concept could work if developed further.

Innhold

NORSK SAMMENDRAG	3
ABSTRACT.....	4
FIGUR OG TABELLISTE	8
1. INNLEDNING	9
1.1 BAKGRUNN FOR OPPGAVEN	9
1.1.1 Såing i et matsikkerhetsperspektiv	9
1.1.2 Hvordan så.....	9
1.1.3 Bakgrunn for valg av oppgaven	10
1.2 PROBLEMSTILLING	11
1.3 AVGRENSNING	11
2. SÅPRINSIPPER OG MASKINER	12
2.1 SÅPRINSIPPER.....	12
2.2 SONER I SÅMASKINEN	12
2.2.1 Såmetode	12
2.2.2 Utmater	13
2.2.3 Nedføring	13
2.2.4 Tank	13
2.2.5 Nedløpsdrift	13
2.2.6 Frønedlegging.....	13
2.2.7 Plassering	14
2.2.8 Drift av utmater og vifte.....	14
2.2.9 Utmater type	15
2.3 EKSISTERENDE PÅBYGGINGER PÅ ROTORHARVER.....	15
3. MATERIAL OG METODE	16

3.1	UTVIKLING.....	16
3.2	UTVELGELSE AV SAMMENSATTE SÅMASKINER	16
3.2.1	<i>Alternativer til prototype.....</i>	<i>16</i>
3.2.2	<i>Kriteriene for utvelgelse av prototype.....</i>	<i>17</i>
3.3	TESTKJØRINGER	18
3.3.1	<i>Første testkjøring.....</i>	<i>18</i>
3.3.2	<i>Andre testkjøring.....</i>	<i>19</i>
4.	RESULTATER.....	20
4.1	OPPSUMMERING AV UTVELGELSEN	20
4.1.1	<i>Utvelgelse.....</i>	<i>20</i>
4.2	PROTOTYPEN.....	20
4.2.1	<i>Demontering</i>	<i>21</i>
4.2.2	<i>Påkobling.....</i>	<i>21</i>
4.2.3	<i>Drift.....</i>	<i>22</i>
4.2.4	<i>Sånedslipp og fingerharv</i>	<i>24</i>
4.3	RESULTATER TESTKJØRINGER.....	25
4.3.1	<i>Første testkjøring.....</i>	<i>25</i>
4.3.2	<i>Andre testkjøring.....</i>	<i>25</i>
5.	DISKUSJON.....	26
5.1	PROTOTYPEN.....	26
5.2	FØRSTE TESTKJØRING	26
5.3	ANDRE TESTKJØRING	27
6.	KONKLUSJON.....	28
6.1	OPPSUMMERING.....	28
6.2	FORSLAG TIL VIDERE ARBEID	28

LITTERATURLISTE	29
-----------------------	----

Figur og tabelliste

Figurer:

Figur 1 bildet viser ulike typer sålabber (tegning: Rudolf Vie), fra Bjerga, 1995, s.74.....	14
Figur 2. Første testkjøring av prototypen. Fører Ove Valset, av forfatteren, 2015. Brukt med tillatelse.	19
Figur 3 viser hvordan forsøket ble utført. Bildet er tatt mens rotorharva ikke er i gang, av forfatteren, 2016. Brukt med tillatelse.....	19
Figur 4. Såmaskina ligger opp ned med de dype halvmånene for påkobling liggende opp, av forfatteren, 2015. Brukt med tillatelse.....	22
Figur 5. Drivhjulet påmontert, av forfatteren, 2015. Brukt med tillatelse.	22
Figur 6. Komplette drivlinje før omdreving til 16 tenner på Z2. I midten av bildet ser man kjedet mellom drev Z1 og Z2, av forfatteren, 2015. Brukt med tillatelse.	23
Figur 7. Såslanger til grasfrø bakerst og til korn fremst. I fremkant av fingerharva ser man føringene til såslangene for korn, av forfatteren, 2015. Brukt med tillatelse.....	24
Figur 8. Såslange festet til skål under utmateren, av forfatteren, 2015. Brukt med tillatelse.	24

Tabeller:

Tabell 1 Poengtabellen viser at alternativ 1 er det beste.	20
---	----

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for oppgaven

1.1.1 Såing i et matsikkerhetsperspektiv

I et biologisk perspektiv har næringstilgang alltid vært et grunnvilkår for overlevelse. Med et stadig økende folketall, både i Norge og verden for øvrig, er mattilgang et viktigere tema enn noen gang. Medlemslandene i FN gir en tydelig indikasjon på viktigheten av dette ved å forplikte seg til å sørge for matsikkerheten i sine medlemsland. SSB har anslått at innbyggertallet vil øke med 20% de neste 20 årene. Økt folkeantall medfører et økt behov for mat. Som en følge av dette vil det bli behov for å øke matproduksjonen i Norge og ha fokus på å bevare det som allerede finnes av produksjonsareal (Landbruks- og matdepartementet, 2011).

Rognstad (Rognstad, 2009) skriver at mellom 1999 og 2008 har antall gårdsbruk gått fra 70 000 til 49 000. Selv om dyrkamarka har blitt redusert med 380 000 daa i samme tidsperiode er det fortsatt over 10 millioner daa igjen. Driften av disse arealene er fordelt på et redusert antall brukere som da får en større arbeidsmengde. Med økt areal per bruker kreves det en effektivisering. En måte er å bruke større maskiner som får gjort jobben raskere. Da den dyrkede jorden i Norge ofte er inndelt i små lapper egner den seg ikke for stort utstyr. En annen måte å effektivisere på er å gjøre flere arbeidsoperasjoner på en gang. Da vil man kunne holde størrelsen på utstyret nede og i tillegg vil man få en positiv effekt i form av redusert forbruk av fossilt brensel.

1.1.2 Hvordan så

Såing går ut på å plassere frø i jorda slik at det kan spire. Utover det ønsker man å skape best mulige forhold for spiring for hvert enkelt frø. Den viktigste jobben til en såmaskin er å få lagt frøet ned på riktig dybde da dette er en viktig faktor for optimal spiring. Ved såing av korn blir dette vanligvis gjort med en sålabb. Når frøet ligger på rett dybde er en annen viktig faktor for spiringen at jorda pakkes godt rundt frøet for å sikre god kontakt mellom jord og frø. Optimalisering av såing av korn har vært tenkt på i århundrer. Det er funnet rad-såmaskiner i Gudbrandsdalen fra tidlig på 1800-tallet med liknende prinsipp som dagens såmaskiner. Disse

var laget for hest og førte til at man kunne redusere mengden såfrø til det halve man brukte ved såing for hånd (Nygård, 2015).

Såmaskinen kommer i mange varianter og størrelser til forskjellige bruk. De minste er håndholdte hvor man mater frø ned på en spredeskive som sprer dem utover, og de største er traktorslepte maskiner med over ti meters arbeidsbredde. Det er mange teknikker for å få frøet fra såkassen ned til jorden. Stokland er ei kjent såmaskin i Norge som bruker sentrifugalkraft og luft for å mate ut frø. Andre såmaskiner opp til 3 meters arbeidsbredde bruker mekanisk drevne ribber eller knaster som dytter frø over en kant og ned i hvert sårør. De største maskinene bruker ofte luft til å transportere frø fra en utmater videre ned i sålabbene.

Grasfrø og korn har forskjellig sådybde og blir som oftest lagt ned i jorda med hver sin metode. Gras er ofte breisådd og dekket til med jord av en etterharv som jobber grunt. Korn blir ofte sådd i rader og lagt dypere ned via sålabber.

Tiden og kunnskapen har økt interessen for å skreddersy maskiner slik at det passer til hvert sitt behov. Modulbaserte såmaskiner er som et byggesett. Her er ulike deler av maskinen som byggeklosser slik at man kan velge forskjellige tinder eller skåler for å få frøet i jorda. Det kan bygges på pakkere, etterharver og slodder/klumpknusere etter behov (Väderstad, s.a.). Et annet system er å montere såmaskiner på harver eller annet jordarbeidingsutstyr. Her vil man først ha et jordarbeidings redskap som man monterer en såmaskinmodul på (Lemken, s.a.-c). Ut ifra dette kan man se at produsentene av landbruksutstyr jobber med å produsere maskiner som gjør flere arbeidsoperasjoner på en gang.

Såing, tromling og bruk av rotorharv er ofte arbeidsoperasjoner som krever lav fremdriftshastighet i en sesong med lite tid og høyt arbeidspress. Hver av operasjonene krever en overkjøring hver, noe som er tidskrevende. Bruk av store maskiner på tre overkjøringer vil føre med seg en del jordpakking og i tillegg et høyt forbruk av drivstoff.

1.1.3 Bakgrunn for valg av oppgaven

På bakgrunn av et ønske om å effektivisere såing, tromling og harving er det valgt å utvikle en prototype som reduserer antall overkjøringer til en, uten å redusere kvaliteten på såingen i for stor grad. Systemet skal egne seg til påbygging på rotorharv ved bruk av eksisterende komponenter.

1.2 Problemstilling

Er det mulig å montere korn- og gras såmaskin på rotorharv med frønedslipp før pakketrommelen og eventuelt hvordan?

Hvordan vil dette påvirke såkvaliteten, med tanke på sådybde og tromling?

1.3 Avgrensning

Økonomi vil være en faktor som blir vektlagt i konstruksjon av en prototype. En maskin som blir for dyr vil være lite aktuelt å bruke for en vanlig bonde selv om den gir en optimal såing. I tillegg vil den ferdige sammenbyggingen være basert på to maskiner som allerede er produsert av en fabrikant slik at alle spesialtilpasninger krever mye arbeid. Dette fordrer at sammenbyggingen og konstruksjonen blir forholdsvis enkel.

Prototypen vil bli begrenset av kostnaden på komponenter, såmaskinene og produksjon. Hvor avansert utstyr som trengs for å konstruere og tilpasse er begrenset til utstyret på et gårdsverksted. Trengs det spesiallagde deler og avanserte komponenter som skal brukes i prototypen må dette bestilles og kanskje monteres av kyndige. Hvor mye tid og ressurser det vil kreve for å lage og teste prototypen blir også en begrensning da tidsrammen for oppgaven er på 10 uker. I tillegg kan det ikke endres noe på rotorharva da den ikke er dedikert til dette prosjektet, noe som fører til færre muligheter for tilpasning. Oppgaven vil ta for seg selve konstrueringen og en enkel funksjonstest hvor sådybde og tromling vil bli vurdert visuelt. I tillegg vil sådybde for korn med nedslipp på forskjellige plasser bli testet i en separat test uten bruk av selve prototypen.

2. Såprinsipper og maskiner

2.1 Såprinsipper

Fra naturens side blir frø sådd ved at det faller ned fra planten. Enten rett ned eller transportert på ett eller annet vis for så å havne på overflaten av jorden. Dette prinsippet ble brukt før i tiden ved å kaste frø eller korn utover marka. Dette er et prinsipp som fortsatt brukes ved maskiner og kalles breispreiing. Etter hvert som det ble opparbeidet kunnskap og erfaring ble det oppdaget at det ble bedre spiring hvis man dekket over med jord. Videre ble det oppdaget at forskjellige frø hadde behov for ulik sådybde. Dette førte da til et behov for en maskin som kunne så på gitte dybder. For å få frøet ned i jorda ble det laget et spor med en sålabb som frøet kunne slippes ned i, og kalles en radsåmaskin. ”Den Lomske såmaskina” var en tidlig versjon av radsåmaskina og kom trolig til Lom helt i starten på 1800-tallet (Nygård, 2015). Bandsåing er et alternativ til radsåing hvor man legger frøene i bredere rader enn ved radsåing. Våtsåing er en metode for såing hvor man eksempelvis blander frø med blautgjødsel for så å spre denne eller blande frø inn under spredning (Morken, Endrerud, & Bøe, 2003).

2.2 Soner i såmaskinen

Såmaskinen er bygget opp av mange forskjellige komponenter. For å analysere de forskjellige såsystemene brytes maskinene ned i ulike soner: Såmetode, utmater, nedføring, tank, nedløpsdrift, frønedlegging, plassering, drift av utmater, utmatertype. Hver av de forskjellige sonene har ulike måter å utføre sin oppgave på. Nedenfor blir hver av disse måtene beskrevet kort.

2.2.1 Såmetode

Det er tre aktuelle metoder å så på. Breisåing som baserer seg på å fordele frøene jevnt utover via en sentrifugalspreder, luftassisterte spredere eller ved å la frøene falle langt slik at de sprer seg utover før de når jorden. Radsåing går ut på å legge frø i en rad etter hverandre og ha flere rader i arbeidsbredden. Ved bandsåing legges frøene i rader, men de blir lagt bredt og ikke smalt som i radsåing (Morken et al., 2003).

2.2.2 Utmater

Utmaterer for frø deles opp i to typer. Sentralutmater består av få utmaterer som leverer alle frøene til hele maskinen, ofte brukt på luftassistert såmaskiner. Alternativet er å ha flere mindre utmaterer, ofte en til hvert nedløp (Morken et al., 2003).

2.2.3 Nedføring

Nedføringen fra utmater eller fordeleren til jord har fire alternativ. Et alternativ er rør, ofte med teleskop, som fører frøene i en rette baner. Et annet alternativ er slanger som kan formes rundt maskinen. En kombinasjon hvor de rette strekkene består av rør og områder med behov for fleksibilitet har slanger er en mulighet. Eller ingen nedføring, kun fritt fall (Morken et al., 2003).

2.2.4 Tank

Frøtanken og dens utforming varierer men tre hovedtyper er aktuelle. En tank med rund form er ofte brukt ved sentralutmater (Digitalt museum, 1991). Kvadratisk tank er ofte traktformet nederst og mest hensitsmessig ved kompakte utmatersystemer (Amazone, s.a.). Rektangulær tank kan strekke seg i hele arbeidsbredden og er ofte brukt ved flere mindre utmaterer (Amazone, s.a.).

2.2.5 Nedløpsdrift

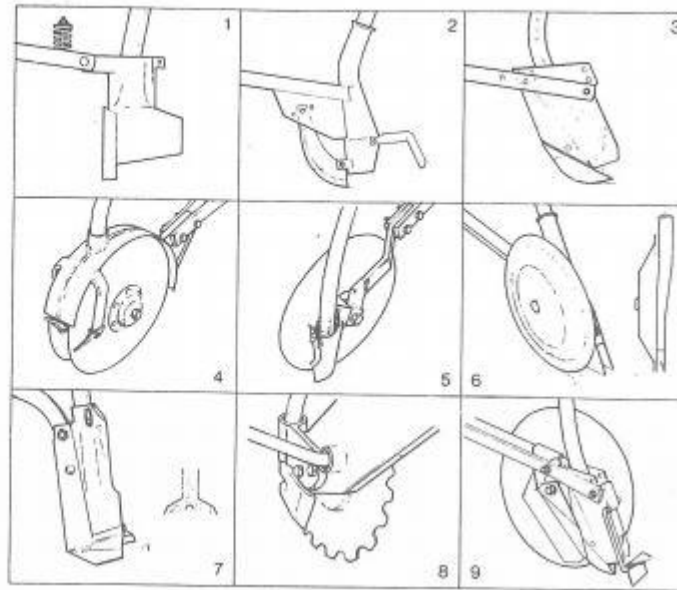
Fritt fall basert på tyngdekraften fordrer at nedføringen mellom såmaskina og jorda har en forholdsvis vertikal retning slik at frøene ikke hopper seg opp eller blir bremsset. Luftassistert nedløp vil gi mulighet til å ha horisontale partier på nedføringen og fører til større fleksibilitet (Morken et al., 2003).

2.2.6 Frønedlegging

Det er mange metoder for frønedlegging og ulike frø krever ulik dybde i nedleggingen. Sålabb er en fellesbetegnelse på de forskjellige labbene som blir nevnt. Rett labb er en spiss som står rett ned i jorda og lager et spor som frøet kan legges ned i. En slepelabb har en mer avrundet større spiss som lager spor til frøet. Skållabben skjærer et spor som frøet kan legges ned i. Frø som skal ligge grunt trenger av og til ingen frønedlegging. Fingerharv vil dra over jord med

frø oppå og blande jorden og frøet og kan brukes på frø som skal ligge grunt (Bjerga, 1995).

- Ulike typer sålabber*
 (Tegning: Rudolf Vie)
1. Rett labb (Nordsten)
 2. Slepelabb (Simulta)
 3. Slepelabb (Nordsten)
 4. Dobbel skållabb (Nordsten)
 5. Enken skållabb (Nordsten)
 6. Spesielskållabb (Simulta)
 7. Vinglabb (Tume)
 8. Direktesålabb (Väderstad)
 9. Kombilabb, slepelabb + skållabb (Juko)



Figur 1 bildet viser ulike typer sålabber (tegning: Rudolf Vie), fra (Bjerga, 1995), s.74

2.2.7 Plassering

Plasseringen av såmaskinen begrenses ofte av valgt system. Montering på egen ramme eventuelt med egen hjulgang fører til at såmaskina er en selvstendig maskin. Montering på eksisterende redskap fører til en kompakt løsning hvor man kun trenger å koble på ett redskap. Montering på traktor kan tillate større frømengder uten at hvert monterte utstyr blir veldig tungt, men dette systemet er mest aktuelt ved luftassistert såing.

2.2.8 Drift av utmater og vifte

Driften av utmater og vifte kan foregå på to måter for hver av dem. Utmateren kan drives enten av elektrisk eller mekanisk. Elektrisk drift, med en elmotor som driver utmateren, fører til stor fleksibilitet da man ikke trenger annet enn en kabel til kraftoverføring (Lemken, s.a.-b). Mekanisk drift via hjul er den vanligste metoden for drift av utmater på mindre maskiner. Dette fører til at utmatingshastigheten øker med framdriftshastigheten (Lemken, s.a.-a). I et luftassistert system krever vifta mye krefter og er drevet enten av kraftuttak eller hydraulikken på traktoren. Hydraulisk drift gir god fleksibilitet da man overfører kreftene via slanger, men fordrer at man har god og stabil hydraulikk på traktoren. Mekanisk drift av vifte via kraftoverføring fra traktorens kraftuttak gjør at man kan drive vifta så lenge traktoren er sterk nok, men man må holde turtallet på motoren jevnt (Hvam, 2002).

2.2.9 Utmatertype

Av utmatere er det to typer, tannet og riflet utmater. Den tannede utmateren har knaster på en valse som dytter frøene over kanten på klaffen som ligger under den tannede valsen. Mengden frø som mates ut avhenger av hvor fort valsen går rundt i forhold til fremdriftshastigheten. Riflete utmatere dytter en mengde frø, mellom valsen og klaffen, utenfor kanten. Mengden avhenger av hvor mye av den riflede utmateren som er avdekket og i kontakt med frø (Bjerga, 1995).

2.3 Eksisterende påbygginger på rotorharver

Det finnes flere rotorharver med grasfrøsåmaskin med frønedslipp før pakketrommelen slik at man får harvet, sådd og tromlet i en operasjon. Det finnes også noen tilsvarende hvor man kan så enten korn eller gras. Amazone har en luftassistert grassfrøsåmaskin for montering på diverse utstyr som for eksempel før pakketrommelen på rotorharv (Amazone, s.a.). Eik maskin tilbyr Kuhn rotorharv påmontert mekanisk grasfrøkasse som sår grasfrø før pakketrommelen (EIKsenteret, s.a.). Maschio Gaspardo har ei rotorharv med mekanisk såmaskin som kan så enten gras eller korn før pakketrommelen (Maschio Gaspardo, s.a.). I tillegg er det mange produsenter som tilbyr påbyggingsmaskiner for å så etter pakketrommelen. Ingen av disse får rotorharvet, sådd korn og gras og tromlet i en operasjon. I tillegg ser det ut til at flere av løsningene med såmaskin for grasfrø på rotorharv slipper grasfrøet ned veldig nære rotorharva. Da rotorharva kaster jord bakover vil dette kunne føre til dyp såing av grasfrø som er ugunstig for spiringen av grasfrø. Det finnes ikke rotorharver med såmaskiner for korn og grasfrø som har frønedslipp før pakketrommelen på markedet som forfatteren har kunnet finne.

3. Material og metode

3.1 Utvikling

Informasjon er hentet fra relevant litteratur og fra de forskjellige såmaskinprodusenters sortiment og kataloger.

Det ble brukt «concept screening» (Creating minds, s.a.) for utvelging av de forskjellige såmaskin alternativene. Dette er et poengskjema for å finne styrker og svakheter ved forskjellige alternativer og gi en pekepinn på hvilket alternativ som er best. De forskjellige delene av såmaskiner med ulike prinsippene ble veid opp mot hverandre og satt sammen til tre alternativer. Maskinene ble satt opp mot hverandre i en poengtabell med aktuelle kriterier. Her fikk de poeng fra og med 1 til og med 5 på hvert kriterie. Maskinen med totalt høyest poengsum ble den best egnede maskinen og skulle gå videre til konstruksjon.

3.2 Utvelgelse av sammensatte såmaskiner

3.2.1 Alternativer til prototype

Alternativ 1:

- To rektangulære såtanker hvor grasfrøtanken er montert til korntanken.
- Nedføring i slanger med fall som drift med fingerharv for nedmolding av grasfrø og ingen nedmoldingsutstyr for korn.
- En riflet utmater for hvert frønedslipp, mekanisk drevet av ett drivhjul.
- Båndsåing av korn og breisåing av grasfrø.
- Tankene er montert på ramma til rotorharva.

Dette er et alternativ satt sammen av enkle komponenter som er veldig vanlig i markedet, noe som fører til at det er lett å anskaffe og billig. Sådybde for korn vil ikke bli helt eksakt, men jord kastet fra rotorharv vil føre til noe nedmolding.

Alternativ 2:

- To separate kvadratiske såtanker.
- Luftassistert transport av frø i slanger uten nedmoldingsutstyr.

-
- Hydraulisk drevet vifte.
 - En elektrisk drevet tannet utmater i hver såtank.
 - Båndsåing av korn og breisåing av grasfrø.
 - Korntanken er festet i fronten på traktoren og grasfrøtanken er festet bak på rotorharva.

Dette er et dyrt alternativ med mye komplisert utstyr som det er mindre av på brukmarkedet. Fleksibiliteten er stor da man kan ha tanker hvor som helst og ikke trenger drivhjul for drift av utmater.

Alternativ 3:

- To rektangulære såtanker hvor grasfrøtanken er montert til korntanken.
- Nedføring i slanger med fall som drift med sålabber av slepelabbtypen til nedmolding av korn og ingen nedmoldingsutstyr for grasfrø.
- En tannet utmater for hvert frønedslipp, mekanisk drevet av ett drivhjul.
- Radsåing av korn og breisåing av grasfrø.
- Tankene er montert på ramma til rotorharva.

Da det ikke er plass til vanlige sålabber mellom rotorharv og pakketrommelen gjør dette at alternativet ikke er mulig eller at det må anskaffes spesialproduserte sålabber. Selv med spialsålabber må det store endringer i konstruksjonen på rotorharva til. Sålabbene fører til stabil og riktig sådybde for korn.

3.2.2 Kriteriene for utvelgelse av prototype

Kostnad

Kostnad er en viktig del av utvelgelsen da en for dyr konstruksjon vil være mindre aktuelt for bønder å kjøpe. Her vil også tilgjengelighet i brukmarkedet spille en rolle da prisen vil være lavere jo flere alternativer som ligger ute for salg.

Mulighet/realisme

Dette kriteriet vil luke ut eventuelle alternativer som er urealistiske å bygge. Dette innebærer om det er fysisk mulig å få til samt hvor realistisk det er at forfatteren greier å lage det med de tilgjengelige midlene innenfor den gitte tidsrammen Dette kan for eksempel være at en såmaskin er for stor til å montere på rotorharva.

Enkelhet

Enkelhet er en faktor som spiller inn på hvor avansert konstruksjonen blir med tanke på system, elektronikk og komponenter. I tillegg hvor enkel konstruksjonen er å få bygget opp.

Såkvalitet

Såkvalitet er viktig for at den endelige konstruksjonen skal være aktuell å bruke i stedet for konvensjonell såing. Her vil det bli sett på riktig sådybde som faktor da dette er det maskinene kan påvirke mest.

Fleksibilitet

Fleksibilitet sier hvor enkelt prototypen kan få frøet ned til jorda og hvilke muligheter man har for variasjon i plasseringen av såtankene

3.3 Testkjøringer

3.3.1 Første testkjøring

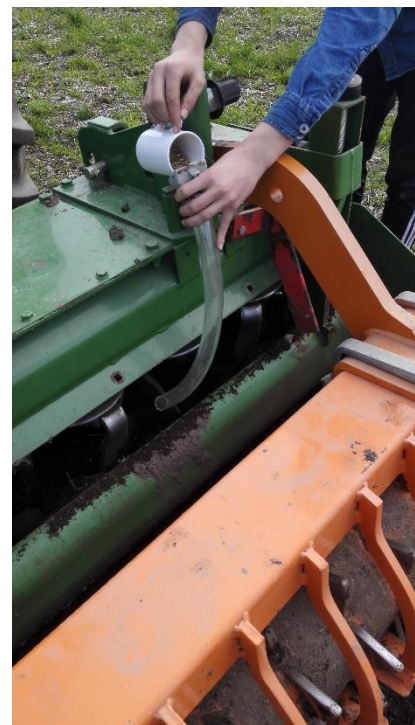
Testkjøring av prototypen ble foretatt på Valset gård i Agdenes kommune, Sør-Trøndelag. Arealet var et beite som skulle fornyes på sensommeren. Løsmassene på stykket er kategorisert som marin strandavsetning og den dominerende jordarten er sand med høgt humusinnhold. Pløying, slodding og utkjøring av gylle var gjort før testen startet. Det skulle egentlig kun såes grasfrø, men da det var igjen noe havre fra våronna ble det testet med dette også. Jorden var noe fuktig grunnet en nedbørsperiode i forkant av testen. Traktoren brukt i testen var en New Holland T6.140 2015 modell. Eieren av gården kjørte traktoren mens forfatter gikk etter og observerte funksjonen av maskina. Framdriftshastigheten på traktoren var på 5-6 km/t og turtallet ut fra traktorens kraftuttak var på 800-900 o/min. Rotorharva var innstilt til 5 cm arbeidsdybde. Været under testen var lett overskyet med en temperatur på 18-20 grader C og vind fra 4 m/s – 0 m/s med varierende retning.



Figur 2. Første testkjøring av prototypen. Fører Ove Valset, av forfatteren, 2015. Brukt med tillatelse.

3.3.2 Andre testkjøring

Andre testkjøring ble kjørt på det samme arealet som første testkjøring. Forholdene var tørre og jorden lite klebrig. Rotorharvas arbeidsdybde var på 5cm. Fremdriftshastigheten på traktoren var 5-6 km/h og turtallet på traktorens kraftuttak var på 800-900 o/min. Denne gangen ble det sluppet korn ned i en såslange manuelt for å finne ut hvor den helst burde stå for å få dekket kornet med jord. Det ble prøvd med sloddeplanke med nedslipp før sloddeplanken inn imot rotorharvas roterende organ. Så ble sloddeplanken fjernet og det ble prøvd med nedslipp inn imot rotorharvas roterende organ, deretter lengre bak. Under hver test ble jordstrøm og hvordan frøet traff jorda observert. Etter hver test ble det undersøkt av forfatter hvor dypt frøene lå. Til sist ble det lagt frø på jorda foran rotorharva uten sloddeplanke.



Figur 3 viser hvordan forsøket ble utført. Bildet er tatt mens rotorharva ikke er i gang, av forfatteren, 2016. Brukt med tillatelse.

4. Resultater

4.1 Oppsummering av utvelgelsen

4.1.1 Utvelgelse

Tabell 1. viser alternativene beskrevet tidligere satt opp mot hverandre. De har fått poeng i hvert kriterie ut ifra antatt ytelse i hvert av disse. Nederst er det en sum av alle poengene fra hvert alternativ og det med høyest sum er det beste.

Tabell 1 Poengtabellen viser at alternativ 1 er det beste.

	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Kostnad	4	2	3
Mulighet/realisme	5	4	1
Enkelhet	4	2	3
Såkvalitet	3	2	5
Fleksibilitet	3	5	2
Sum	19	15	14

Screeningen viser at alternativ 2 ble for avansert og dyr selv om den er mulig å realisere og fleksibiliteten var stor. Alternativ 3 var alt for dyrt eller umulig å realisere med de gitte forutsetningene selv om såkvaliteten var best. Alternativ 1 derimot, var billig, lite avansert og enkel å konstruere. I tillegg var såkvaliteten akseptabel og fleksibiliteten grei nok. Dermed falt valget på alternativ 1.

4.2 Prototypen

Det ble kjøpt inn ei billig såmaskin med ekstra deler. Den var av typen Tume Kombi Variant fra 1980-tallet med 2,5 meter arbeidsbredde. Delene og såmaskina ble fraktet til Trøndelag hvor konstrueringen skulle finne sted. Rotorharva i konstruksjonen var en Amazone KE 3000

special med 3 meters arbeidsbredde. På såmaskinen skulle det monteres en grasfrøkasse som ble lånt fra en Tume ck 2500. Fingerharv ble tatt fra ei grasfrøsåmaskin med 3 meters arbeidsbredde av ukjent merke og årgang. Diverse konstruksjonsmateriell og verktøy ble lånt eller funnet på konstruksjonsstedet. Vinylslanger brukt som såslanger til korn og slangeklemmer ble kjøpt på Biltema.

4.2.1 Demontering

Første steg i konstruksjonsprosessen var å få demontert alle deler unntatt utmateren. Det inkluderte koblingsramme, sålabber, gjødsellabber, hjuloppheng, kjede og tannhjul, tinder for løsning i hjulspor, frø-nedslipp, mekanisme for trykk på sålabber, deksel og lokk. Deretter ble mineralgjødselkassen delt fra kornkassen på såmaskina da dette var en kombisåmaskin. Kuttet ble gjort med vinkelsliper og lagt rett ned i fremkant av kornkassen. Rammeverk og deler av tykkere stål som ikke stakk for langt frem ble ikke kuttet av da dette skulle inngå i rammen for påkobling til rotorharva.

4.2.2 Påkobling

Påkoblingen ble gjort ved å sveise på flattstål under rammeverket til såmaskina. Begrenset produksjonsutstyr førte til at hullet til boltene ble laget som dype halvmåner ved hjelp av vinkelsliper (Figur 4). Senere ble det sveiset på flattstål under halvmånene for at boltene skulle holde seg på plass. Deretter ble det satt en lang bolt på den ene siden på rotorharva og en kort en på den andre siden for å få sidestilt såmaskina. Feste til toppstag ble sveiset rett i utsiden av kornkassen med flattstål som forsterkninger på innsiden. Strekkfisker fra den originale påkoblingsramma ble brukt som toppstag mellom såmaskina og rotorharva. Grasfrøkassen ble boltet fast i eksisterende hull på sidene av såmaskina. På midten av såmaskina ble det sveiset

en brakett for den midtre bolten på grasfrøkassa.



Figur 4. Såmaskina ligger opp ned med de dype halvmånene for påkobling liggende opp, av forfatteren, 2015. Brukt med tillatelse.

4.2.3 Drift

Hjuldriften var på høyre side og da såmaskina var 2,5 meter og rotorharva 3 meter bred ble den montert ut på høyre side av rotorharva. Det originale hjulet hadde for liten diameter til å nå ned i bakken. Nytt drivhjul ble laget av en felg og stål fra mineralgjødselkassen med omtrent 110 cm rulleomkrets (Figur 5). Utvekslingen til driften av utmateren ble endret ved økt rulleomkrets. Drev Z2 ble derved byttet ut fra 30 tenner til et med 16 tenner for å oppnå en originallignende utveksling (Figur 6). Kjedet mellom drivhjulet (ZI) og Z2 måtte kortes inn



Figur 5. Drivhjulet påmontert, av forfatteren, 2015. Brukt med tillatelse.

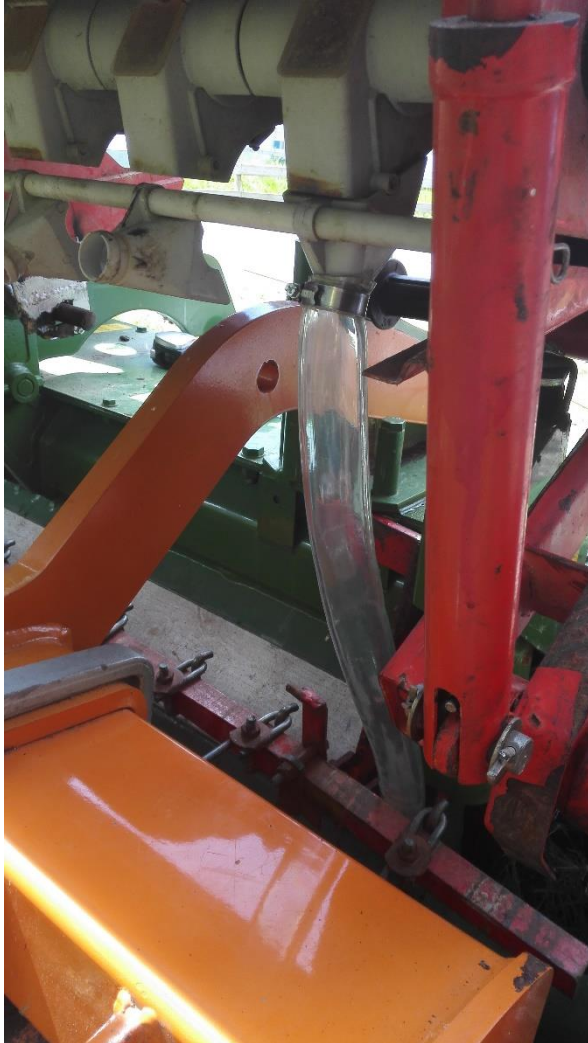
etter reduksjonen i antall tenner. Da det ikke var noe eksisterende drev for grasfrøkasse på såmaskina ble det montert på et ekstra drev. Her ble det satt ett stålrør inn i drevet til kornutmateren. Deretter ble det boret ett hull gjennom enden på drevet og stålrøret. Så ble et annet drev satt inn på stålrøret slik at det passet overens med drevet på grasfrøkassa. Boring gjennom dette drevet og stålrøret ble gjort og det ble satt spiker i begge hullene (Figur 6). Kjedet som ble brukt mellom disse drevene fulgte med, men måtte tilpasses slik at det hadde riktig lengde.



Figur 6. Komplette drivlinje før omdreving til 16 tenner på Z2. I midten av bildet ser man kjedet mellom drev Z1 og Z2, av forfatteren, 2015. Brukt med tillatelse.

4.2.4 Sånedslipp og fingerharv

Braketter til feste av fingerharv ble sveiset. Disse ble boltet fast i hull på baksiden av rotorharva før fingerharva ble montert. Skålene som skulle henge under utmaterne ble skilt fra de originale sårørene og montert på såmaskina. Såslanger ble festet med slangeklemmer til skålene (Figur 8.). Føringene til slangene ble laget av den nederste delen av de originale sårørene og ble festet i fremkant av fingerharva (Figur 7).



Figur 8. Såslange festet til skål under utmateren, av forfatteren, 2015. Brukt med tillatelse.



Figur 7. Såslanger til grasfrø bakerst og til korn fremst. I fremkant av fingerharva ser man føringene til såslangene for korn, av forfatteren, 2015. Brukt med tillatelse.

4.3 Resultater testkjøringer

4.3.1 Første testkjøring

Grasfrø

Første testkjøring viste at såslangene for grasfrø hadde en tendens til å komme i konflikt med trommelens ramme slik at de kom ut av posisjon. Det viste seg også at fingerharva var plassert litt langt bak slik at den kom noe i konflikt med trommelen. Drivhjulet til såmaskina vandret mye og hadde for ujevn rulleomkrets og utmatingen av frø var ikke helt jevn.

Korn

Såslangene for korn var ikke festet og plassert optimalt og det tettet seg med jord mellom sloddplanke og rotorharva. Disse to faktorene førte til at det ikke ble kastet noe jord for å dekke kornet. Pakketrommelen pakket jorda veldig ujevnt og ikke tilstrekkelig for god kontakt med frøet. Det ble også liggende igjen hauger med jord når rotorharva ble løftet.

4.3.2 Andre testkjøring

Ved legging av korn foran sloddplanken ble kornet liggende i jorden som hopet seg opp og fordelt ujevnt. Dybden her varierte ned til ca. 3 cm, men majoriteten av kornene lå i overflaten. Uten sloddplanke ble kornet fra slangen som var vendt inn mot rotorharva fordelt like jevnt som de ble matet ut. Dybden på kornet var ned til 5 cm, men majoriteten lå på overflaten. Ved nedslipp lengre bak ble alt korn liggende helt i overflaten. Da kornet ble lagt på bakken foran rotorharva ble det blandet godt inn i jorda helt ned til 5 cm. Likevel var det en del korn synlige på overflaten.

5. Diskusjon

5.1 Prototypen

På prototypen ble det brukt såmaskiner med 2,5 meters arbeidsbredde. Det viste seg at føring av slangene slik at frøene ble fordelt jevnt på rotorharva sine 3 meter var ugunstig. Med lik arbeidsbredde vil det ikke være nødvendig å montere maskinen ut på siden i like stor grad for å få drivhjulet i bakken. Såmaskin med 3 meters arbeidsbredde vil generelt være en bedre løsning. Kan man anskaffe ei maskin med originalt drivhjulsystem som passer på konstruksjonen vil dette være mer optimalt.

5.2 Første testkjøring

Såslangene for grasfrø kom ut av posisjon under testkjøringa og trenger en bedre føring for å ikke komme i konflikt med trommelen. Dette kan løses ved å lage en planke med hull til slangene som festes til rotorharva.

Fingerharva var plassert litt for langt bak og kan flyttes slik at den ikke kommer i konflikt med trommelen. Dette kan gjøres ved anskaffe ei fingerharv i bedre stand og med mulighet til å gjøre endringer på. I tillegg vil en tilpasning i bredde på fingerharva gjøre riktig plassering mye enklere.

Såslangene for korn var dårlig plassert og festet. Slangene burde vært mer fleksible, eventuelt hatt en vinkel i hardplast først, for å ha et bedre utgangspunkt for retningen. En planke med hull i festet til rotorharva ville vært bra for føring av slangene.

Det hopet seg opp jord mellom sloddplanken og rotorharva. Fjerning av sloddplanken vil kunne hindre tilstopping av jord. Jorden var bløt under første testkjøring noe som fører til en større fare for tilstopping og kan ha forverret testresultatene. Haugene med jord ved løfting av rotorharva vil bli redusert ved eventuell fjerning av sloddeplanke.

Tromlingen var ujevn og pakket ikke jorden godt nok. Den bløte jorda kan også ha bidratt til ujevn pakking. Det kan være aktuelt å se på andre typer tromler som for eksempel Camebridge-trommelen da denne har gode egenskaper for jevning av jordoverflaten, å trykke

ned stein og gi frøet god jordkontakt (Bjerga, 1995). Eventuelt montere en Cambridge-trommel bak eksisterende trommel.

Drivhjulets rulleoverflate var ujevn og førte til ustabil utmating av frø og mye vandring opp og ned. Drivhjulet burde få en jevnere rulleoverflate for å redusere vandringen samt føre til en jevnere mating av frø. Dette kan gjøres ved å anskaffe et egnet drivhjul fra en såmaskinprodusent. Eller så kan det sveises på flere punkter som treffer jorden for hver omdreining på prototypens drivhjul.

5.3 Andre testkjøring

Andre testkjøring viste at det er vanskelig å få kornene ned på 5 cm dyp ved kun bruk av rotorharvas jordstrøm. Ved fjerning av sloddeplanken fikk vi fordelt kornene like jevnt som de blir matet ut, men det var fortsatt en ujevn sådybde og mye korn på overflaten. Mulige løsninger for å få mer av kornet i jorda og på riktig dybde er å få kontrollert hvor i jordstrømmen kornene blir lagt. Ved å få laget rør som kan få sluppet ut kornet inne i jordstrømmen fra rotorharva vil man antakelig vis få mer av kornet dypere. Sålabber er jo en løsning på problemet men fører som nevnt tidligere med seg store kostnader og eller en omfattende konstruksjonsprosess. Det kunne vært kjørt flere og mer inngående tester, men rammene for denne oppgaven gjorde at tiden og ressursene ikke strakk til.

6. Konklusjon

6.1 Oppsummering

Det var mulig å få montert såmaskiner for gras og korn med frønedslipp før pakketrommelen på rotorharva og prototypen fungerte. I denne oppgavens resultatkapittel finnes en beskrivelse på hvordan dette kan gjøres.

Prototypen sådde grasfrø på en tilfredsstillende måte, men sto ikke til kravene om såkvalitet når det kom til korn. Sådybden ble ikke tilfredsstillende ved noen av testene som ble gjort. Trommelen pakket jorden for dårlig og for ujevnt etter såing på grunn av typen trommel. I tillegg skulle et jevnere drivhjul vært montert for å få stabil drift på utmatingen. Såmaskiner i samme arbeidsbredde som rotorharva skulle vært benyttet for enklere konstruering og såing i hele arbeidsbredda til rotorharva. Likevel ville konseptet kunne ha fungert om mer tid og ressurser var tilgjengelig til videre utvikling og testing av prototypen.

6.2 Forslag til videre arbeid

Videre arbeid med konseptet er å finne en god løsning for å få kornet på rett dybde og i tillegg se på muligheten for å bytte ut trommel eller legge til en bak. Deretter få kjørt noen forsøk hvor man ser på resultat av såing med en ny prototype. Så sammenligne dette med konvensjonell såing for å finne ut om det er forskjeller i avling.

Det kunne være aktuelt å ta kontakt med en produsent av såmaskiner for å få til et samarbeid for å få laget en serieprodusert løsning. Eventuelt kunne man få satt sammen et ombyggingssett til eksisterende rotorharver i samarbeid med såmaskinprodusenter.

Litteraturliste

- Amazone. (s.a.). *Rotary harrows and rotary cultivators*. Retrieved 02.05.2016 from <http://info.amazone.de/DisplayInfo.aspx?id=32593>
- Bjerga, B. (1995). *Landbruksmaskiner : kompendium*. Oslo: Landbruksforlaget.
- Creating minds. (s.a.). *Concept screening*. Retrieved 02.05.2016 from http://creatingminds.org/tools/concept_screening.htm
- Digitalt museum. (1991). *Såmaskin*. Retrieved 26.05.2016 from <http://digitaltmuseum.no/011022550352>
- EIKsenteret. (s.a.). *Junkkari småfrøsåmaskin*. Retrieved 30.05.2016 from <http://www.eiksenteret.no/redskap/samaskiner/junkkari-smafrosamaskin#&panell1-1>
- Hvam, S. A. (2002). *Markens maskiner*. Århus: Landbruksforlaget.
- Landbruks- og matdepartementet. (2011). *Landbruks- og matpolitikken : velkommen til bords*. (St.meld nr 9, 2011-2012). Oslo: Departementet.
- Lemken. (s.a.-a). *Mechanical seed drills Saphir*. Retrieved 26.05.2016 from https://lemken.com/fileadmin/user_upload/Downloads/LEMKEN_aktuell/Brosch%C3%BCren/en/Saphir_en.pdf
- Lemken. (s.a.-b). *Pneumatic seed drills Solitair*. Retrieved 26.05.2016 from https://lemken.com/fileadmin/user_upload/Downloads/LEMKEN_aktuell/Brosch%C3%BCren/en/Solitair_en.pdf
- Lemken. (s.a.-c). *Power harrows Zirkon*. Retrieved 09.12.2015 from https://lemken.com/fileadmin/user_upload/Downloads/LEMKEN_aktuell/Brosch%C3%BCren/en/Zirkon_en.pdf
- Maschio Gaspardo. (s.a.). *Compagna*. Retrieved 02.05.2016 from http://www.maschio.com/catalog/product/compagna/en_GB
- Morken, J., Endrerud, H. C., & Bøe, J. K. (2003). *Landbruksmaskinar : teknisk fagskole, linje for naturbruk fordjupingsområde plantedyrking*. Oslo: Gan.

-
- Nygård, T. (2015). *Lomsk såmaskin*. Retrieved 10.12.2015 from http://lokalhistoriewiki.no/index.php/Lomsk_s%C3%A5maskin
- Rognstad, O. (2009). *Ett av tre gårdsbruk lagt ned siden 1999*. Retrieved from <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/ett-av-tre-gaardsbruk-lagt-ned-siden-1999>
- Väderstad. (s.a.). *Drilling 2015-2016*. Retrieved 01.06.2016 from <https://pdmlink.vaderstad.com/openext.aspx?id=5197159c-0ab3-46d6-b161-cce4028100b6>