

Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi

Ole Kristian Sæther

Bachelor

Jordarbeidingsmetoder til korn

Tillage methods for cereals

Bachelor Landbruksteknikk

2020

Forord

Bacheloroppgaven er den avsluttende oppgaven ved bachelorstudie i Landbruksteknikk ved Blæstad, fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi på høyskolen i Innlandet. Jeg bestemte meg allerede første studieår for å starte et jordarbeidingsforsøk for korn, og bruke dette i min bacheloroppgave. Kornproduksjon er en av bærebjelkene i Norsk landbruk og et fagfelt jeg ønsker å fremheve. Kornproduksjon er den viktigste delen av landbruk i min region Romerike, hvor jeg skal bli kornbonde.

Jeg vil rette en takk til:

- Hans Christian Endrerud, min veileder til oppgaven.
- Norsk Landbruksrådgivning Øst avdeling Hvam for bistand med tresking av forsøksfeltet, og hjelp med å finne andre relevante data.
- Bjørnar Sæther, for utlån av areal og maskiner til forsøksfeltet.
- Lars Halvor Stokstad Oserud, Even Mangerud og Sindre Bøhnsdalen for utlån av traktor og redskap for å gjennomføre forsøket.

Ole Kristian Sæther

Blæstad, mai 2020

Ole Kristian Sæther

Innhold

FORORD	2
INNHold	3
NORSK SAMMENDRAG	6
ENGELSK SAMMENDRAG (ABSTRACT)	7
1. INNLEDNING	8
1.1 LANDBRUK I NORGE I HISTORISK SAMMENHENG.....	8
1.2 KORNPRODUKSJON I NYERE TID	9
1.3 GEOLOGISKE FORHOLD	10
1.4 LANDBRUK OG LANDSKAP PÅ ROMERIKE.....	11
1.5 JORDARBEIDINGSREDSKAPER.....	13
1.5.1 <i>Plog</i>	14
1.5.2 <i>Skålharv</i>	15
1.5.3 <i>Kultivator</i>	17
1.5.4 <i>Direktesåing</i>	18
1.6 PROBLEMSTILLING	19
2. MATERIALE OG METODE.....	21
2.1 FUNKSJON OG VIRKEMÅTE TIL PRIMÆRBEARBEIDINGSREDSKAPENE	22
2.1.1 <i>Plog</i>	22
2.1.2 <i>Skålharv</i>	22
2.1.3 <i>Kultivator</i>	22
2.2 SEKUNDÆRBEARBEIDING	23
2.3 FORSØKSFELTET	23
2.3.1 <i>Vekstssesongen 2018</i>	24

2.3.2	<i>Vekstsessongen 2019</i>	25
2.4	LITTERATURSØK OG DATAVERKTØY	26
3.	EGNE RESULTATER	27
3.1	RESULTAT JORDARBEIDINGSFORSØK PÅ EGNER.....	27
3.1.1	<i>Diskusjon Jordarbeidingsforsøk på Egner</i>	29
4.	RESULTATER AV LITTERATURSTUDIE	30
4.1	LANGVARIG FORSØK MED REDUSERT JORDBEARBEIDNING PÅ STIV LEIRE PÅ ØSAKER	30
4.1.1	<i>Material og metode</i>	30
4.1.2	<i>Resultater</i>	31
4.1.3	<i>Diskusjon</i>	32
4.2	SÅMASKIN OG JORDARBEIDINGSFORSØK INNLANDET.....	32
4.2.1	<i>Material og metode</i>	33
4.2.2	<i>Resultat</i>	34
4.2.3	<i>Diskusjon</i>	35
4.3	JORDARBEIDINGSFORSØK HELLERUD GÅRD	35
4.3.1	<i>Material og metode</i>	35
4.3.2	<i>Resultat</i>	36
4.3.3	<i>Diskusjon</i>	36
4.4	AVLINGSKONTROLL VED FORSKJELLIG JORDARBEIDING	37
4.4.1	<i>Material og metode</i>	37
4.4.2	<i>Resultat</i>	38
4.4.3	<i>Diskusjon avlingskontroll ved forskjellig jordarbeiding</i>	40
5.	DISKUSJON	42
5.1	EGEN ARBEIDSPROSESS	44
6.	KONKLUSJON	46

7. LITTERATURLISTE	47
8. VEDLEGG	51

Norsk sammendrag

Jordarbeidingsmetoder til korn er en oppgave om jordarbeidingsmetoder for korn med et søkelys på marin leire. Problemstillingen min er; «*hvordan kan man forbedre kornavlingene på Romerike gjennom forbedret jordarbeiding?*». Som bakgrunn for oppgaven er det utført et jordarbeidingsforsøk med plog, skålharv og kultivator på leirjord i Sørumsund. Forsøket gikk i 2018 og 2019. Det er i tillegg hentet inn andre forsøk fra Norge om jordarbeiding som måler avling. Disse har pågått over flere år, og gir dermed et bedre grunnlag enn eget forsøk. Jordarbeidingsmetodene på mitt eget forsøk ble utført samtidig og feltene ble ellers behandlet likt. Det ble tresket tre striper per felt med avlingsregistreringstresker. Dette danner grunnlag for oppgaven sammen med langvarig forsøk med redusert jordarbeiding på Øsaker, såmaskinforsøk fra NLR innlandet, jordarbeidingsforsøk Hellerud gård og Avlingskontroll ved forskjellig jordarbeiding.

Resultatene viser at p verdiene varierer mellom 0,154 og 0,962. Det er dermed ikke signifikant forskjell på noen av jordarbeidingsredskapene i noen av forsøkene, men det er enkelte trender. Noe av det interessante er at; «langvarig forsøk med redusert jordarbeiding på Øsaker» viser en avlingsforskjell på totalt 163 kg / daa mellom 1977 og 2019, mellom høstharving og høstpløying, i favør høstharving. Dette er en meget liten forskjell. Av dette kan man konkludere med at det ikke er noen signifikant forskjell mellom jordarbeidingsmetodene. Man kan ikke forbedre kornavlingene på Romerike gjennom endret jordarbeiding. Kornprodusenter kan likevel forbedre sin drift gjennom å jordarbeide mer effektivt.

Engelsk sammendrag (abstract)

This thesis, “tillage methods for cereals” is a thesis of tillage methods for grain with a spotlight on marine clay. My research question is «*How can you improve the grain yields at Romerike through improved tillage?* ». A field experiment has been carried out with plough, disc harrow and cultivator on clay soil in Sørum, as part of the thesis work. The experiment took place in 2018 and 2019. In addition, I have studied literature based on a large number of field experiments in Norway. These experiments have been going on since the 1970s and provides a good basis for discussing how to improve yields. The tillage methods on my own experiment were carried out simultaneously and the fields were treated equally. Three strips of land were harvested per type of soil preparation with crop registration harvester. My own experiment together with literature studies provides the basis of the discussions in the thesis

The results show that p values vary between 0.154 and 0.962. There is thus no significant difference between any of the tillage methods in any of the experiments, but there are some trends. One of the interesting things is the work by Kjuus (1990) showing a difference of 163 kg / daa accumulated between 1977 and 2019, between autumn cultivation and autumn ploughing, in favor of autumn cultivation. This is a very small difference. From this one can conclude that there is no significant difference between the methods for tillage. Based on my discussions grain yields can't be improved at Romerike through altered tillage. However, grain producers can improve their operations by making tillage more efficiently.

1. Innledning

Denne oppgaven omhandler jordarbeidingsmetoder til korn, med et søkelys på leiren på Romerike. Oppgaven skal vise hvordan ulike jordarbeidingsredskaper påvirker kornavlingene.

Det er i dag mange ulike driftsmåter under relativt like forhold på Romerike. Enkelte har begynt med direktesåing, mens andre fortsatt pløyer, enten vår eller høst, og mange benytter varierende systemer av jordarbeiding. Målet med denne oppgaven er å prøve forskjellige systemer for jordarbeiding og komme fram til et redskap eller en driftsmetode å anbefale kornprodusentene i området. Jeg har et ønske om at det skal være et lavterskeltilbud til bøndene å velge mitt redskap, og jeg har dermed valgt å bruke billig utstyr. Mange av kornprodusentene driver en relativt beskjeden produksjon, og har dermed ikke mulighet til å kjøpe ny redskap.

1.1 Landbruk i Norge i historisk sammenheng

Landbruket kom til Norge for ca. 5700 år siden. Til å begynne med var bøndene utelukkende husdyrbønder som holdt husdyr istedenfor å gå på jakt. De første sporene av korn kom for ca. 4000 år siden, og det var bygg og hvete som kom først. Andre ting som ble dyrket så tidlig var for eksempel kål, nepe, hirse, hamp, vikker, lin, løk og karse. Poteten kom først på 1700 tallet. Den første formen for jordarbeiding kom i bronsealderen (3800- 2500 år siden), med arden til de sørlige landbruksområdene i landet. Senere kom jernalderen til Norge, som ikke førte til noen revolusjon i jordbruket, men man kunne forbedre de redskapene man allerede hadde (Rusaanes, 1996).

Tidlig middelalder er kjent som Norges storhetstid. Da var det en stor befolkning, men man slet med å brødfø befolkningen. På 1200 tallet kom to revolusjonerende redskaper til landet: plog og harv. Disse har senere blitt meget viktig i landbruket. Dette var likevel ikke nok til å dekke behovet for korn, og man begynte med systematisk import av korn fra England (Rusaanes, 1996).

Fra svartedauen og fram til 1800 skjedde det lite på redskapsfronten til kornproduksjon. Rundt år 1800 begynte det nye landbruket. Da fikk man kunnskap om hvordan man skulle drive jorda bedre med nye redskaper, husdyr, driftsmetoder, vekster og grøfting. Denne kunnskapen måtte formidles ut til bøndene og dermed ble jordbruksskolene opprettet, med blant annet Norges

landbrukshøyskole på Ås i 1859. Da kunne man utdanne herredsagronomer som hjalp bøndene i kommunen med å forbedre seg. Sammen med agronomene kom noen andre viktige ting på 1800 tallet. Såmaskin med såkasse, utmatervalse og labber kom i Lom i 1770. Fra England kom det veltefjølere som snudde torva meget effektivt. På slutten av 1800 tallet kom også treskemethoden med slager i treskeverk til landet, og effektiviserte treskingen vesentlig. I 1856 ble rekordåret for korndyrking i Norge med 1,85 millioner dekar korn. Etter dette sank kornprisene og importen økte (Rusaanes, 1996).

1.2 Kornproduksjon i nyere tid

I tidligere tider begynte våronna med å kjøre ut møkk i hauger på snøen for at den skulle smelte fortere. Mange steder brukte man spade for å molde inn møkka, men på Østlandet og i Trøndelag var ard og seinere plog mest brukt. Etter dette brukte de en rett tindet hesteharv eller spade for å jevne ut såbedet. Kornet ble sådd for hånd. For å redusere risiko var det vanlig å så bygg og havre i sammen, i relativt store så mengder. Ved å så begge kornslagene over alt håpet man at en av slagene skulle klare seg hvert sted. Såkornet var ofte av dårlig kvalitet og sammen med dårlig drenerte arealer ble det sådd tykt for å få noe til å spire (Bjørnstad, 2005)

På starten av 1900-tallet kom de første traktorene til Norge. Dette var klumpete og lite håndterlige maskiner som hovedsakelig ble brukt til jordarbeiding og som stasjonærmotor. Til jordarbeiding brukte man de samme redskapene som hesten hadde brukt, men i litt forskjellige størrelser. Traktorens første store revolusjon var Fergusons hydraulikk og trepunkt system med posisjon og motstandskontroll. Den første Ferguson traktoren kom til landet i 1938, men full utbredelse kom ikke før etter krigen. Fordelen med hydraulikksystemet var at høyden på redskapen kunne justeres trinnløst, og dersom man støtte på en hindring ved jordarbeidingen hevet redskapen seg for så å gå ned på forhåndsinnstilt dybde (Weseth, 2005). Dette hydraulikksystemet er basis for dagens hydraulikk i landbruket.

Skålharv er et gammelt hesteredskap og har blitt brukt til forskjellige operasjoner gjennom årene. Plog med veltefjølere var et mye brukt redskap også før traktorens tid. Kultivator for bearbeiding i stubb kom først med traktorutbredelsen etter 1950. Plogen ble mye forandret og utbedret på 1970-tallet. Da kom det fjørbelastet automatstenutløser som løste ut hver enkelt plogkropp etter behov, og lot resten av plogen gå på arbeidsdybden. Etter krigen ble også slitedelene på plogen endret og kraftig forbedret. I 1972 begynte LTI (Landbruksteknisk institutt) med prøving av de første vendeplogene. Dette fungerte bra, men man var usikker på

utbredelsen ettersom den var tung å løfte (Weseth, 2005). Vendepløeg er i dag den vanligste pløegtypen.

1.3 Geologiske forhold

Grunnfjellet på Romerike er ca. 1 milliard år gammel gneis. Grunnfjellet er bølgende, og kan ha bratte bakker, men uten høye topper. Løsmassene er relativt ferske, og har kommet etter siste istid for 10 000 år siden. Foruten morene ved Gardermoen er jordartene hovedsakelig leire med noe silt på toppen under marin grense (ca. 170 moh.). Leiren er marine avsetninger fra da områdene lå under vann. Landmassene hevet seg etter at isen forsvant, og hevingen pågår så vidt fortsatt. Landhevingen har vært ujevn og det er derfor marin grense varierer lokalt og regionalt. Da landet steg og Romerike ble tørrlagt var det en stor flat leirslette uten dagens raviner. For ca. 9000 brast nedre Glomsjø, som var en isdemt sjø i nordre Hedmark. Flommen som kom mot Romerike, førte med seg mye løsmasser i tillegg til vannet. Disse løsmassene la seg som et teppe oppå leira og ble et lag med silt (Trømborg, 2019).

Den dag i dag er landskapet ganske annerledes. Mye av leira har rast ut ettersom elver og bekker har gravd i landskapet. Rasene har tatt med seg siltjorda og etterlatt rasgroper. Bekker som har gravd litt år for år har skapt ravinenedal slik som på figur 1. Det er de urørte slettene som har igjen siltjorda etter nedre Glomsjø (Trømborg, 2019). På folkemunne omtales denne som mjæla og er regnet som bedre enn leira. Silt og leirjord er jordartene som skal jordarbeides i denne oppgaven.



Figur 1 Ravinedal på Romerike Foto: Ole Kristian Sæther

1.4 Landbruk og landskap på Romerike

Regionen Romerike er den nordligste delen av gamle Akershus fylke. Romerike består av kommunene Hurdal, Eidsvoll, Nes, Ullensaker, Nannestad Gjerdrum, Nittedal, Skedsmo, Sørum, Fet, Aurskog-Høland, Lørenskog og Rælingen. Fram til 1950-tallet var Romerike preget av en meget variert jordbruksproduksjon, som resten av landet. Kombinasjonsbrukene og selvforsynte gårder var det vanligste. Animalske produkter og korn var salgsvarene. Som en følge av kanaliseringspolitikken som ble utarbeidet på 1950-tallet skulle det dyrkes korn til fordel for å storfe på Romerike. Prisen på mathvete skulle ifølge kanaliseringspolitikken være

1,5 ganger melkeprisen. I 1974 ble opptrappingsvedtaket til jordbruket vedtatt i stortinget. Dette vedtaket førte til meget gode priser på jordbruksprodukter og gode år for bonden. Den kunstig høye kornprisen sammen med gode muligheter til lønnet arbeid utenom gården førte til at mange gårdsbruk la ned husdyrproduksjonen og kun produserte korn. Fram mot 1990 var det meget gode kornpriser og billige innsatsfaktorer, dette førte til god økonomi for kornbøndene. I dag står kornproduksjonen i sentrum, selv om det fortsatt er noen husdyr på Romerke (Bunger & Tufte, 2016) .

Landskapet på Romerike var fram til 1950 tallet preget av mange bratte raviner og tungdrevet jord. Mellom dalene var det sletter i varierende størrelser og med dårlig arrondering. Når traktoren og effektiviteten i jordbruket kom samtidig med at beitedyrene forsvant satt dette stor fart på planeringen av landskapet, for å lage jorder man kan kjøre på med traktor.

Første generasjons bulldosere fra 50 og 60 tallet var små og svake, og klarte ikke å dytte jord opp ravinene. Samtidig hadde både bønder og entreprenører dårlig kunnskap om hvordan undergrunns jorden egnet seg som dyrket mark. Dermed ble mye matjord liggende nederst i dalene og tapt for ettertiden. Denne jorda er fortsatt vanskelig å dyrke og gir ofte lave avlinger. Fra slutten av 1960-tallet hadde bønder og entreprenører opparbeidet seg kunnskap slik at de begynte å ta vare på matjorden og legge den tilbake etter at landskapet var blitt planert. Likevel er det store arealer som har et mangelfullt matjordlag. Matjorda som lå i ravinelandskapet, var i utgangspunktet ikke en god gammel og velopparbeidet matjord siden det stadig har vært større eller mindre ras og eroderinger gjennom århundrene. Dermed kan ikke matjordkvaliteten sammenliknes med siltjorda (Semb, 1986). Bilde XXX viser matjordalget i en ravinedal som siger og eroderer bort. Denne planerte leirjorda skal være mitt fokus i denne jordarbeidingsoppgaven.



Figur 2 Matjordlag i ravine Foto: Ole Kristian Sæther

1.5 Jordarbeidingsredskaper

Traktoren er per i dag redskapsbærer for alle jordarbeidingsredskaper. Moderne traktorer har firehjulstrekk, front montert dieselmotor, girkasse med mange gir eller trinnløs transmisjon og trepunktshydraulikk med eksterne uttak bak. Relevant ekstraputstyr kan være fronmontert trepunktshydraulikk med eksternuttak eller lasteapparat. Ved påkobling av jordarbeidingsutstyr på traktoren kan man forskyve tyngdepunktet, og man må sette på ekstra vekt for å unngå steiling, sluring og pakking av jorda. Når traktoren er riktig balansert, må man beregne optimalt lufttrykk i dekket samt benytte riktig trykk. Pakking av jorda kan føre til dårlige vekstforhold og lavere avling, spesielt ved redusert jordarbeiding (Endrerud, HC vekt-kalkulator for traktor og utstyr, 2020)

Dette avsnittet skal presentere de tre grupper med primærbearbeidingsredskaper oppgaven omhandler. Ved oppstarten av dette prosjektet ønsket jeg et samarbeid med redskapsforhandlere for å kunne bruke de nyeste redskapene. Forhandlerne var positive i en tidlig fase, men når tiden kom holdt de ikke det de lovet, og jeg ble nødt til å bruke gamle egne redskaper og låne det som manglet av bekjente.

Primær jordarbeiding er første jordarbeiding etter foregående avling. Dette er en grov jordarbeiding og jorda må som oftest bearbeides en gang til før såing. Sekundær jordarbeiding er all jordarbeiding mellom primærarbeiding og såing. Noen redskaper kan brukes til både primær og sekundærarbeiding, slik som skålharv. Redusert jordarbeiding og konvensjonell jordarbeiding er samlebegreper på primær jordarbeiding. Konvensjonell jordarbeiding vil si at man pløyer jorda og bruker et valgfritt sekundærbearbeidingsredskap før man sår. Redusert jordarbeiding er et samlebegrep for mindre inngripende primærbearbeiding enn plog. Eksempler på redskaper til redusert jordarbeiding er kultivator, skålharv, direktesåing, med flere (Srivastava, Goering, Rohrbach, & Buckmaster, 2012).

1.5.1 Plog

Plogen brukes kun til primær jordarbeiding. Plogen er sammensatt av flere plogkropper, som alle er et individuelt arbeidsorgan. Den skal vende jorda, ved å legge gamle planterester nederst, og ny frisk jord i overflaten. Plogkroppens hoveddeler er skjær, veltefjøl og landside. Skjæret arbeider i nesten hele arbeidsbredden til organet og skjærer av jorda slik at det blir en tynn hengsel igjen. Veltefjøla løfter det avskårnde jorda opp og vender den over. Landsiden sikrer stabiliteten til arbeidsorganet, slik at plogen arbeider rett fram. En plog kan ha ekstrauststyr slik som kniv og skumutstyr (Srivastava, Goering, Rohrbach, & Buckmaster, 2012).

Når man pløyer skjærer man et snitt parallelt med overflaten gjennom jorda på pløyedybden. De gamle planterestene legges på pløyedybden og den nedre matjorda legges på overflaten. Jorda tørker fort opp med vårpløyning (Srivastava, Goering, Rohrbach, & Buckmaster, 2012). Problemet på leira er at jorda kan bli klumpete og vanskelig å bearbeide hvis man ikke sekundærbearbeide til rett tid. Dette kan igjen føre til at man får for store aggregater i jorda og man får ikke jordkontakt for såkornet. Den pløyde jorda er løs og drenerer godt bort vannet gjennom vekstsesongen. Sålen som blir etter at man har pløyd er en effektiv stopper for transport av undergrunns vann til overflaten, som er bra under våronna, men mindre heldig

når kornet er plassert og skal spire. Figur 3 viser pløying, hvordan man skjærer jorda og gjemmer planterestene. Når såkornet er plassert trenger det vann for å spire, og man blir avhengig av regn på grunn av den dårlige kapilærevnen. Plogen er fin å ha dersom man må bearbeide jorda for å få den tørr, eller dersom man har en for kort vekstsesong. (Kjuus, 1990)



Figur 3 Pløying av leire Foto: Ole Kristian Sæther

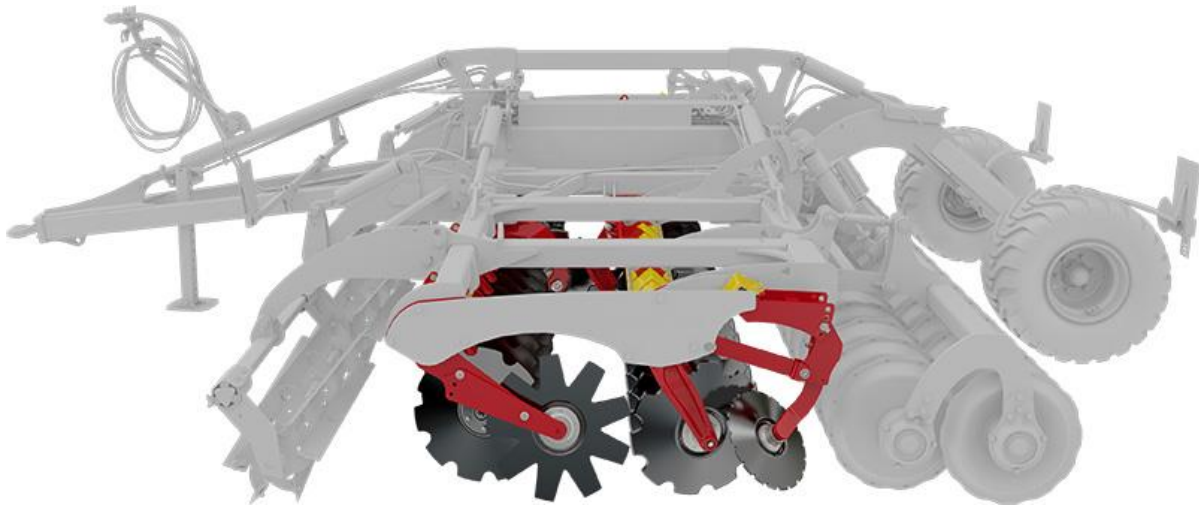
1.5.2 Skålharv

Skålharv kan være både et primær- og sekundærredskap. Skålharven skal løfte og vende jorda ved å kaste den opp i luften. I denne oppgaven er skålharv kun brukt som primærredskap. For

at skålene skal utføre et arbeid på jorda må de ha en vinkel i kjøreretningen og en vinkel ned på jorda. Skålharven har roterende arbeidsorgan i to rekker med motsatt rettede skåler i kjøreretningen. Dersom samtlige skåler i harva har vinkel i samme retning på kjøreretningen, vil harva belaste traktoren skeivt. Dermed har dagens skålharver to rekker med skåler, vinklet hver sin veg, som sikrer jevn belastning (Srivastava, Goering, Rohrbach, & Buckmaster, 2012). For å sikre at skålene utfører en god jobb må skålene rotere i kjørehastigheten (10-12km/t). Friksjonen mellom jorda og skåla må være god, og dette sikres med tagger i skålens ytterkant som på figur 4. Skålharv kan være utstyrt med etter redskap, gjerne ribbetrommel eller pakkevals (Hunt, 2001).

Skålharven bryter opp jorden ved at skålene kaster jorden opp. Skålene sitter i kjøreretningen og bruddflaten mellom bearbeidet jord og dypere jord blir dermed naturlig og skånsom. Når skålene bryter jorda fra hverandre blir det et mer naturlig brudd i jordpartiklenes svakeste punkt. Dette gjør at jorda får en bedre aggregatstabilitet og blir lettere å ha med å gjøre resten av våronna (Kjuus, 1990).

Den naturlige bruddkanten på bearbeidingsdybden bryter ikke kapilærevnen på samme måte som en plog. Dermed tørker ikke jorda like mye som etter plog, men det tørker tilstrekkelig til å få sådd kornet. Etter at kornet er sådd vil også kapilærevnen gjennomprettes fortere, og plantene kan suge fuktighet fra undergrunns jorden. Dersom jorda er for hard kan skålharven slite med å komme ned, og man vil få lite bearbeidet jord. Dette er spesielt aktuelt ved pakket eller våt jord (Srivastava, Goering, Rohrbach, & Buckmaster, 2012).



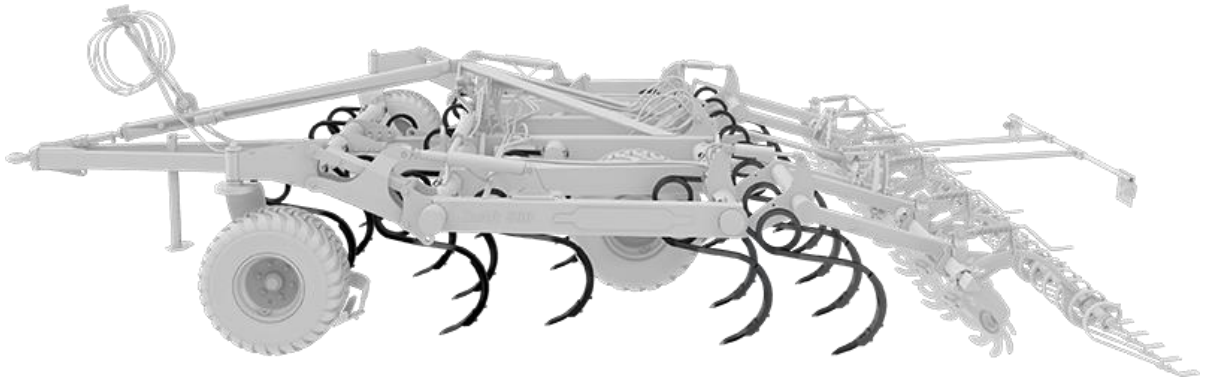
Figur 4 Arbeidsorgan skålharv (Produktinformasjonsside for Väderstad Carrier, 2020)

1.5.3 Kultivator

Kultivator og grubb er begreper som blir brukt om hverandre, men grubb blir spesielt brukt på de dyperegående redskapene. Ifølge Srivastava m.fl. (2012) er chisel plow et tineredskap som arbeider på 15-40 cm dybde, mens stubble munch plows arbeider på ca. 10 cm og grunnere. Dermed oversetter jeg chisel plow med grubb og stubble munch plow med kultivator (Srivastava, Goering, Rohrbach, & Buckmaster, 2012).

Kultivator er et primærbearbeidingsredskap basert på tinder. Tindene skal vibrere når de arbeider i jorda, for å løsne jorda på en god måte. Dermed må de ha fjøring i innfestningen eller i selve tinden som på figur 5. Spissene er en slidedel, og må byttes med jevne mellomrom. Det finnes breie spisser som skjærer gjennom mye jord og spisser som løfter og kaster jorda opp og fram. Kultivatorer kan etterlate en røff overflate eller et finere såbed, avhengig av etterharven. Etterharven kan være av tinder, pakkevalse eller ribbetrommel (Hunt, 2001).

Bruddflaten mellom bearbeidet og ubearbeidet jord ved en kultivator er en mellomting mellom skålharv og plog. De vibrerende tindene på kultivatoren løser ut dersom jorda er for hard, men bearbeider dermed jorda som er løsere. Man får ikke samme glatte resultat som et plogskjær, men en naturligere flate. Dermed blir jorda mer homogen og lettere å sekundærbearbeide. Tindene på kultivatoren søker seg nedover og har lettere for å bearbeide pakket jord enn skålharven har (Hunt, 2001).



Figur 5 Arbeidsorgan på kultivator (Produktinformasjonsside for Väderstad Swift, 2020)

1.5.4 Direktesåing

Det finnes flere typer direktesåmaskiner. Hovedtypen direktesåmaskiner internasjonalt er «stripp-till» maskiner og «no-till» maskiner. «Stripp-till» vil si at man bearbeider en fure i jorda og plasserer såkorn og gjødsel der. Man vil etter de fleste «strip-till» maskiner se en fure på jorden etter såing. Med «no-till» såmaskiner er målet å plassere såkornet uten å bearbeide jorda. Det er da vanligst å bruke en skål som skjærer et snitt i jorda hvor såkornet plasseres før furen lukkes (Hunt, 2001). I tillegg er det såmaskiner som brukes i bearbeidet jord, som også kan brukes som direktesåmaskiner. Sistnevnte er den vanligste direktesåmaskinen i Norge (Endrerud, 2019)

Såmaskiner som brukes på både kultivert jord og direkte i stubb er maskiner med skållabber til såkorn og gjødsel. Direktesåmaskinene har kraftige skåler og labber som tåler å bli trykket ned til ønsket sådybde. Enkelte maskiner har dybdehjul på hver enkelt sålabb, mens andre har fast rekke med sålabber. Det varierer om det er kombisåmaskiner eller rene såmaskiner. Noen såmaskiner har egne gjødsellabber, mens andre legger såkorn og gjødsel i samme labb. (Endrerud, 2019)



Figur 6 Så og gjødselorgan på direktesåmaskin (Produktinformasjonsside for Väderstad Rapid, 2020)

1.6 Problemstilling

Hovedmålet med oppgaven er å kunne anbefale en jordarbeidingsmetode som er bedre enn de andre, som kan bidra til å øke kornproduksjonen på Romerike gjennom forbedret jordarbeiding om våren. Håpet er å kunne komme fram til en metode som kan øke avlingene. Det kan være at det enkleste også blir å fraråde et redskap. Denne oppgaven omhandler jordarbeiding hvor kun korn og proteinvekster følger hverandre i vekstskifte.

På forsøket utført i forbindelse med denne oppgaven er det prøvd plog, skålharv og kultivator. Ideelt sett kunne det vært med direktesåmaskin. En direktesåmaskin er en stor utgift for mange gårdsbruk, som gjør at mange vil kvie seg for å begynne med det. Samtidig er det smart å så forsøk med samme såmaskin og samme innstilling for å fjerne feilkilder. Videre er dette forsøket utført på fritiden i en travel våronn og tidsaspektet med å få tak i og utføre forsøk med direktesåmaskin ble vurdert til å være for stort. Derfor ble ikke direktesåmaskin med i forsøket.

Leirjorda som er presentert tidligere i innledningen er plassert i erosjonsklasse 3 stor risiko og 4 svært stor risiko ifølge kartene til (Klakegg, 2020). Dermed er det ikke et ønske fra myndighetenes side å bearbeide arealene på høsten. Viken fylkeskommune betaler ut 180 kr per daa for klasse 3 og 190 kr daa for klasse 4, dersom bonden ikke bearbeider arealet om høsten. Dette er grunnen for at høstarbeiding ikke er med i dette forsøket (Fylkesmannen i Oslo og Viken, 2019).

I denne rapporten vises kun jordarbeidingsmetodene i forhold til avling. Det er andre forhold som også påvirker avlingen, som ugras og sykdommer, vekstskifte og jordbiologi. Denne oppgaven vil rette sitt hovedfokus mot jordbearbeiding og avling. Med bakgrunn i dette er min problemstilling:

«Hvordan kan man forbedre kornavlingene på Romerike gjennom forbedret jordarbeiding?».

Forsøk som går over to år, er kort i landbrukssammenheng. Studiet i Landbruksteknikk går kun over to somre og dette satte begrensning for hvor langvarig forsøket kan være. Oppgaven omhandler kun jordarbeiding til korn. Dersom det hadde eksistert data kunne det vært presentert resultater fra belgvekster til modning også, men det har ikke lyktes meg å finne data om dette. Gras og engvekster samt rotvekster og grønnsaker har bevist blitt utelatt fra oppgaven på grunn av omfanget. Resultater eldre enn 1975 har ikke blitt tatt med i oppgaven.

2. Materiale og metode

Som bakgrunn for denne oppgaven ble det utført et jordarbeidingsforsøk på Egner i Sørum. Der ble primærbearbeidingsredskapene Kverneland plog, Horsch Joker samt He-Va Discroller skålharv og FMA kultivator prøvd opp mot hverandre. Det ble også benyttet andre redskaper, men disse ble benyttet til sekundærbearbeiding, og er derav ikke målet for oppgaven. Nedenfor følger tabell XXX med redskapene, når de ble benyttet, samt annen relevant informasjon. Vedlegg 2-9 viser bilder av jordarbeidingsredskapene tilknyttet dette forsøket.

Tabell 1 Oversikt over redskaper til jordarbeidingsforsøk Egner

Merke	Type og Spesifikasjon	Funksjon	År benyttet
Kverneland vendeplog	Modell E, Kropp 8, 120 vendehode	Vendeplog, primærbearbeiding	2018 og 2019
Horsch Joker	RT6, 6m skålharv, store skåler, dobbel pakkevals	XL Skålharv, primærbearbeiding,	2018
He-Va discroller	4 m, 510 mm skåler, pakkevalse bak	Primærbearbeiding, skålharv	2019
FMA kultivator	3 meter, små gåseføtter, ingen etterredskap	Primærbearbeiding, kultivator	2018 og 2019
Bekkevold slodd	Tre brander, to overstrøms først og en understrøms bak	Sekundærbearbeiding, slodd, knuse klump og jevne ut	2018 og 2019
Wiberg harv	4,5 m S-tindeharv tre rekker, etterharv, sloddeplanke foran	Sekundærbearbeiding, såbedsharv, løsne såbedet og skape en flate for såmaskin og arbeide på.	2018 og 2019
Junkari såmaskin	2,5 m såmaskin, 12,5 cm radavstand korn og 25 cm gjødsel, etterharv, hjul på siden	Såmaskin, plassere såkorn og gjødsel.	2018 og 2019

Trommel	Cambridge trommel ukjent merke	Pakke til såbedet	2018
----------------	--------------------------------	-------------------	------

2.1 Funksjon og virkemåte til primærbearbeidingsredskapene

2.1.1 Plog

Plogen som er benyttet i denne oppgaven er en Kverneland vendepløgg modell E fra 1987 med kropp 8, 120 vendehode og 14 tommer skjær. Plogen er utstyrt med dybdehjul, hydraulisk sideregulering, steinutløser, rullekniv og skumfjøl. Plogen er i god teknisk stand med nye slitedeler. Den er fin til å pløye stubb med. Plogen går rett og fint og vender jorda på en god måte, mens den skjuler planterestene nederst i fåra. Det ble pløyd på 19-20 cm begge år.

2.1.2 Skålharv

I 2018 ble det brukt en Horsch Joker RT 6m, som er en meget stor og tung skålharv etter norske forhold. Diameteren på skålene er 520mm og harva veier 6900 kg. Sammen med to skålrekker var harva utstyrt med en dobbelt stålpakkevals bakerst. Harven etterlot et jevnt og fint resultat. Den ble kjørt på 10 cm dybde, og etterlot et løst og fint resultat.

I 2019 ble det brukt en 4m He-Va discroller. Denne har 510mm skåler og veier 3200 kg. Det er også her to rekker med skåler, men kun enkel pakkevals bakerst. Resultatet ble ikke like fint som etter Horsch, siden aggregatstrukturen ikke ble like fin, samt at det ble en litt mer ujevn overflate. He-Va harven ble kjørt på 8 cm.

2.1.3 Kultivator

Kultivatoren som ble brukt var en FMA kultivator. Den har en arbeidsbredde på 3,2 meter og 13 tinder som gir 25 cm mellom tindene. Tindene er opphengt i en fjør og løser dermed opp jorda med ørsmå vibrasjoner. Tindene er utstyrt med en bred planskjær spiss som sørger for nesten full gjennomskjæring. Harven er ikke utstyrt med for eller etter redskap. FMA kultivatoren etterlater et jevnt resultat.

Ole Kristian Sæther

2.2 Sekundærbearbeiding

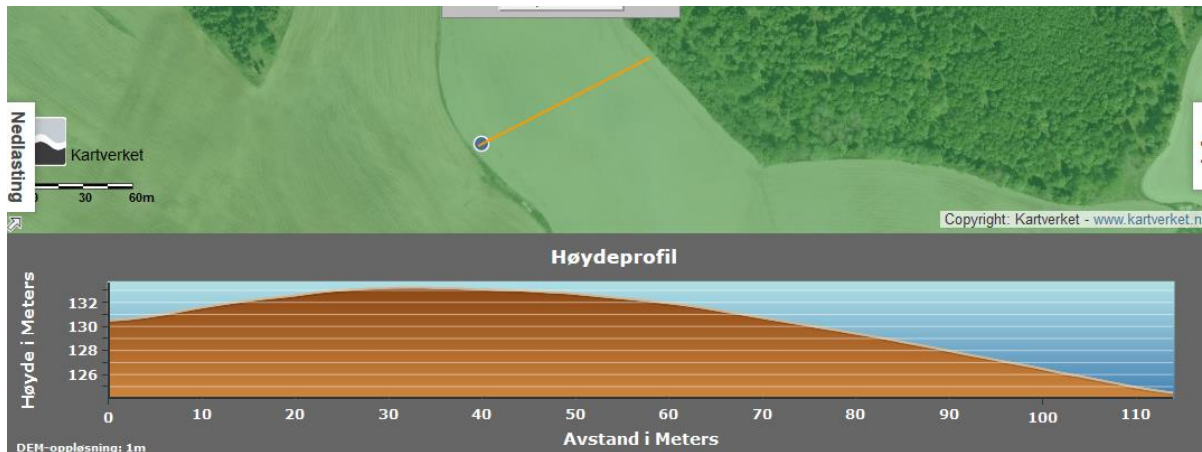
Slodd brukes til å jevne ut såbedet samt å knuse klump. Slodden som er brukt her er en Bekkevoldslodd som er opphengt i trepunkt. Den har tre brander, med to overstrøms brander foran og en understrøms brande bakerst. Slodden har lett for å søle litt på sidene. Harven er en 4,5m Wiberg harv. Den er utstyrt med en understrøms sloddeplanke fremme, tre rekker med S-harvetinder og etterharv bakerst. Harven har dybdehjul som sørger for korrekt arbeidsdybde. Wiberg harven etterlater en fin overflate og bra med små partikler på sådybden. Harven ble kjørt på 3-4 cm begge år.

Såmaskinen er Junkari 2500 KHL. Den har 12,5 cm rad avstand på såkornet og 25 cm rad avstand på gjødsla. Gjødsl labbene er en tindelabb, mens sålabbene er skåler, såmaskinen har etterharv. Hjulene er plassert på siden, som fører til en noe ujevn pakking av såbedet. Både havre og bygg ble sådd på 3 cm dybde. Trommelen er en lett slept Cambridge trommel. Den pakker godt rundt såkornet og en fin overflate.

2.3 Forsøksfeltet

Feltet ligger på Egner nordre 201/01 i Lillestrøm kommune på ca. 130 moh. Nærmeste målestasjon er Årnes. Feltet ble planert i 1974 og 1975 og det har blitt drevet ensidig kornproduksjon siden 1983. Feltet bærer fortsatt preg av å ha blitt bulldoset på lik linje med resten av regionen. Dette kjennetegnes ved relativ stiv marin leire med lite organisk materiale og utfordringer med klump. Det ble tatt to jordprøver av forsøksfeltet høsten 2017, vedlegg 13 er jordprøvene fra hele gården og prøve nummer 7 og 8 er fra forsøksfeltet. Disse viser et moldinnhold på 0,5%, pH på over 6,5, jordart mellomleire, leirinnhold på 25% - 40%. Forsøksfeltet har blitt driftet på lik måte som resten av gården. Gjødslplanen er basert på nevnte jordprøver og utarbeidet av Norsk Landbruksrådgivning øst. Plantevern er utført med tanke på integrert plantevern med samme tiltak som resten av gården.

Feltet er lagt over en gammel ravine ås og høydeprofilen kan sees på figur 7, laveste ende er mot sør øst. Figur 8 viser forsøksfeltets inndeling på eiendommen, rutene var på 20m x 100m og gikk fra Sør-vest mot nord øst. Feltet ble behandlet på langs av rutene med plog på den nord vestre rute, skålharv i midten og kultivator i sør øst begge år. Sprøyting og gjødsling er utført med 10 m bredde, på delet mellom hvert felt og med et spor i midten av hvert felt. Dermed er det sikret like sprøytespor på hvert felt.



Figur 7 Høydeprofilen på forsøksfeltet (Hoydedata.no, 2020)



Figur 8 feltets plassering (gårdskart.nibio.no, 2020)

2.3.1 Vekstssesongen 2018

I starten av mai ble det sprøytet med glyfosat på forsøksfeltet for å fjerne mest mulig ugras. Det ble vurdert til å være tørt nok til å starte våronna 14. mai, og denne dagen ble det både pløyd, skålharvet og kultivert. Etterfølgende dag ble pløgsla sloddet og harvet, mens feltet som var skålharvet og kultivert kun ble harvet med såbedsharv. Arealet ble sådd 16. mai med 20 kg Haga havre og 40 kg 20-4-11. Feltene ble tromlet 20. mai.

Etter planen skulle det overgjødsles med 15 kg 27-0-0, men på grunn av den alvorlige tørken i 2018, ble det avgjort at plantene ikke trengte denne næringen. Det ble sprøytet en gang med Express SX 1.5 gram, Maveril vita 17 ml. og DB 50 ml per 100l vann ved Z 37. Dette var siste behandling denne sesongen. Mellom såing og tresking kom det ei skur av betydning, 15 mm Ole Kristian Sæther

17. juni. Dermed ble hele vekstsesongen preget av sterk tørke. Figur 9 viser det pløyde arealet 19. juni. Der kan man se en ujevn og tørkestresset åker. Tresking ble utført 13. august med lave avlinger.



Figur 9 Pløyd rute 19.06 Foto: Ole Kristian Sæther

2.3.2 Vekstsesongen 2019

Våronna startet 24. april etter at jorda ble vurdert til å være lagelig. Alle felt ble primærbearbeidet denne dagen. 25. april ble sekundærjordarbeiding og såing utført. Det ble sloddet en gang på det pløyde og det kultiverte feltet, men ikke etter skålharven. Alle tre feltene ble harvet en gang. Det ble sådd 19,5 kg. Rødhette og 40 kg. 20-4-11. På kvelden. 28. april kom det 12 mm. regn og de påfølgende dagene ble det varmt og mye sol. Dermed ble det kjørt skorpebryting med harv 5. mai. Jeg er usikker på om dette hadde noe effekt.

Vekstsesongen 2019 ble relativ normal med normale temperaturer og nedbør. 23. mai ble det gjødslet 20 kg. 20-4-11. Den 2. juni ble det sprøytet med 0,2 tablett CDQ og 30 ml. Biovet per daa. den 12. juni ble det sprøytet med 30 ml. Modus og 60 ml Delario, mot sopp og stråforkorting.

2.4 Litteratursøk og dataverktøy

For å finne litteratur har søkemotorer på internett blitt brukt flittig. Det har blitt benyttet mange forskjellige søkemotorer for faglitteratur. De mest brukte er Brage, Oria og Google Scholar. Biblioteket på Blæstad har blitt brukt flittig under oppgaven. Norsk landbruksrådgivning Øst og Innlandet har vært behjelpelig med å finne relevant stoff. Norsk landbruksrådgivning har kun publisert sine forsøk til egne medlemmer, og NLR måtte dermed oppsøkes for å få tilgang til resultatene.

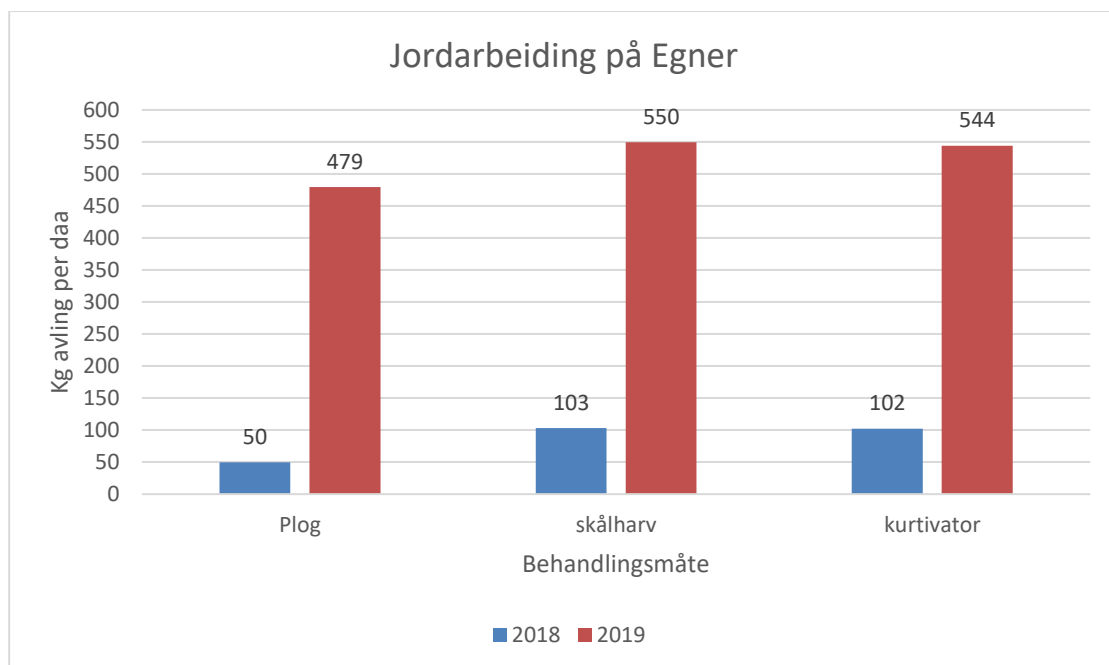
Rådataene fra forsøket ble analysert i Excel ved hjelp av variansanalyse med en og to faktorer. Variansanalyse med en faktor ble brukt for å finne ut om det var signifikant forskjell mellom jordarbeidingsredskapene. Variansanalyse med to faktorer ble brukt for å finne ut om det var signifikant forskjell mellom årene.

3. Egne resultater

De forskjellige forsøkene presentert i dette og neste kapittel er utført i forskjellige år og i forskjellige områder. Forsøkene har også hatt forskjellige kornarter og sorter, samt forskjellig gjødsling og plantevern. Dette fører til at de ulike forsøk og felt presterer ulikt. Man kan dermed ikke sammenlikne bearbeidingsmetoder fra ulike forsøk opp mot hverandre. Man kan kun se på variasjonene innad i hvert enkelt forsøk. Resultatdelen min er delt opp, første del er kapittel tre med egne resultater. Andre del er resultat fra litteraturstudie.

3.1 Resultat jordarbeidingsforsøk på Egner

Som bakgrunn for denne oppgaven ble det utført et forsøk med jordarbeidingsmetoder på Egner Nordre i Sørumsund, i 2018 og 2019. Figur 10 viser gjennomsnittet for hver behandling i 2018 og 2019 med kilo avling per daa. Vi ser av figuren at plogen ligger drøyt 50 kg bak kultivator og skålharv begge årene, samt at skålharv og kultivator er meget like begge år. Gjennom variansanalyse med en faktor ble $p = 0,70$ og det er dermed ikke statistisk signifikant forskjell eller en trend mellom redskapene.



Figur 10 Resultattabell jordarbeidingsforsøk Egner

Videre følger noen bilder fra de tre behandlingsmåtene.

Figur 11 viser feltene 24.06.2018. Her kan vi se en relativ skrynn åker på alle behandlingsfeltene, men det pløyde feltet ser dårligst ut med svakest planter. Bildet er tatt fra Sør-vest i retning nord øst på feltene.



Kultivator

Skålharv

Plog

Figur 11 oversiktsbilde over forsøksfeltene 2018 Foto: Ole Kristian Sæther

Figur 12 viser åkeren 15.07.2019 alle bildene viser sør vestre ende av forsøksfeltet, men bilde av det skålharvede arealet er i motsatt retning. Av bildene kan man se at det er stor forskjell mellom årene. I 2019 er åkeren normal eller frodig, i motsetning til 2018 hvor åkeren «var skrall». 2019 er det også mindre visuell forskjell i biomasse på feltene enn i 2018.



Figur 12 Oversikt over forsøksfeltene 2019 Foto: Ole Kristian Sæther

3.1.1 Diskusjon Jordarbeidingsforsøk på Egner

Av figur 10, forsøket med jordarbeidingsmetoder på Egner kommer plogen meget dårlig ut. Det kan være vanskelig å se hvorfor man skal pløye. Dette forsøket er meget kortvarig, og det er ikke forsvarlig å trekke slutninger fra dette forsøket. Det er likevel verdt å merke seg plogens prestasjoner.

Det er interessant å se at skålharven og kultivatoren kommer likt ut i både 2018 og 2019. Skålharv og kultivator bearbeider jorda på to forskjellige måter. Deres evne til å tørke ut jorda, men ikke bryte kapilærevnen kan være en årsak til at de klarer seg bedre enn plogen. De presterer i gjennomsnitt likt under både meget tørre og normale forhold.

Med plogens iboende egenskap til å tørke ut jorda er det ikke overraskende at den presterer meget dårlig i 2018. Under normale forhold i 2019 er det interessant å se av figur 10 at den presterer ca. 10% dårligere enn kultivator og skålharv. Som nevnt i kapittel fire er det ingen signifikant forskjell mellom redskapene, men plogens resultater i 2019 er likevel interessante og oppsiktsvekkende.

4. Resultater av litteraturstudie

I dette kapittelet presenteres resultater av litteraturstudiet. Under utvelgelsen av litteraturen har det blitt lagt vekt på at forsøkene skal være relevante for problemstillingen. Det har vært noe vanskeligere å finne relevant litteratur enn antatt og det har dermed blitt et vidt spekter av litteratur.

4.1 Langvarig forsøk med redusert jordbearbeidning på stiv leire på Øsaker

Fra 1977 til 1989 ble det utført et jordarbeidingsforsøk på Øsaker i Østfold. Her ble konvensjonell og redusert jordarbeidning sammenliknet. I første del av dette forsøket er alle primærbearbeidingene utført på høsten, mens sekundærbearbeidingene er utført på våren. Sammen med jordarbeidingsforsøket er det utført et gjødslingsforsøk og et forsøk med grunn og dyp harving med såbedsharv. Dette vil bli tillagt mindre verdi i denne presentasjonen. Grunnen til at dette forsøket er interessant i denne oppgaven er at jorda på Øsaker er marine avsetninger, med marin leire og dermed meget lik jorda på Romerike.

Dette forsøket pågår fortsatt med samme bearbeidingsmetoder som nevnt over, men i 2001 begynte man også med vårpløying og vårharving. Disse samlede resultater er ikke tilgjengelige via internett og jeg velger dermed å presentere et sammendrag fra Norsk landbruksrådgivning Øst, 2020.

4.1.1 Material og metode

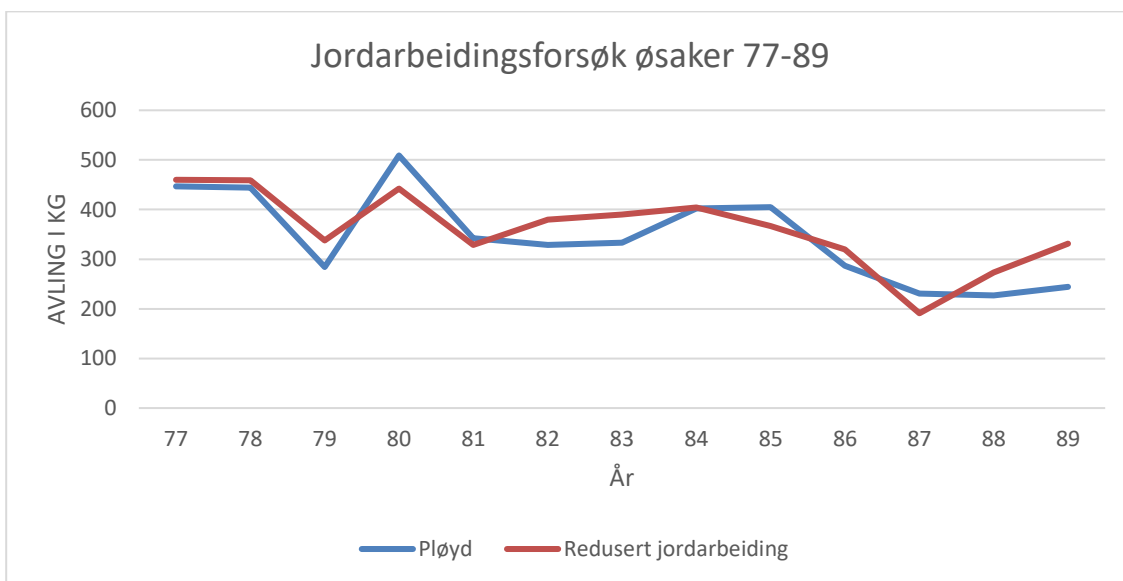
Arealene som ble pløyd, ble de første årene pløyd med en Kverneland 3 skjærs rørplog, og de senere årene ble det benyttet en Kverneland 3 skjærs vendepløyg, bilde av plogen kan sees i vedlegg 2. Noen av de pløyde rutene ble sloddet om høsten, men jeg ser bort ifra denne variabelen siden dette ikke er vanlig i dag. Til stubbharving er det benyttet en rotorharv som er kjørt på lavt turtall for å etterlikne arbeidet til en skålharv. Det ble kjørt såbedsharv på hele arealet. Alle rutene ble harvet på 3-4 cm, mens noen av rutene ble harvet på 7-8 cm. Tallene presentert i figur 13 er gjennomsnittet av grunn og dyp harving om våren.

Det ble gjødslet med 40 kg/daa PK 7-13 gjødsel på hele arealet, og denne gjødsla ble harvet ned. Nitrogengjødsla ble spredd for hånd etter såing og tromling. Hver vår ble det sprøytet

mot frøugras med lavdosemiddel. Det ble sprøytet med glyfosat høstene i år 1977, 1979, 1980, 1984 og 1988. Rutene ble høstet med forsøktresker, og halm og korn ble veid (Kjuus, 1990). Kjuus (1990) påpeker at det ble mye ugras ved redusert jordarbeiding de første årene, men at dette stabiliserte seg etter hvert.

4.1.2 Resultater

Figur 13 viser avlingsnivået i forsøket år for år. Gjennomsnittet for de forskjellige behandlingsmåtene var 345 kg/daa for konvensjonell jordarbeiding og 360 kg/daa for redusert jordarbeiding fra 1977 til 1989. Grafen viser en gradvis forbedring av avlingsnivået ved redusert sammenliknet med konvensjonell jordarbeiding. Det var 14 % mer kveke ved redusert jordarbeiding og spesielt mye de første forsøksårene. Kjuus (1990) mener også at forgrødeeffekten har mer å si ved redusert jordarbeiding, selv om det ikke er noen statistisk begrunnelse for dette. (Kjuus, 1990)



Figur 13 Resultat langvarig forsøk med redusert jordarbeiding Øsaker (Kjuus, 1990)

Fra 1977 til 2019 har høstharvet gitt 163 kg per daa meravling kontra høstpløyd samlet over 43 år (Norsk Landbruksrådgivning Øst, 2020). Dette er en meget liten samlet forskjell. Tabell 2 viser gjennomsnittsavlingen på Øsaker fra 2002 til 2019.

Tabell 2 Jordarbeidingsforsøk Øsaker 2002-2019 (Norsk Landbruksrådgivning Øst, 2020)

	Vårharving	Høstharving	Vårpløying	Høstpløying
Snitt 2002-2019	390	442	423	463

4.1.3 Diskusjon

Vi ser av resultatene i figur 13 at det er 15 kg meravling per daa ved redusert jordarbeiding fram til 1990. Det er ingen signifikant forskjell, men resultatet viser at man ikke har noe igjen for merarbeidet med pløying. Av resultatene fra dette forsøket med redusert jordarbeiding på Øsaker kan man se at det ikke virker å være noen stor fordel å pløye. Ugrasmengden øker noe ved redusert jordarbeiding ifølge Kjuus (1990), men avlingene er over tid bedre ved redusert jordarbeiding. Selv om ugraskkontroll er viktig er det avlingen som er det viktigste. I dette forsøket kommer det ikke fram et redskap som er best.

Detter forsøket er gammelt, men det er fortsatt meget relevant. Redskapene for redusert jordarbeiding har endret seg mye disse årene, mens plogen fortsatt er relativt lik. Forhåpentligvis har endringen av redskaper til redusert jordarbeiding vært til det bedre, men de har blitt mye tyngre og dermed har jordpakkingen økt. Konsekvensene av pakkingen og pakkingens sammenheng mot avling er ikke belyst i denne oppgaven.

Resultatene fra (Norsk Landbruksrådgivning Øst, 2020) viser 42 år med høstharvede og høstpløyde felter. 163 kg per daa forskjell er meget lite. Ved en gjennomsnittsavling på 400 kg per daa per år blir forskjellen i avling under 1%. Det er dermed helt likegyldig for avlingen om man høstharver eller høstpløyer.

4.2 Såmaskin og jordarbeidingsforsøk Innlandet

I 2017, 2018 og 2019 har det blitt gjennomført et såmaskin og jordarbeidingsforsøk ved NLR Innlandet. Forsøket foregår på Storimerslund gård i Vang, i Hamar kommune. Jorda er morenejord med mye stein og moldklasse tre. Der har de testet fem forskjellige såmaskiner og fem jordarbeidingsmetoder for disse såmaskinene. Denne oppgaven vil omhandle resultatene fra jordarbeidingsdelen av dette forsøket.

4.2.1 Material og metode

Jordarbeidingsmetodene som ble prøvd hvert år var plog etterfulgt av slodd og såbedsharv, plog og Väderstad Carrier XL, Väderstad Carrier XL, Horch Cruiser og Lemken Rubin. I 2019 ble det også prøvd høstpløying med både slodd og såbedsharv, og Väderstad Carrier XL, samt ingen jordarbeiding. Dataene som blir presentert i figur 15 er et utvalg av det opprinnelige forsøket. (Solberg, 2020)

Såmaskinene som ble brukt i forsøket var Amazone D9, Tume KL 2500, Väderstad Rapid 300 C, Väderstad Spirit, Horsch Pronto. Amazone D9 er en rein såmaskin, ellers er resten av såmaskinene kombisåmaskiner. Tume KL 2500 er den eneste såmaskinen som ikke har skållabb, den har en vingeformet slepelabb. Ved dataene gjengitt i figur 15 er det ikke tatt hensyn til såmaskintype, og dataene fra alle såmaskinene er derfor med i hver av bearbeidingsmetodene. I figur 14 vises forsøkskartet (Solberg, 2020).

Amazone D9	Horch Pronto	Väderstad Rapid	Tume KL	Väderstad Spirit	
A5	B5	C5	D5	E5	Väderstad Carrier XL
A4	B4	C4	D4	E4	Lemken Rubin
A3	B3	C3	D3	E3	Horch Cruiser
A2	B2	C2	D2	E2	Plog + Väderstad Carrier XL
A1	B1	C1	D1	E1	Plog + slodd + såbedsharv

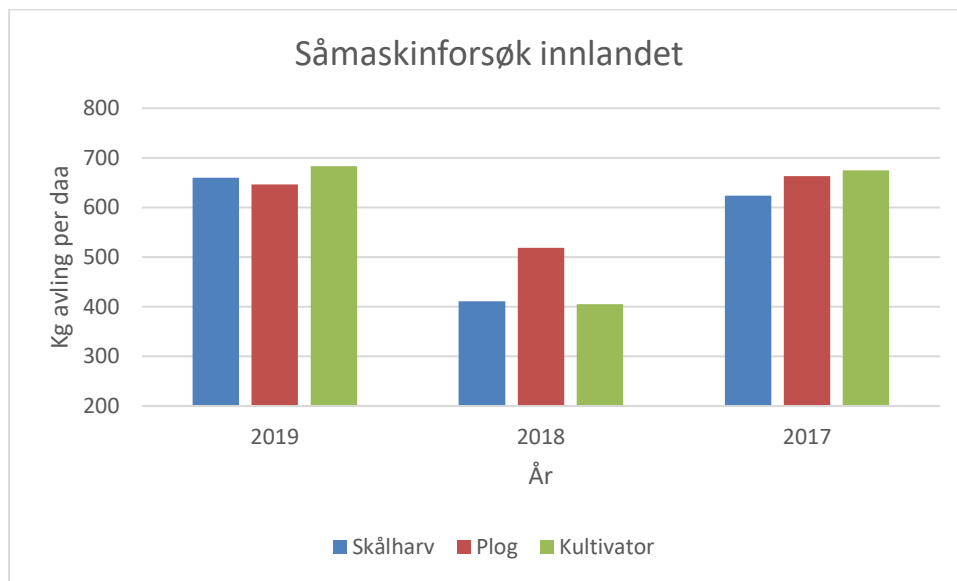
Figur 14 Forsøkskart såmaskin og jordarbeidingsforsøk NLR Innlandet (Solberg, 2020)

Primærbearbeidingsredskapene brukt i figur 15 er Kverneland vendeplø, Väderstad Carrier XL og Horsch Cruiser. Kverneland vendeplø er beskrevet i kapittel 3.1.1 og vises i vedlegg 2, Väderstad Carrier XL og Horsch Cruiser vises i vedlegg 12. Etter pløyingen ble det sekundærbearbeidet med slodd og harv. Väderstad Carrier XL er en skållharv med skåldiameter på 510 mm. Skållharven er utstyrt med en stålpakkevalse bakerst (Produktinformasjonsside for Väderstad Carrier, 2020). Horsch Cruiser er en kultivator med fjørbelastet tinde, med en spiss

på mellom 5 cm og 10 cm bredde. Kultivatoren er utstyrt med utjevnerskåler og stålpakkevalse bakerst. (horsch.com, 2020)

4.2.2 Resultat

I figur 15 vises pløying, skålharv og kultivator for hvert enkelt år. Det er ikke signifikant forskjell mellom jordarbeidingsredskapene, $p=0,5077$. Av tabellen kan man se at redskapene presterer relativt likt, men plog 2018 skiller seg positivt ut. Det er en trend mellom år $p=0,0055$, men det er ikke signifikant forskjell mellom år.



Figur 15 Resultat såmaskin og jordarbeidingsforsøk NLR Innlandet (Solberg, 2020)

Av tabell 3 kan man se avlingen hvert år og gjennomsnittsavlingen for de forskjellige redskapene. I tabellen ser man at plogen presterer best etterfulgt av kultivator og skålharv.

Tabell 3 avlingsnivå såmaskin og jordarbeidingsforsøk NLR Innlandet

År	Skålharv	Plog	Kultivator
2019	660	647	683
2018	411	519	405
2017	624	663	675
Gjennomsnitt	565	610	588

4.2.3 Diskusjon

Dette forsøket har foregått på helt annen jord enn målet for oppgaven, men er ellers meget interessant. Av figur 15 kan man se at det er ganske likt avlingsnivå for de ulike bearbeidingsmetodene i både 2017 og 2019, med mellom 600 kg per daa og 700 kg per daa i avling. I 2018 som var et meget tørt år skiller plogen seg positivt ut med 100 kg i meravling. Under tørken i 2018 skulle man tro at redusert jordarbeiding ville klare seg bedre siden den holder mer på fuktigheten enn konvensjonell pløying. I Hamar fikk de noe mer regn enn resten av landet i slutten av mai 18. Dette kan ha vært med på å holde avlingene oppe.

Dette forsøket er litt for kortvarig for å kunne trekke gode konklusjoner. Siden det nesten er signifikant forskjell mellom år, mens man et ute etter forskjell i jordarbeidingsmetodene, må man ha mange år med data for å kunne trekke slutninger. Fordelen med dette forsøket er at det er benyttet mange forskjellige såmaskiner på hver jordarbeidingsmetode. Da fjerner man de individuelle forskjellene mellom såmaskiner, og står kun igjen med forskjellene i jordarbeidingsredskapene.

4.3 Jordarbeidingsforsøk Hellerud gård

På Hellerud gård i Skedsmo, eid av foreningen for Norges vel, ble det fra 1994 til 2001 utført et jordarbeidingsforsøk. Forsøket omhandlet dyp og grunn behandling med plog og kultivator om våren, samt høstpløying og direktesåing. Det har ikke lyktes forfatteren å finne avlingsdata for hvert enkelt år de første årene av dette forsøket, og det er dermed ikke mulig å foreta variansanalyse.

4.3.1 Material og metode

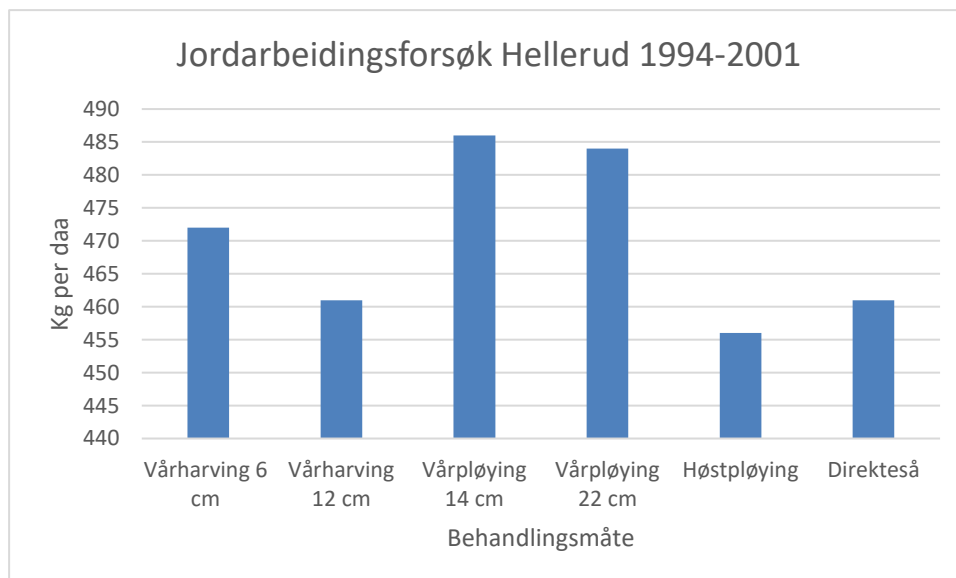
De vårharvede rutene ble harvet med Kverneland turbo kultivator med gåsefotskjær og harvet med Kverneland S-tinde harv før såing. De pløyd rutene ble pløyd med Kverneland plog, og behandlet med Kverneland sloddeharv med to sloddeplanker før såing. Direktesåingen ble utført med Futura direktesåmaskin for korn (Stabbetorp, Strand, & Abrahamsen, 2002). Jordarbeidingsredskapene tilknyttet dette forsøket vises i vedlegg 11.

Jorda på Hellerud er Siltjord med høyt (22%) leirinnhold, denne jorda er ikke planert. Det ble kun utført vanlig ugrassprøyting på feltet, ingen bruk av glyfosat. Halmen har ikke blitt fjernet.

Ifølge Romerike forsøksring, 2002 var det for tørt på de høstpløyde rutene under såing, og dette kan ha påvirket resultatene. (Stabbetorp, Strand , & Abrahamsen, 2002)

4.3.2 Resultat

Av figur 16 kan man se gjennomsnittsavlingene fra forøket på Hellerud fra 1994 til 2001. Figuren viser en liten trendens mot at vårpløyning presterer bedre enn de andre jordarbeidingsmetodene.



Figur 16 Avlingsnivå ved ulike jordarbeidinger Hellerud (Stabbetorp, Strand , & Abrahamsen, Forsøksmelding 2001, 2002)

4.3.3 Diskusjon

Jordtypen på dette forsøket er siltig lettleire og dermed noe forskjellig fra jordarbeidingsforsøket på Egner. Figur 16 viser relativt små forskjeller mellom bearbeidingsmetodene, kun ca. 30 kg per daa. Det er interessant å se at direktesåingen presterer bra i forhold til de bearbeidede feltene. Av figur 16 ser man også at dyp bearbeiding med kultivator og plog, presterer dårligere enn grunn bearbeiding. Dyp bearbeiding har dermed ikke vært lønnsom disse syv årene.

4.4 Avlingskontroll ved forskjellig jordarbeiding

På gården til Lars Kjuus har det vært et jordarbeidingsforsøk siden år 2000. Han har prøvd høstpløying, vårpløying, vårharving og direktesåing opp mot hverandre. Forsøket er et samarbeid mellom Lars Kjuus privat og NLR Øst. Forsøksfeltet er lokalisert rett øst for Årnes sentrum i Nes kommune.

4.4.1 Material og metode

Forsøket er anlagt i 12-15 meter brede striper i hele jordets lengde. Feltet består av mellomleire i den ene enden, og lettleire i den andre enden. De samme feltene har fått samme jordarbeiding hvert år. Feltet har blitt noe forandret over tid. Fra 2000 til 2005 ble det kun tatt avlingsregistrering på lettleira, og det var vårpløying, direktesåing og vårharving som var med. Fra og med 2006 ble det også tatt avlingsregistrering på mellomleira. Høstharving ble med fra 2013 på begge jordarter. Det har vært vårkorn på feltet i alle år bortsett fra høsthvete i 2015 og 2018. Foruten jordarbeiding har feltene blitt behandlet likt. (Norsk Landbruksrådgivning Øst, 2019)

Det har blitt sprøytet med glyfosat hver vår på alle behandlingsmåtene for å drepe raigraset som ble sådd som fangvekst, samt holde vinterrettårig ugras nede. I forsøket har det også blitt lagt vekt på å kjøre når det er laglig, bruke lett utstyr og ha riktig lufttrykk i hjulene. Disse tiltakene blir viktigere desto mindre jordarbeiding man gjør, siden man da har dårligere mulighet til å rette opp eventuelle pakkeskader. Det er også viktig å vente til all jorda er laglig (Norsk Landbruksrådgivning Øst, 2017)

Etter fjerde år med forsøk, i 2004 var det så mye planterester på overflaten i det direktesådde feltet at det ble opprettet et felt til med direktesåing. Denne beslutningen ble tatt med bakgrunn i en bekymring for om man klarte å etablere korn der. Det gikk fint å etablere nye vekster og det ekstra direktesåingsfeltet ble derfor kuttet ut (Stabbetorp, et al., 2006).

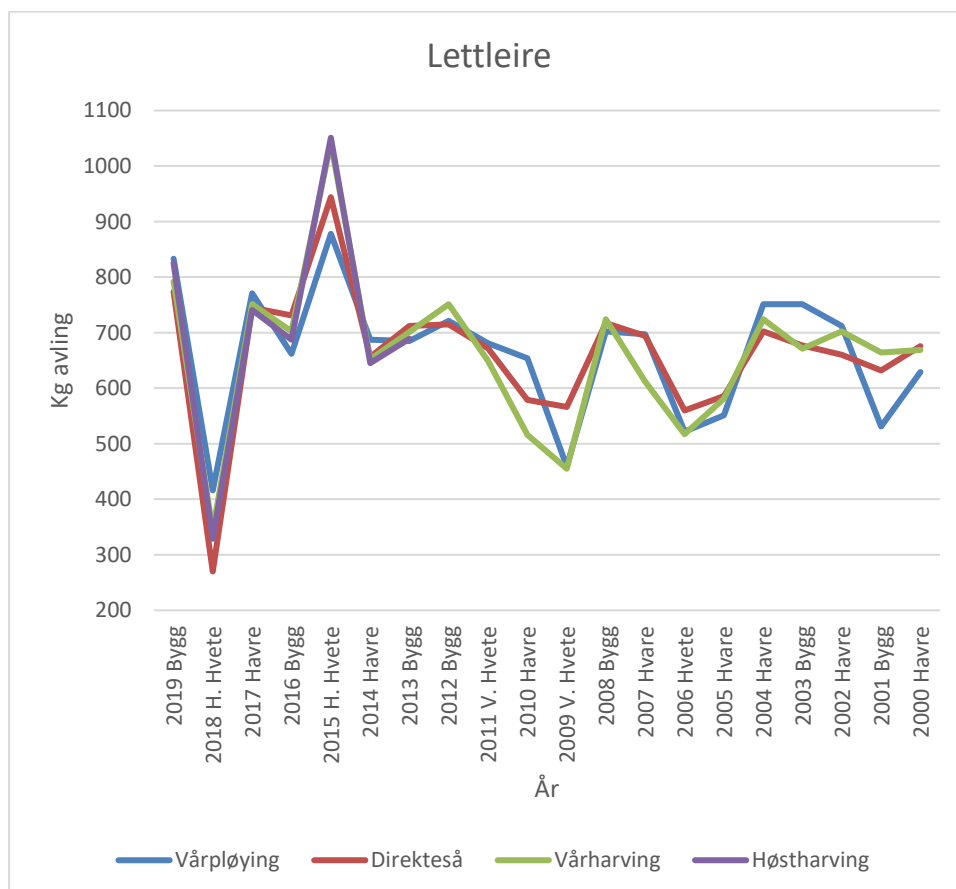
Med forskjellig jordarbeiding vil kornet bli ulikt modent. Alle feltene har blitt tresket samtidig, og vekta omgjort til 15% vann. Redskapene som har blitt benyttet er Kverneland vendeplog, Dyna Drive friksjonsdrevet harv og Väderstad Cultus kultivator. Det pløyde feltet har vanlig vis blitt sekundærbearbeidet med Väderstad Rolex trommel med crosskill ringer samt sloddeplanke, men også noen år med dyna drive. Beslutningen om hvilken sekundærbearbeiding redskapen skal få er gjort av feltvert Lars Kjuus. Såingen inkludert

direktesåing har blitt utført med Väderstad Rapid 300 C. Vedlegg 10 viser bilder av jordarbeidingsredskapene til dette forsøket.

Utfordringen med direktesåing er mye halm. Man må klare å plassere såkornet i jord og ikke i halm. Direktesåing gir også kaldere jord, siden halmen isolerer og reflekterer lys. Dette fører til at hele sesongen blir litt seinere, og dermed seinere modning. Kjuus erfarer at det lett blir skorpe på det pløyde feltet, og han har dermed kjørt skorpebryter der de fleste år. Kjuus benytter dyna drive på resten av gården for å få moldet ned litt halm og varmet opp jorden før såing.

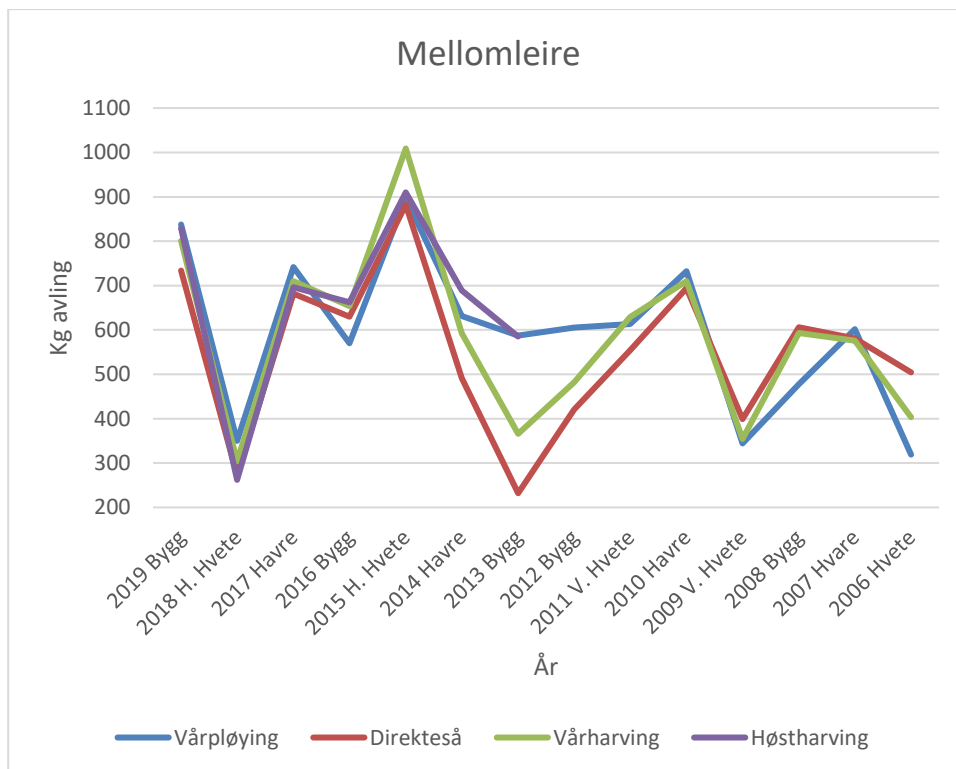
4.4.2 Resultat

Resultatene på lettleire fra dette forsøket blir presentert i figur 17. På lettleire er $p=0,962$ ikke signifikant forskjell mellom plog, direktesåing og vårharving, dersom man tar med årene med høstharving blir $p=0,804$. Mellom årene er $p=<0,001$ signifikant forskjell både med høstharving og uten. I figur XXX lettleire ser man at det er relativt liten spredning i grafene.



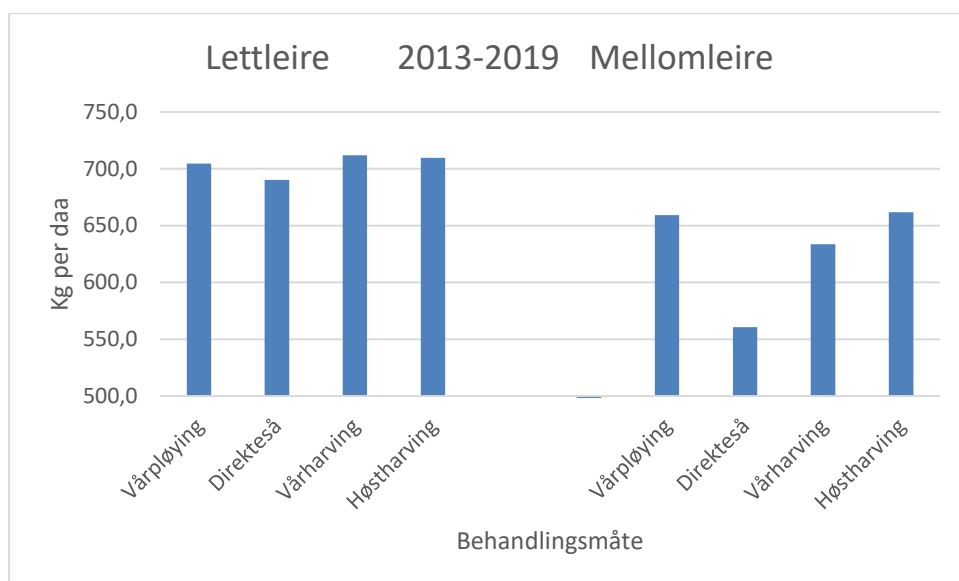
Figur 17 Resultat lettleire avlingskontroll ved forskjellig jordarbeiding Kilde: Forsøksmelding NLR Romerike og Øst 2000-2019

Figur 18 viser avlingsnivået for mellomleire. Variansanalyse mellom plog, direktesåing og vårharving 2006 til 2019 gir $p=0,312$ ikke signifikant forskjell. Dersom man tar med høstharving, vårharving, plog og direktesåing 2013 til 2019 får man $p=0,154$ ikke signifikant forskjell. Mellom årene er $p<0,001$ signifikant forskjell, ved begge analysene.



Figur 18 Resultat mellomleire avlingskontroll ved forskjellig jordarbeiding
Kilde: Forsøksmelding NLR Romerike og Øst 2006-2019

Figur 19 viser gjennomsnittsavlingene fra 2013 til 2019. Her ser vi at lettleira har noe høyere avlinger enn mellomleiren.



Figur 19 Avlingsnivå lettleire og mellomleire, avlingskontroll ved forskjellig jordarbeiding Kilde: Forsøksmelding NLR Romerike og Øst 2000-2019

I tabell 4 vises gjennomsnittsavlingene for de forskjellige behandlingsmetodene og årene for dataene.

Tabell 4 gjennomsnittsavling på de ulike feltene avlingskontroll ved forskjellig jordarbeiding Kilde: Forsøksmelding NLR Romerike og Øst 2000-2019

	Lettleire	Mellomleire
Vårpløying	665 kg/daa (2000-2019)	593 kg/daa (2006-2019)
Direktesåing	663 kg/daa (2000-2019)	549 kg/daa (2006-2019)
Vårharving	661 kg/daa (2000-2019)	585 kg/daa (2006-2019)
Høstharving	710 kg/daa (2013-2019)	662 kg /daa (2013-2019)

4.4.3 Diskusjon avlingskontroll ved forskjellig jordarbeiding.

Av resultatdelen ser vi at det ikke er signifikant forskjell mellom jordarbeidingsmetodene, men mellom årene. Dette betyr at man må velge en bearbeidingsmetode, og være forberedt på et

godt eller dårlig år. Når man skal velge jordarbeidingsmetode kan det være lurt å velge den billigste metoden med tanke på økonomien i kornproduksjon.

I våte år kommer dyp jordarbeiding bedre ut og i tørre år kommer grund jordarbeiding bedre ut. Det som er interessant er at det går an å få neste like gode avlinger med direktesåing som med pløying. Pløying er en omfattende, tidkrevende og dyr operasjon, men i dette forsøket ser man at man ikke får en stor avlings økning av dette. Ut ifra dette forsøket er det ikke grunn til å pløye jorda. (Riley, 1988)

Vekstskifte er viktig ved direktesåing og redusert jordarbeiding. Planterester i overflaten kan overføre smitte og sykdommer til neste års avling. Havre er viktig vekstskifte ved ensidig kornproduksjon. I Figur 18 mellomleire er det meget dårlig avling for direktesåing i 2013 hvor det var tre år siden det var havre på feltet. Planterestene ved direktesåing kan være en viktig smittekilde til sykdommer på kornet.

2018 var et meget spesielt år for kornprodusenter på Østlandet, med den store tørkesommeren. Som man ser på figur 18 ble dette et meget dårlig år for direktesåingen av høsthvete på mellomleire. Teoretisk sett skal direktesåing gi gode avlinger ved tørke siden direktesåingen bevarer fuktigheten ved etablering. Denne høsthveten ble etablert høsten 2017 etter en havreåker med mye halm. Det ble ikke sprøytet mot snømugg, og dette gikk spesielt hardt ut over direktesåingen, men også utover redusert bearbeiding. Utover sommeren så direktesåing en periode bedre ut og dette arealet klarte å hente opp mer vann nedenfra, men også dette måtte gi tapt for tørken. (Norsk Landbruksrådgivning Øst, 2019)

5. Diskusjon

I problemstillingen ble det fokusert på at oppgaven skal omhandle jordarbeiding av leire. Det har vist seg at det er vanskelig å finne gode forsøk på denne jordarten, og det har dermed blitt tatt med forsøk fra andre jordarter også. Disse jordarbeidingsmetodenes resultater må sees i et annet lys enn resultatene fra leirjord. Det er mange driftsenheter og jorder som har varierende jordarter, og dermed er det likevel smart å se på resultatene fra flere jordtyper.

Plogen bearbeider jorda dypere enn skålharv og kultivator, og tørker dermed ut jorda mer enn andre redskaper. I tillegg bryter plogen kapilærevnen bedre enn skålharv og kultivator. Man er derfor avhengig av å få all fuktighet til plantene fra oven. Plogen er dermed mer avhengig av regn fra oven for å ha nok tilgjengelig fuktighet, enn andre redskaper. Kjuus (2020) har i tillegg opplevd problemer med skorpe på det pløyde feltet ved mye regn og han har derfor kjørt skorpebryter. Ifølge Riley (1988) bruker man mye diesel og tid på å pløye, og dette koster penger. Av dataene presentert i denne oppgaven ser det ikke ut til at man drar nytte av merarbeidet med pløying.

Skålharv og dyna drive fra avlingskontroll ved forskjellig jordarbeidingsmetoder, har begge to roterende arbeidsorgan. Begge redskapene arbeider grunnere enn både kultivator og plog. Skålharv bearbeider nødvendigvis vis mer enn direktesåing. Fordelen med å arbeide grunt er blant annet at det er mindre energikrevende. Til gjengjeld får man blandet inn halmen og man får fram litt svart jord som tiltrekker seg varme. Skålharv løsner kun opp pakking i det øverste laget, og ikke dypere.

Direktesåing har en relativt bra avling med tanke på arbeidet som legges ned i etableringen av kornet ifølge (Riley, 1988). Lars Kjuus har ikke valgt å direkte så gården sin selv om direktesåing presterer godt i kapittel 4.5. Han har valgt å kjøre Dyna Drive harv på sin gård før han sår. Begrunnelsen for dette er at det kan være noen problemer med å få lagt kornet i jord uten halm. I tillegg vil en overflate med mye planterester reflektere mer varme enn andre jordarbeidingsmetoder. Dette fører til at kornet blir litt seinere modent enn bearbeidet jord (Kjuus, 2020). Det er dermed mange aspekter som spiller inn når man skal velge jordarbeidingsmetode.

I slutten av innledningen ble det lagt vekt på at redskapene presentert og testet i denne oppgaven skulle være billige. I jordarbeidingsforsøk på Egner er kultivator og plog meget

billige. Horsch Joker er imidlertid en skålharv fra det øverste prissjiktet. He-Va Discroller er ikke like billig som kultivatoren og ploegen, men en mye rimeligere harv en Horsch. I samtlige av de andre forsøkene presentert her det benyttet gamle og derfor billige redskaper å kjøpe brukt. Dette kan gjøre forsøket litt utdatert siden det er benyttet mye gamle maskiner. Gamle maskiner er like vel vanlig hos mange kornprodusenter med «lite» areal og dermed likt målgruppen for forsøket. Redskapene er godt vedlikeholdt og fungerer bra.

Forsøket med forskjellige såmaskiner og jordarbeidingsmetoder fra NLR Innlandet er dessverre på en helt annen jordtype enn målet i oppgaven. Grunnen til at dette likevel er et interessant forsøk er at det gjennom å prøve alle de vanligste såmaskinene på jordarbeidingsfeltene fjerner feilkilder fra såmaskinene. Såmaskinene representerer de vanligste såmaskintypene til korn i landet og ved å presentere gjennomsnittet fra såmaskinene vil man vise resultater av jordarbeidingen uavhengig av såmaskintype. Dermed kan man av figur 15 se at jordarbeidingsredskapene presterer relativt likt uavhengig av såmaskin i 2017 og 2019, mens ploegen presterer noe bedre i 2018.

Av disse forsøk og resultater som er presentert her er det ikke en jordarbeidingsmetode som er best. De forskjellige redskapene gir relativt like avlinger hvert år. Dersom man skal finne et redskap som er best kan man kanskje se på økonomien isteden. I følge (Riley, 1988) bruker man mindre diesel ved redusert jordarbeiding og direktesåing enn med plog. For å øke inntektene ved kornproduksjon kan dette være aktuelt.

Dersom man ser på resultatene fra kapittel 4.3 og 4.4 ser man at man har liten eller ingen avlingsøning ved å bearbeide jorda. Et overslag viser at man har ca. 6% avlingsreduksjon ved direktesåing i kapittel 4.3 og i kapittel 4.4 mellomleire ingen forskjell, mens på mellomleiren i kapittel 4.4 har man ca. 8% avlingsreduksjon ved direktesåing. Som man ser av resultatet i disse to forsøkene må bonden vurdere om han har betalt for å utføre jordarbeiding.

Det er verdt å merke seg at alle forsøksfeltene fra litteraturstudie er plassert midt på jorde og ofte der det er god jord. Store deler av kornarealene i Norge ligger inn mot jordekant, i en dal eller på en topp, eller på et vått område. Resultatene i kapittel tre og fire viser at alle jordarbeidingsmetodene klarer seg like bra under gode forhold. Dersom man ikke har gode forhold eller mulighet til å vente til man kan begynne redusert jordarbeiding om våren, må man ta dette med i vurderingen av jordarbeidingsredskap. Man må dermed vurdere om man har mulighet for å lykkes med de forskjellige mekaniseringslinjene. Ved direktesåing har man

ingen mulighet til å bearbeide jorda for å lage et lagelig såbed. Man må være flink til å holde grøfter i orden, og hogge jordekanter for å unngå skygge. Dersom man skal velge direktesåing må alt «være på stell» (Kjuus, 2020).

Kjuus (1990) sier at det innledningsvis ble mye ugras ved redusert jordarbeiding, men sammen med sprøyting presterer redusert jordarbeiding litt bedre enn plog. I følge (Tørresen, Skuterud, Tandsæther, & Hagemo, 2003) klarte man med effektiv bruk av plantevernmidler på et direktesådd felt å ha 10% ugras, som var rett over ugrasmengden til ubehandlet pløyd felt. Dette viser at det kan bli utfordringer med redusert jordarbeiding og ugras. Redusert jordarbeiding kan bli mer utfordrende i økologisk kornproduksjon.

I daglig drift er det vanlig å benytte de forskjellige primærbearbeidingsredskapene til forskjellig tid. I forsøksarbeid er det vanlig praksis å utføre alle behandlinger samtidig og det har blitt gjort i forsøkene i denne rapporten. Man har ventet på at jordarbeiding om våren og direktesåing har blitt klart. Dermed kan de høstbearbeidede feltene ha blitt for tørre, og man kan ha fått avlingsnedgang. Dette er uheldig, og må tas med i vurderingen av resultatene.

5.1 Egen arbeidsprosess

Det ble benyttet to forskjellige skålharver i eget forsøk med jordarbeidingsmetoder på Egner. Det er uheldig å bytte forsøksredskap midt under prosessen, men skålharvene var lånt og det var ikke mulig å låne samme redskap begge år. Fordelen med å bruke to forskjellige redskap er at man får eliminert forskjeller mellom de forskjellige skålharvproducentene.

I 2019 ble det kultiverte arealet sloddet, men ikke i 2018. Dette er en vurdering som ble gjort med bakgrunn i erfaringer fra gården i tidligere generasjoner. Om dette var riktig vet man ikke. I 2019 var det noe mer klump enn i 2018, det kan dermed tyde på at jorda var noe tørrere under våronna i 2018 enn i 2019. Det skal normalt ikke være nødvendig å slodde etter en kultivator, men kultivatoren som er brukt i dette forsøket er gammel, og lager en ujevn overflate som må slettes ut før såing. I 2018 ble det brukt sloddeplanke på harva for å jevne ut etter kultivatoren. Kultivatoren er likevel funksjonell fordi hovedarbeidsorganet, tindene gjør en god jobb med å løsne opp og bearbeide jorda.

I 2018 ble det mye klump i pløgsla som tyder på at man kunne ha ventet noe, mens det smuldret meget fint etter skålharven. Her kunne man sikkert ventet litt med behandlingene. I 2019 ble

det såpass mye klump etter kultivatoren at dette arealet ble sloddet, sammen med pløgsla. Dette tyder på at man også her kunne ha ventet noe med behandlingene. Ved en eventuell fortsettelse av forsøket må det sikres at jorda er laglig før man iverksetter jordarbeidingen.

6. Konklusjon

Basert på resultatene og diskusjonen presentert i denne oppgaven er det ikke et jordarbeidingsredskap som er signifikant bedre. Det er dermed statistisk sett ikke mulig å forbedre kornavlingene på Romerike gjennom endret jordarbeiding. Det er årene det er signifikant forskjell imellom, ikke redskapene. I jordarbeiding til korn må man derfor bestemme seg for en jordarbeidingsmetode og bruke den over flere år.

Det er imidlertid like interessant at det ikke er noen signifikant forskjell mellom redskapene. Dersom kornbonden likevel vil endre driftsmåten sin kan det være ved å velge en billigere jordarbeidingsmetode. Det ser ikke ut til å være en stor forskjell i hvordan jordbearbeidingsmetodene fungerer mellom leirjorda og andre jordtyper.

Forslag til videre arbeid:

- Det neste som burde sees på er økonomien til jordarbeidingsmetodene. Det kan være en helhetlig kalkyle hvor man ser på dekningsbidraget til de forskjellige jordarbeidingsmetodene.
- Direktesåing er bare med på to av forsøkene her. Direktesåing klarer seg bra og det vil dermed være interessant å se hvordan direktesåing klarer seg i flere forsøk.
- Forsøkene fra litteraturstudiene er gjort på gode deler av jordene. Det kan være interessant å se hvordan jordarbeidingsmetodene klarer seg på pakket, skyggefull eller våt jord.
- For å prøve de forskjellige jordarbeidingsmetodene mot hverandre i et mer realistisk scenario kan det være interessant med et forsøk hvor man bearbeider og sår hvert enkelt felt individuelt, når feltet er laglig.

7. Litteraturliste

- Bjørnstad, Å. (2005). *KORN - frå steinalder til genalder*. Oslo: Landbruksforlaget.
- Bunger, A., & Tufte, T. (2016). *Den norske landbruksmodellen*. Oslo: Agri Analyse.
- Endrerud, H. (2019). *Såmaskiner, kombimaskiner, plantemaskiner mm. –del 26. mai 2019*. Hamar: Høyskolen i Innlandet.
- Endrerud, H. (2020). *HC vektkalkulator for traktor og utstyr*. Hamar: Høyskolen i Innlandet.
- Fylkesmannen i Oslo og Viken. (2019). *Veileder for regionale miljøtilskudd og regionale miljøkrav*. Oslo: Fylkesmannen i Oslo og Viken.
- gårdskart.nibio.no*. (2020, 04 01). Hentet fra Nettside for gårdskart: <https://gardskart.nibio.no/landbrukseiendom/3030/201/1/0>
- horsch.com*. (2020, 05 14). Hentet fra Webområde for Horsch: <https://www.horsch.com/en/products/soil-cultivation/cultivators/cruiser-sl>
- Hoydedata.no*. (2020, 04 01). Hentet fra Nettsted for Høydedata: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>
- Hunt, D. (2001). *Farm Power and Machinery Management*. University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Kjuus, L. (1990). *Langvarig forsøk med redusert jordarbeiding på stiv leire på Øsaker i Østfold fylke*. Ås: Norges Landbrukshøyskole.
- Kjuus, L. (2020, Mai 20). Samtale om Avlingskontroll ved forskjellig jordarbeiding. (O. Sæther, Intervjuer)
- Klakegg, O. (2020, 02 21). *Webområde for NIBIO*. Hentet fra Nibio, jordsmonn og erosjonsrisiko: <https://www.nibio.no/tema/jord/jordkartlegging/jordsmonnkart/erosjonsrisiko>
- Norsk Landbruksrådgivning Øst. (2017). *Frosøksresultater 2016*. Rygge: Norsk Landbruksrådgivning Øst.

Norsk Landbruksrådgivning Øst. (2018). *Forsøksresultater 2017*. Rygge: Norsk Landbruksrådgivning Øst.

Norsk Landbruksrådgivning Øst. (2019). *Forsøksresultater 2018*. Rygge: Norsk Landbruksrådgivning Øst.

Norsk Landbruksrådgivning Øst. (2020). *Forsøksresultater 2019*. Rygge: Norsk Landbruksrådgivning Øst.

Produktinformasjonsside for Felleskjøpet maskin. (2020, 05 20). Hentet fra Webområde for Felleskjøpet.no: <https://www.felleskjopet.no/maskin-og-redskap/landbruk/redskap/jordbearbeiding/harv-og-kultivator/kultivator-turbo-med-15-tinder-545048#group-3>

Produktinformasjonsside for Väderstad Carrier. (2020, 05 14). Hentet fra Webområde for Väderstad: <https://www.vaderstad.com/se/jordbearbetning/tallrikskultivatorer/carrier-1--xl-425-825/>

Produktinformasjonsside for Väderstad Rapid. (2020, 05 22). Hentet fra Webområde for Väderstad: <https://www.vaderstad.com/se/sadd/rapid-samaskiner/rapid-cs/>

Produktinformasjonsside for Väderstad Rolex. (2020, 05 21). Hentet fra Webområde for Väderstad: <https://www.vaderstad.com/en/tillage/rollers/rollex/>

Produktinformasjonsside for Väderstad Swift. (2020, 05 22). Hentet fra Webområde for Väderstad: <https://www.vaderstad.com/se/jordbearbetning/pinnkultivatorer/swift/>

Riley, H. (1988). *Virkningen av reducert jordarbeiding på jordfysiske og jordkjemiske forhold*. Uppsala: Sveriges Landbruksuniversitet.

Rusaanes, O. (1996). *Landbrukshistorie og ressursøkonomi*. Oslo: Landbruksforlaget.

Semb, G. (1986). *Samm.enligning av AL- og natriumbikarbonatløselig fosfor i jord med pH over 6.*. Ås: Det norske myrselskap (NIBIO).

Solberg, H. (2020). *Såmaskinforsøk NLR Innlandet*. Hamar: Norsk Landbruksrådgivning.

Srivastava, A., Goering, C., Rohrbach, R., & Buckmaster, D. (2012). *Engineering principles of Agricultural Macheines*. American Society of agricultural and biological Engineers.

Ole Kristian Sæther

-
- Stabbetorp, J., Kollstuen, R., Hammeren, M. B., Hansen, J. V., Vansemb, S., Langeland, Å., & Holte, M. (2013). *Forsøksmelding 2012*. Hvam: Romerike Landbruksrådgivning.
- Stabbetorp, J., Kollstuen, R., Hammeren, M. B., Hansen, J. V., Vandsemb, S., & Langeland, Å. (2008). *Forsøksmelding 2007*. Kløfta: Romerike Forsøksring.
- Stabbetorp, J., Kollstuen, R., Vandsemb, S., Kjuus, L., Lund, L., Holte, M., . . . Fallet, T. (2015). *Forsøksmelding 2014*. Hvam: Romerike Landbruksrådgivning.
- Stabbetorp, J., Kollstuen, R., Hammeren, M. B., Hansen, J. H., Vandsemb, S. M., & Langeland, Å. (2009). *Forsøksmelding 2008*. Kløfta: Romerike Forsøksring.
- Stabbetorp, J., Kollstuen, R., Hammeren, M. B., Hansen, J. H., Vandsemb, S. M., & Langeland, Å. (2010). *Forsøksmelding 2009*. Hvam: Romerike Forsøksring.
- Stabbetorp, J., Kollstuen, R., Hammeren, M. B., Hansen, J. H., Vandsemb, S. M., & Langeland, Å. (2011). *Forsøksmelding 2010*. Hvam: Romerike Landbruksrådgivning.
- Stabbetorp, J., Kollstuen, R., Hammeren, M. B., Hansen, J. H., Vandsemb, S. M., & Langeland, Å. (2012). *Forsøksmelding 2011*. Hvam: Romerike Landbruksrådgivning.
- Stabbetorp, J., Kollstuen, R., Hammeren, M. B., Hansen, J. H., Vansemb, S. M., Langeland, Å., & Holte, M. (2014). *Forsøksmelding 2013*. Hvam: Romerike Landbruksrådgivning.
- Stabbetorp, J., Kollstuen, R., Vandsemb, S. M., Kjuus, L., Lund, L. O., Holte, M., . . . Fallet, T. (2016). *Forsøksmelding 2015*. Hvam: Romerike Landbruksrådgivning.
- Stabbetorp, J., Strand, E., & Abrahamsen, S. (2002). *Forsøksmelding 2001*. Kløfta: Romerike forsøksring.
- Stabbetorp, J., Strand, E., Abrahamsen, S., Kollstuen, R., Lynnebakken, N., & Mæhlum, B. (2005). *Forsøksmelding 2004*. Kløfta: Romerike forsøksring.
- Stabbetorp, J., Strand, E., Vansemb, S., Langeland, Å., Kollstuen, R., & Hammeren, M. B. (2007). *Forsøksmelding 2006*. Kløfta: Romerike Landbruksrådgivning.
- Stabbetorp, J., Strand, E., Abrahamsen, S., & Mæhlum, B. (2003). *Forsøksmelding 2002*. Kløfta: Romerike forsøksring.

Stabbetorp, J., Strand, E., Abrahamsen, S., Kollstuen, R., Lynnebakken, N., & Mæhlum, B. L. (2006). *Forsøksmelding 2005*. Kløfta: Romerike landbruksrådgivning.

Strand, E., & Stabbetorp, J. (2001). *Forsøksmelding 2000*. Kløfta: Romerike Forsøksring.

Strand, E., Stabbetorp, J., Abrahamsen, S., Mæhlum, B., & Lynnebakken, N. (2004). *Forsøksmelding 2003*. Kløfta: Romerike forsøksring.

Sætre, A. (2019). *Forsøksresultater 2019*. Norsk Landbruksrådgivning Øst.

Trømborg, D. (2019). *Geologi og Landformer*. Tønsberg: Vigmostad og Bjørke AS.

Tørresen, K. S., Skuterud, r., Tandsæther, H., & Hagemo, M. B. (2003). *Long-term experiments with reduced tillage in spring cereals.I .Effects on weed flora, weed seedbank and grain yield*. Ås: Elveiser.

Weseth, G. (2005). *Glimt fra mekaniseringen av vårt jordabruk 1850-2000*. Ås: Norsk Landbruksmuseum.

8. Vedlegg

Vedlegg 1 Figur og tabelloversikt.....	52
Vedlegg 2 Kverneland vendepløg.....	53
Vedlegg 3 He-Va Discroller.....	54
Vedlegg 4 Horsch Joker RT 6.....	55
Vedlegg 5 FMA kultivator.....	56
Vedlegg 6 Bekkevold slodd.....	57
Vedlegg 7 Wiberg harv.....	58
Vedlegg 8 Junkari Såmaskin.....	59
Vedlegg 9 Forsøkestresker.....	60
Vedlegg 10 Avlingskontroll ved forskjellig jordarbeiding.....	61
Vedlegg 11 Jordarbeidingsforsøk Hellerud.....	62
Vedlegg 12 Såmaskin og Jordarbeidingsforsøk NLR Innlandet.....	63
Vedlegg 13 Jordprøver.....	64

Vedlegg 1 er figuroversikt og tabelloversikt.

Figur 1 Ravinedal på Romerike Foto: Ole Kristian Sæther.....	11
Figur 2 Matjordlag i ravine Foto: Ole Kristian Sæther	13
Figur 3 Pløying av leire Foto: Ole Kristian Sæther.....	15
Figur 4 Arbeidsorgan skålharv (Produktinformasjonsside for Väderstad Carrier, 2020)	17
Figur 5 Arbeidsorgan på kultivator (Produktinformasjonsside for Väderstad Swift, 2020)	18
Figur 6 Så og gjødselorgan på direktesåmaskin (Produktinformasjonsside for Väderstad Rapid, 2020)	19
Figur 7 Høydeprofilen på forsøksfeltet (Hoydedata.no, 2020)	24
Figur 8 feltets plassering (gårdskart.nibio.no, 2020).....	24
Figur 9 Pløyd rute 19.06 Foto: Ole Kristian Sæther.....	25
Figur 10 Resultattabell jordarbeidingsforsøk Egner.....	27
Figur 11 oversiktsbilde over forsøksfeltene 2018 Foto: Ole Kristian Sæther	28
Figur 12 Oversikt over forsøksfeltene 2019 Foto: Ole Kristian Sæther.....	29
Figur 13 Resultat langvarig forsøk med redusert jordarbeiding Øsaker (Kjuus, 1990)	31
Figur 14 Forsøkskart såmaskin og jordarbeidingsforsøk NLR Innlandet (Solberg, 2020)	33
Figur 15 Resultat såmaskin og jordarbeidingsforsøk NLR Innlandet (Solberg, 2020)	34
Figur 16 Avlingsnivå ved ulike jordarbeiding Hellerud (Stabbetorp, Strand , & Abrahamsen, Forsøksmelding 2001, 2002).....	36
Figur 17 Resultat lettleire avlingskontroll ved forskjellig jordarbeiding Kilde: Forsøksmelding NLR Romerike og Øst 2000-2019	38
Figur 18 Resultat mellomleire avlingskontroll ved forskjellig jordarbeiding Kilde: Forsøksmelding NLR Romerike og Øst 2006-2019	39
Figur 19 Avlingsnivå lettleire og mellomleire, avlingskontroll ved forskjellig jordarbeiding Kilde: Forsøksmelding NLR Romerike og Øst 2000-2019.....	40
Tabell 1 Oversikt over redskaper til jordarbeidingsforsøk Egner	21
Tabell 2 Jordarbeidingsforsøk Øsaker 2002-2019 (Norsk Landbruksrådgivning Øst, 2020)	32
Tabell 3 avlingsnivå såmaskin og jordarbeidingsforsøk NLR Innlandet	34
Tabell 4 gjennomsnittsavling på de ulike feltene avlingskontroll ved forskjellig jordarbeiding Kilde: Forsøksmelding NLR Romerike og Øst 2000-2019.....	40

Jordarbeidingsforsøk på Egner

Vedlegg 2 Kverneland Vendeplø



Foto Ole Kristian Sæther

Vedlegg 3 He-Va Discroller



Foto Ole Kristian Sæther

Vedlegg 4 Horsch Joker RT 6

Foto Ole Kristian Sæther

Vedlegg 5 FMA Kultivator



Foto Ole Kristian Sæther

Vedlegg 6 Bekkevold slodd

Foto Ole Kristian Sæther

Vedlegg 7 Wiberg harv



Foto Ole Kristian Sæther

Vedlegg 8 Junkari såmaskin



Foto Ole Kristian Sæther

Vedlegg 9 Forsøktresker

NLR øst sin forsøktresker, Wintersteiger



Foto Ole Kristian Sæther

Vedlegg 10 Avlingskontroll ved forskjellig jordarbeiding

Vedlegg 10 viser redskapene benyttet ved avlingskontroll ved forskjellig jordarbeiding. Øverst til venstre Väderstad Rapid, øverst til høyre Väderstad Rolex, nederst til venstre Bomford Dyna Drive og nederst til høyre Väderstad Cultus.



Foto: Ole Kristian Sæther foruten øverst til høyre (Produktinformasjonsside for Väderstad Rolex, 2020)

Vedlegg 11 jordarbeidingsforsøk Hellerud

Vedlegg 10 viser noen av jordarbeidingsredskapene brukt i forsøket på Hellerud gård. Øverst til venstre er Kverneland sloddharv, nederst til venstre er Kverneland Turbo kultivator og til høyre er Kverneland såbedsharv modell TLA.



Foto Ole Kristian Sæther og (Produktinformasjonsside for Felleskjøpet maskin, 2020)

Vedlegg 12 Såmaskin og jordarbeidingsforsøk NLR Innlandet

Det øverste bildet viser Horsch Cruiser og det nederste viser Väderstad Carrier XL



Foto: (horsch.com, 2020) og (Produktinformasjonsside for Väderstad Carrier, 2020)

Vedlegg 13 Jordprøver

Jordprøver for Egner Nordre. Prøve 7 og 8 er fra forsøksfeltet.

Analyserapport

Bjornar Sæther
Egnervegen 646
1923 Sorum



Eurofins Agro Testing Norway AS
Postboks 3033
NO-1508 Moss
+47 09450
www.eurofins.no

Oppdragsnummer	8196465-2100839	Prøvemottak	2017-09-26	Side 1 (2)
Kundennummer	8196465	Analysereport klar	2017-10-20	
Prøvetype	Jordprøver			

Merking	Skifte	Volumvekt kg/m ³	Jordart	Leir-klasse	Mold-%	Mold-klasse	pH	P-AL mg/100g	P-klasse	K-AL mg/100g	K-klasse	Mg-AL mg/100g	Ca-AL mg/100g	Na-AL mg/100g	Glødetap % 15
1	1	1.3	10	3	2.8	1	6.4	11	C2	15	2	13	180	<6	4.8
2	1	1.3	10	3	2.9	1	6.2	7	B	14	2	10	140	<6	4.9
3	1	1.3	10	3	2.4	1	6.1	6	B	19	3	6	110	<6	4.4
4	1	1.2	11	4	2.1	1	6.2	5	B	15	2	9	120	<6	4.6
5	1	1.2	11	4	1.8	1	6.5	9	C1	19	3	24	170	<6	4.3
6	1	1.4	10	3	1.4	1	6.5	6	B	14	2	14	120	<5	3.4
7	1	1.4	11	4	0.6	1	6.8	12	C2	12	2	28	160	<5	3.1
8	1	1.4	11	4	0.5	1	7.7	12	C2	15	2	18	220	<5	3.0
9	1	1.4	10	3	0.8	1	6.5	9	C1	14	2	17	120	<5	2.8
10	1	1.3	11	4	0.5	1	7.1	18	D	17	3	54	170	<6	3.0
11	1	1.3	11	4	2.2	1	6.2	7	B	20	3	19	130	<6	4.7
12	1	1.3	10	3	2.5	1	6.3	5	B	12	2	15	150	<6	4.5
13	1	1.4	12	4	<0.1	1	8.3	11	C2	21	3	21	310	<5	2.4
14	1	1.3	10	3	2.9	1	7.9	23	D	14	2	6	350	<6	4.9
15	2	1.3	10	3	2.4	1	6.0	5	B	14	2	6	92	<6	4.4

Lab

Jordarter	8 Silt	* Ved volumvekt over 1.00 blir benævnelsen mg/100g. Ved volumvekt mindre enn 1.00 blir benævnelsen mg/100ml. For mikronæringsstoffer er benævnelsen mg/kg	Leirinnhold	Moldinnhold	Næringsinnhold	
1 Grovsand	9 Lettleire		1 < 5 %	1 Moldfattig 0-2,9 %	P-AL	K-AL
2 Mellomsand	10 Siltig lettleire		2 5-10 %	2 Moldholdig 3-4,4 %	Lavt A 0-4	1 0-6
3 Finsand	11 Mellomleire		3 10-25 %	3 Moldholdig 4,5-12,4 %	Middels B 5-7	2 7-15
4 Siltig grovsand	12 Siltig leire		4 25-40 %	4 Moldholdig 12,5-20,4 %	Moderat høyt C1 8-10	
5 Siltig mellomsand	13 Mineralblandet moldjord (20,5-40,4 % humus)		5 > 40 %	5 Mineralb. mold 20,5-40,4 %	Høyt C2 11-14	3 16-30
7 Sandig firsand	14 Organisk jord (>40,4% humus)			6 Organisk >40,4 %	Meget høyt D >14	4 >30

Kopi til: bestilling.ost@nlr.no/