



**Høgskolen
i Innlandet**

Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi

Peder Kvaal

Bacheloroppgave

Redusert jordarbeiding til vårkorn i Trøndelag

Reduced tillage in spring cereals in Trøndelag

Agronomi

6JB297

2023

Samtykker til utlån hos høskolebiblioteket JA NEI

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage JA NEI

Sammendrag

Gjennom en generell interesse for kornproduksjon og et ønske om å hjelpe den trønderske kornbonden, ønsket jeg å finne ut om redusert jordarbeiding var en arbeids- og drivstoffbesparende jordarbeidingsmetode som kunne gi gode avlinger. Målet var å undersøke om avlingene var omtrent like gode, selv ved mindre jobb for bonden, og om enkelte år var bedre enn andre. Jeg ønsket også å se om når jordarbeidingen bør skje og om det er nødvendig å bruke såbedsharv etter harving. Jeg så også på besparelse av drivstoff og arbeidstid.

Jeg fikk data fra forsøk Norsk Landbruksrådgivning Trøndelag gjennomførte i 2021 og 2022. Det var forsøk på siltig mellomsand på Værnes og siltig lett- og mellomleire på Kvithamar i Stjørdal Kommune i Trøndelag. Forsøksfeltene inneholdt Kverneland ES80 plog, New Holland STXV 300r kultivator, Horsch Terrano 3 FX kultivator, Amazone Castros+ 3003 skålharv, direktesåing og såbedsharv. Kultivatoren og skålharven ble kjørt to ganger. Et forsøk med to vårharvinger, og et forsøk med en harving høst og en harving vår. Det ble utført et forsøk med vårpløying og et med høstpløying. Feltene ble sådd med Tume Super Nova combi.

Redusert jordarbeiding viste seg å være konkurransedyktig i forhold til pløying, men at det var forskjell på år. Tørt år i 2021 viste seg å være gunstig for redusert jordarbeiding med avlinger bedre enn pløying på Værnes. I 2022 som var et bløtt og svært godt kornår på Værnes var pløying best, men begge årene til sammen hadde redusert jordarbeiding i snitt 97% avling i forhold til vårpløying. Tidspunkt for jordarbeiding var ikke utslagsgivende.

På Kvithamar var resultatene i 2021 varierende for redusert jordarbeiding fra noe svakere til noe bedre enn pløying. Her hadde ikke tidspunkt for jordarbeiding noe å si. I 2022 var det betydelig svakere ved kun vårharving i forhold til både høst- og vårharving. Kun vårharving hadde et snitt på 74% i forhold til vårpløying, mens høst- og vårharving hadde samme avlingsnivå som vårpløying. Til sammen begge årene hadde høst- og vårharving 96% avling i forhold til vårpløying. Det var noe forskjeller på redskaper, men ved begge forsøksfeltene til sammen ble forskjellen minimale.

Direktesåing hadde svakere resultater med 12%- til 80% avling i forhold til vårpløying, men i 2022 hadde glyfosat negativ effekt på resultatene. I forhold til vårpløying i 2021 viste resultatene 71% avling på Kvithamar og 80% avling på Værnes.

Såbedsharv viste seg å være nødvendig på den mer krevende leirjorda på Kvithamar, men ikke på den lettere jorda på Værnes. Dette gjaldt alle typer jordarbeidingsmetoder.

To harvinger med skålarv eller kultivator viste seg å gi noe mer dieselforbruk enn pløying. Derimot var det en arbeidsbesparelse på omtrent 30%. Dermed viser det seg at for å få en dieselbesparelse kan man kun harve en gang. Dette er et forsøk som jeg ønsker å utforske senere, spesielt på en lettere jordart som på Værnes.

Abstract

Through a general interest in grain production and a desire to help the grain farmer in Trøndelag, I wanted to learn if reduced tillage was a work- and fuel saving method that can yield good crops. The aim was to learn whether the yield was almost as good, even with less work, and whether certain years were better than others. I also wanted to see when the tillage should take place and whether it is necessary to use a seed bed harrow. I also looked at fuel saving and working time.

I received data from experiments carried out by Norsk Landbruksrådgivning Trøndelag in 2021 and 2022. There were experiments on silty medium sand soil in Værnes and silty light and medium clay soil at Kvithamar in Stjørdal in Trøndelag, central Norway.

The fields contained Kverneland ES80 plough, New Holland STXV 300r cultivator, Horsch Terrano 3 FX cultivator, Amazone Catros+ 3003 disc harrow, direct seeding and seed bed harrow. The cultivators and the disc harrow were run twice. One experiment with two tillage in spring, and one experiment with one tillage in autumn and one tillage in spring. One experiment was carried out with spring ploughing and one with autumn ploughing. The fields were seeded by Tume Super Nova Combi.

Reduced tillage proved to be competitive compared to ploughing, but it was a difference at years. A dry 2021 proved to be favourable for reduced tillage with yields better than ploughing at Værnes. In 2022, which was a wet and a good grain year at Værnes, ploughing was the best, but both years combined reduced tillage had an average of 97% yield compared to spring ploughing. The time of tillage was not decisive.

At Kvithamar, the results of 2021 were variable for reduced tillage. It was results from somewhat weaker to somewhat better than ploughing. The timing of tillage was not decisive. In 2022, it was significantly weaker with only spring tillage compared to both autumn and spring tillage. Only spring tillage had an average of 74% yield compared to spring ploughing, while both autumn and spring tillage had the same yield level as spring ploughing. In both years combined, autumn and spring tillage had 96% yield compared to spring ploughing. There were some differences between harrows, but with both fields combined, the difference was minimal.

Direct seeding showed a lower yield level with 12%- to 80% yield compared to spring ploughing, but glyphosate had a negative effect on the results in 2022. Compared to spring ploughing, the results showed 71% yield at Kvithamar and 80% yield at Værnes in 2021.

Seed bed harrow showed to be necessary on the more demanding clay soil at Kvithamar, but not necessarily better at Værnes. This applied to all types of tillage methods.

Two tillage with a disc harrow or cultivator turned out to give slightly more diesel consumption than ploughing. In contrast, there was a working time saving of approximately 30%. It turns out that you can only tillage once if you want to save diesel. This in an experiment I would like to explore later, especially on a lighter soil such as at Værnes.

Forord

Jeg ønsker gjennom denne oppgaven å se på ulike jordarbeidingsmetoder for vårkorn i Trøndelag. Jeg ville se om redusert jordarbeiding kunne være en jordarbeidingsmetode som gjorde våronn enklere for kornbonden i Trøndelag, men samtidig ha gode avlinger.

Jeg vil rette en takk til:

- Norsk Landbruksrådgivning Trøndelag for innsamling av data og utlån av redskap
- Truls Olve Terjesønn Hansen for bilder, veiledning og hjelp ved dieselmåling
- Hans Christian Endrerud for veiledning
- Endre Kvaal for utlån av traktor og redskap til dieselmåling
- Marta Kringen Kvaal for korrekturlesing

Peder Kvaal

Hegra, 31. mai 2023

Innhold

SAMMENDRAG	3
ABSTRACT.....	5
FORORD.....	7
INNHOLD	8
1. INNLEDNING	11
1.1 BAKGRUNN FOR OPPGAVEN	11
1.2 OPPBYGGING AV JORDA	11
1.2.1 <i>Ulik jord har ulike egenskaper.....</i>	<i>12</i>
1.2.2 <i>Det ideelle såbed.....</i>	<i>13</i>
1.3 JORDARBEIDING	13
1.3.1 <i>Ulike typer jordarbeiding.....</i>	<i>15</i>
1.3.2 <i>Ulik jordarbeiding ved ulik jordtype?.....</i>	<i>17</i>
1.3.3 <i>Endring i luft- og fuktighetsforhold i jorda ved redusert jordarbeiding</i>	<i>18</i>
1.4 TIDSPUNKT FOR JORDARBEIDING	18
1.4.1 <i>Jordarbeiding høst eller vår</i>	<i>19</i>
1.5 REDUSERT JORDARBEIDING SOM KLIMATILTAK?	21
1.5.1 <i>Plantevernmidler.....</i>	<i>21</i>
1.5.2 <i>Besparelse av energi og arbeidstid?.....</i>	<i>22</i>
1.6 PROBLEMSTILLINGER.....	23
2. METODE (MATERIAL OG METODE).....	24
2.1 BESKRIVELSE AV STED OG JORDTYPE.....	24
2.1.1 <i>Feltkart.....</i>	<i>25</i>
2.2 ANALYSER	26

2.2.1	<i>Analysen 2021 og 2022 tilsammen</i>	26
2.2.2	<i>Analysen 2021 vs 2022</i>	27
2.2.3	<i>Med eller uten såbedsharv</i>	27
2.3	UTSTYR	27
2.3.1	<i>Amazone Catros+ 3003</i>	27
2.3.2	<i>Horsch Terrano 3 FX</i>	28
2.3.3	<i>New Holland STX V 300R</i>	29
2.3.4	<i>Kverneland ES80 plog</i>	30
2.3.5	<i>Vaderstad NZ 500</i>	31
2.3.6	<i>Tume Super Nova Combi</i>	31
2.4	FELTARBEID	32
2.4.1	<i>Vekstsesongen 2021</i>	32
2.4.2	<i>Vekstsesongen 2022</i>	32
2.5	DIESELMÅLINGER	33
2.5.1	<i>Utførelse</i>	34
3.	RESULTAT	35
3.1	RESULTAT KVITHAMAR	35
3.1.1	<i>2021 og 2022 tilsammen</i>	35
3.1.2	<i>2021 vs 2022</i>	36
3.1.3	<i>Med eller uten såbedsharv</i>	37
3.2	RESULTAT VÆRNES	38
3.2.1	<i>2021+2022</i>	38
3.2.2	<i>2021 vs 2022</i>	39
3.2.3	<i>Med eller uten såbedsharv</i>	40

3.3	DIESELMÅLINGER	41
4.	DISKUSJON	42
4.1	AVLING 2021 OG 2022	42
4.1.1	<i>Værnes</i>	42
4.1.2	<i>Kvithamar</i>	43
4.2	JORDARBEIDING HØST ELLER VÅR.....	44
4.3	HVILKEN HARV ER BEST VED REDUSERT JORDARBEIDING?	45
4.4	DIREKTESÅING.....	46
4.5	SÅBEDSHARV	47
4.6	SPARING AV DRIVSTOFF OG ARBEIDSTID?	47
5.	KONKLUSJON	50
6.	LITTERATURLISTE	51

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for oppgaven

Jeg har valgt å skrive om dette temaet, siden jeg ønsker å overta en korngård og ønsket å se på mulighetene for en bedret økonomi for kornbonden. Jeg ville undersøke om redusert jordarbeiding fører til gode avlinger og en enklere våronn for kornbonden i Trøndelag.

Jeg kom i kontakt med Norsk Landbruksrådgivning (NLR) Trøndelag, ved Truls Olve Terjesønn Hansen, som var inne i et prosjekt som heter KlimaKorn. Dette er et prosjekt der NLR Trøndelag skal prøve å finne ut om den teknologiske utviklingen på utstyr har gjort at redusert jordarbeiding har blitt aktuelt på vårkorn i Trøndelag. Målet med dette prosjektet er å finne teknikker innen redusert jordarbeiding som er tilpasset trønderske forhold. Et annet mål med prosjektet er å vise bønder i Trøndelag at man kan utsette jordarbeidingen fra høsten til våren. Med et kort vindu med laglighet i jorda om våren, har spesielt høstpløying vært utbredt i Trøndelag. Dette har flere utfordringer med tanke på klima og erosjon. NLR ønsker å vise at redusert jordarbeiding kan være en løsning for å kunne etablere såbed på en kortere tidsperiode, og på denne måten gjøre det mulig for bøndene å flytte jordarbeidingen til våren.

1.2 Oppbygging av jorda

Jorda består av fast materiale og hulrom. Det faste materiale består av mineralmateriale og/eller organisk materiale. Mineralmaterialet som er i jorda, definerer hvilken type jord man snakker om. Det deles inn i kornstørrelsen. Det kan defineres som stein, grus, sand, silt og leir. Ofte består jorda av flere forskjellige kornstørrelser. (Børresen, 2004, s.4).

Hulrommene eller porene i jorda består av enten vann eller luft. Forholdet mellom vann og luft avhenger av fuktighetstilstanden til jorda. Planter er avhengig av både vann og luft for å vokse. I de store porene i jorda finner vi ofte luft, mens vann finnes ofte i de små porene. Når jord er vannmettet, er alle porene i jorda fylt med vann. Det gjør at planta har dårlig vekstforhold. Porene fungerer også som transportvei for vann, luft og næringsstoffer. (Børresen, 2004, s.5).

Planta bruker oksygen til å vokse, men samtidig avgir planta karbondioksid, som jorda må kvitte seg med. Har jorda dårlig luftutveksling er det ofte at planta utsettes for

karbondioksidforgiftning og ikke oksygenmangel. Skorpedannelse kan være et eksempel på en årsak til dårlig luftutveksling. (Børresen, 2004, s.5).

1.2.1 Ulik jord har ulike egenskaper

Sandjord består av store porer. Det vil si at den har liten spesifikk overflate, som betyr at jorda har liten evne til å holde på vann og næringsstoffer. Sandjord har rikelig med luft. Jorda blir varmet opp fort og tørker raskt. (Børresen, 2004, s.7).

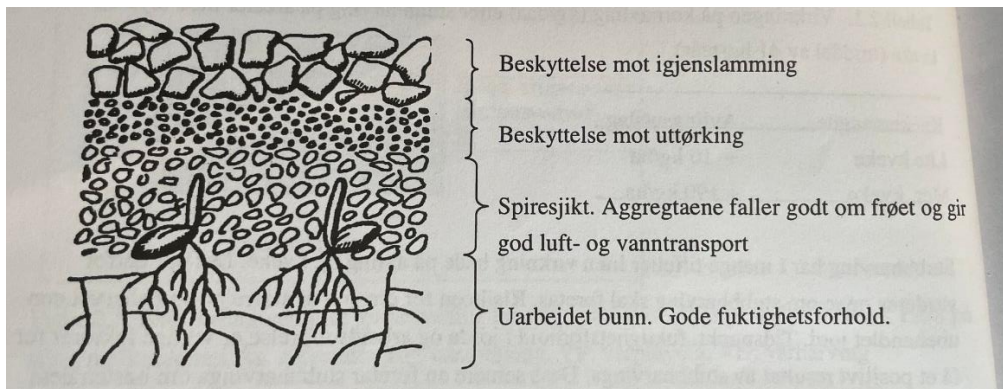
Silt består av partikler som er mindre enn sand, men større enn leire. Siltjorda inneholder mye nyttbart vann og har stor kapillær ledningsevne. Kapillær ledningsevne vil si at jorda transporterer vann fra dypere lag og opp til matjorda. Denne evnen gjør at siltjord er tørkesterk, men vanskelig i fuktige år. Da kan jorda transportere for mye vann, slik at det blir mangel på luft hos plantene. Strukturdannelse og aggregering er ofte dårlig på siltjord og jorda er utsatt for erosjon, jordpakking og skorpedannelse. Redusert jordarbeiding gir mer halm og planterester nær overflaten. Det er et godt tiltak for å redusere skorpedannelse. Ulempen med redusert jordarbeiding i forhold til pløying er at ploegen har full gjennomskjæring og stopper den kapillære ledningsevnen helt. Det gjør at kornet er mer utsatt for drukning i siltjord, ved redusert jordarbeiding i fuktige år. Dette problemet er større jo tidligere man sår kornet om våren. (Børresen, 2004, s.7).

Leire er de minste jordpartiklene. Leirjord har stor lagringsevne for vann, men mye av vannet er ikke tilgjengelig for plantene. Den kapillære ledningsevnen er svak. Leirjord må ofte dreneres under norske forhold. Lufttilgangen til planterøttene kan være problematisk. En egenskap som er viktig med tanke på timing på jordarbeiding, er at leire blir plastisk ved fukting og fast ved opptørking. Det fører til at vanninnholdet i jorda ved jordarbeiding har stor betydning for resultat og trekraftbehovet. (Børresen, 2004, s.7).

Leirjorda bør bearbeides og såes raskest mulig når den er laglig. Grunnen til dette er at overflata er meget tørr når bearbeidingen kan starte. Jo mer leire jorda har, jo mindre fuktighetsområde er jorda smuldrende på. For å sikre at kornet får god vanntilgang til spiring bør kornet såes raskest mulig etter såbedstillaging. Såbedet bør være fint. Helst bør minst 50% av aggregatene være mellom 0,5 og 5 mm. (Børresen, 2004, s.15).

Jord vil ofte ha en blanding mellom de tre ulike jordtypene ovenfor. Dermed vil de fysiske egenskapene til forskjellig type jord være mer komplisert.

1.2.2 Det ideelle såbed



Figur 1. «Det ideelle såbed» fra (Børresen, 2004, s.34).

For å sikre at planta vokser best mulig er det nødvendig å lage et ideelt såbed. Planta skal ha nok vann og luft og ikke ha problemer med å vokse opp gjennom overflata. For å sikre vanntilgang bør kornet plasseres på en ubearbeidet såbunn. (Børresen, 2004, s.33). Ofte brukes en såbedsharv til dette. Det er viktig at denne harva går jevnt over hele åkeren, og at såmaskina legger kornet på samme dybde hele åkeren. Vanlig sådybde og harvedybde i vårkorn er 3-5 cm.

Jorda rundt frøet bør være mindre jordpartikler for å sikre spireråmen. Da legger jorda seg godt om frøet og sikrer god luft- og vanntransport. Jorda over frøet bør helst ha litt større jordaggregater. Dette er for å hindre uttørking og skorpedannelse. For små aggregater på toppen, gjør at vanntransporten ned i moldsjiktet blir redusert. Børresen skriver at et fint såbed gir som regel bedre spireforhold enn et grovt såbed. (Børresen, 2004, s.33).

1.3 Jordarbeiding

Jordarbeiding kan defineres på flere måter. Tørresen et al beskriver jordarbeiding slik: «Jordarbeiding er en fellesbetegnelse på ulike metoder å bearbeide jorda på for å gjøre den klar til såing» (Tørresen et al., 2015, s.2).

Marti definerer jordarbeiding i fire punkter slik: (Marti, 1984, s.94)

Formålet med jordarbeiding er:

- Tillaging av såbed
- Ugraskontroll

-
- Istandsetting av overflaten for å øke inntaket av vann og få kontroll med erosjon
 - Nedmolding av husdyrgjødsel o.l. for å redusere forurensing.

Det er vanlig å dele jordarbeiding i to grupper: primær jordarbeiding og sekundær jordarbeiding. Primær jordarbeiding er den første jordarbeidingen som skjer etter forrige års avling. Dette er en grov jordarbeiding. Her brukes ofte plog, skålharv eller kultivator. Sekundær jordarbeiding er jordarbeidingen som skjer mellom primær jordarbeiding og såing. Sekundær jordarbeiding er ofte for å lage et fint såbed. Her brukes blant annet skålharv, tindeharv og/eller slodd.

Jordarbeiding kan ødelegge jordstrukturen. Hver eneste bearbeiding av jorda påvirker strukturen. Jordarbeiding reduserer mest makroporene, men også mikroporene i jorda. Dermed er det porene i jorda som inneholder luft som blir pakket mest av jordarbeiding. Jordpakking gir ofte redusert infiltrasjon og vannledningsevne. Da blir dreneringen dårligere og risikoen for erosjon øker. (Børresen, 2004, s.75).

I prioritert rekkefølge så er disse de viktigste årsakene til jordpakking ifølge Tørresen et al: (Tørresen et al., 2015, s.5).

1. Vanninnhold i jorda
2. Antall kjøring
3. Maskinens totalvekt
4. Lufttrykk i dekkene og dimensjon
5. Kjørehastighet
6. Hjulsluring

Sammenlignet med pløying gir redusert jordarbeiding gjennom harving eller direktesåing lavere kjørelastninger, siden man kjører færre ganger. Kjøremengden blir 30-40% mindre når pløyingen erstattes med harving. (Tørresen et al., 2015, s.4). Det gir mindre risiko for varig pakking av undergrunnsjorda, men det gir en større risiko for pakking av øvre deler av matjorda. Det vil si at man må være påpasselig med jordpakking ved redusert jordarbeiding. (Kværnø et al., 2020 s.6).

Jordpakking reduserer evnen jorda har til å produsere korn. På kort sikt er det pakking i matjorda som gir størst reduksjon i avling. Derimot er det enkelt å ordne opp i slik jordpakking. Til dette er pløying klart best. Jordpakking lengre ned i jorda gir ikke like stor avlingsnedgang.

Likevel er denne jordpakkingen verst. Grunnen til dette er at det er svært vanskelig å løse opp disse skadene. Det er veldig usikre data på hvor bra dyp jordarbeiding fungerer mot jordpakking. Dype pakkeskader gir en tilnærmet varig avlingsnedgang. (Tørresen et al., 2015, s.4).

De faktiske forholdene i jorda som endres ved jordpakking er at fastheten øker, luftvolumet reduseres og evnen til å transportere overflødig vann avtar. Dette gir dårligere vekstforhold for planta, siden planta trenger rikelig med luft. Det er også uheldig for planta hvis jorda ikke klarer å kvitte seg med vann, slik at det blir liggende over lang tid på overflaten. En annen fare ved at jorda ikke klarer å kvitte seg med vann like raskt, er større fare for erosjon. Da kan mer jord blir med vannet bort fra jordet. På toppen av jordet er ofte den beste jorda, så på denne måten blir jorda dårligere og dårligere. (Tørresen et al., 2015, s.5).

1.3.1 Ulike typer jordarbeiding

Konvensjonell jordarbeiding (pløyning)

I denne oppgaven bruker jeg definisjonen konvensjonell jordarbeiding eller pløyning om jordarbeiding med veltefjølsplog til 15-25 cm dybde enten høst eller vår. I tillegg brukes det slodd og/eller såbedsharv før såing.

Plogen vender jorda på hodet. Det vanligste er å pløye på 15-25 cm dybde. Overflata etter pløyning er relativt fri for planterester. Det forebygger plantesykdommer, siden flere av de mest utbredte plantesykdommene, eksempelvis grå øyeflekk, overlever på planterester. Plogen er ypperlig til å rette opp i pakkeskader i plogsjiktet og er den klart beste mekaniske måten å bekjempe ugras. Forsøk fra 1982 viste at pløyning på lettleire med 24 cm dybde hadde 10 kg mer avling per dekar enn dybde på 18 cm. Disse resultatene kunne i hovedsak sees i sammenheng med bedre ugrasbekjempelse. Nylige forsøk har derimot vist at grunnere pløyning har minst like bra avling som dypere pløyning. Børresen mente at årsaken er at ugras, som kveke, i større grad kontrolleres med glyfosat. (Børresen, 2004, s.29).

Mengden organisk materiale i jorda endres ikke av pløyedybde, men det er en endring i hvor det organiske materiale legger seg. Jo grunnere pløyning, jo mer organisk materiale blir liggende nær overflata. Dette fører til at porestørrelsesfordelingen blir mer gunstig i de øvre lagene. I tillegg blir bruddfastheten i jorda tilnærmet 50% mindre for grunn pløyning sammenlignet med dyp pløyning. Dette er en fordel på leirjord med tanke på transport av vann, luft og næringsstoffer i jorda. (Børresen, 2004, s.30).

Etter pløying må man bearbeide jorda for å gjøre klart til såing. Her bruker enkelte slodd før såbedsharv. Enkelte bruker kun såbedsharv. Det er mulig å bruke såbedsharv med sloddeplanke. Man bør harve på den dybden man skal så kornet, for å skape såbunnen kornet skal ligge på. Man bør vurdere om man må harve flere ganger for å få et fint nok såbed.

Redusert jordarbeiding

Redusert- eller pløyefri jordarbeiding defineres som det samme. Da brukes det ofte en jordfres, skålharv eller kultivator i stedet for pløying. Disse brukes ofte fra 5-15 cm dybde.

Det er mange måter å drive redusert jordarbeiding på. Hovedtrekket på alle mulighetene er at man ikke pløyer jorda. Man kan ha jordarbeiding kun på våren eller både høst og vår. Man kan bruke såbedsharv for å sikre sålen til såkornet. Det kan være en fordel å bruke såmaskin med skåler, siden det kan være halm i overflaten. (Børresen, 2004, s.35).

Skålharv

Skålharven løfter og kaster jorda i lufta. Skålharvene har ofte to rekker med skåler der den første rekken med skåler en vinklet en vei og den andre rekken med skåler en vinklet motsatt vei. Dette gjør at harva holder seg rett bak traktoren og kaster jorda i lufta to ganger. For å sikre at skålene roterer er skålene ofte taggete. Det er viktig å kjøre raskt med en slik harv for å blande jorda skikkelig. Gjerne 12 km/t eller raskere. Skålharvene kan være utstyrt med ribbetrommel eller pakkevals, for å få en jevn overflate. Skålharven kan bli brukt til både primær- og sekundær jordarbeiding.

Kultivator

Kultivator er et redskap for primær jordarbeiding som er basert på tinder. Tindene søker ned i jorda, og er dermed bedre på å løsne pakket jord enn eksempelvis skålharven. Det er vanlig med pakkevals eller ribbetrommel bak tindene. Man får ofte en jevn og fin flate etter en kultivator. Da blir det enkelt å utføre sekundær jordarbeiding eller eventuelt såing. Høy vibrasjonseffekt på tindene sikrer oppløsning av jordklumper og god blanding av jorda. (Kverneland, u.å.). Ulempen med en kultivator i forhold til skålharv er at den løfter opp stein.

Direktesåing

Direktesåing menes at det ikke utføres noe jordarbeiding før såing. Her er det kun såmaskinen som gjør noe jordarbeiding. Såmaskinen lager et mikrosåbed rundt frøet. Har såmaskinen skåler, så er det disse skålene som lager en findeling av jorda der frøet blir lagt. Det er viktig at treskeren kutter halmen godt, eventuelt at halmen fjernes før såing. (Børresen, 2004, s.35).

1.3.2 Ulik jordarbeiding ved ulike jordtype?

Ulike jordarter har ulike egenskaper. Gamle forsøk med redusert jordarbeiding og direktesåing viste at halmrester hadde ulike betydning på ulike jordarter. Dette mente Riley hadde sammenheng med ulike luftveksling hos jordartene. (Tørresen et al., 2015, s.9). Leire har ofte stor luftutveksling, mens jord med lite leire og siltjord har mindre luftutveksling, spesielt uten pløying. Det kan føre til dårlige spireforhold ved mye halm i overflaten.

Forsøk har vist at tidlig såing uten pløying på siltjord kan føre til drukning av såkornet ved bløte forhold etter sping. Dermed har vårpløying blitt anbefalt på siltjord. Grunnen til dette er at siltjorda har mindre luftkapasitet, og jordarbeiding uten pløying gjør at mer av porene fylles med vann. Det kan gjøre at kornet ikke får nok luft på siltjord. (Børresen, 2004, s.42). På leirjord har man andre erfaringer. Her har høstpløying ofte vært best. Harving både høst og vår har vært bra, og ofte bedre enn vårpløying. Bare vårharving har vært mindre vellykket. Også på siltig sand har man sett noe lavere avling uten pløying. Forskerne mener dette trolig er i samsvar med økt jordtetthet i nedre matjordsjikt. (Tørresen et al., 2015, s.9).

På moreneletteleire har det vært utbredt med redusert jordarbeiding i mange år. Her viser middeltallene at det har vært liten endring, om noe endring. De årene det har vært forskjell har det ofte vært at redusert jordarbeiding har slått dårligere ut ved fuktige forhold, mens redusert jordarbeiding ofte har vært bedre enn pløying ved tørre forhold. Ved gode kornår skriver Tørresen at det er en tendens til at pløying er best. (Tørresen et al., 2015, s.9). Jordaggregatene har vist seg å ha en større stabilitet på upløyd jord enn pløyd jord. Det har også vist seg at grunn vårpløying har gitt mer aggregatsstabilitet enn høstpløying. Dette er viktig for å hindre erosjon og unngå dannelse av jordskorpe etter mye nedbør. (Tørresen et al., 2015, s.9).

Også Børresen sier at lettleire er god jord til redusert jordarbeiding. Her skrives det at man har mange muligheter til jordarbeiding. Den kan vårpløyes, men det er ofte bedre å benytte seg av redusert jordarbeiding eller direktesåing på slik jord. (Børresen, 2004, s.15).

Tørkesvak sandjord, ofte sandjord med lite silt og med store aggregater, bør ikke pløyes om våren, fordi jorda taper mye vann fra plogsjiktet. Hvis sandjorda har lite organisk materiale og pakkes lett, kan den være vanskelig å drive uten pløying. Sandjord regnes som usikker jordart til direktesåing i England. (Børresen, 2004, s.11).

1.3.3 Endring i luft- og fuktighetsforhold i jorda ved redusert jordarbeiding

Redusert jordarbeiding endrer jordtettheten i jorda, og dermed også luftveksling og vannlagring. Det er noe variasjon i forskningen. Marti fant kun 1-2% nedgang i luftfylt porevolum, mens andre har vist større forskjeller. (Børresen, 2004, s.40). Ved harvebaserte jordarbeidinger er endringen størst under harvedybden, men det er også en liten økning over harvedybden. Ved direktesåing er økningen størst i de øverste centimeterne. Ved begge tilfeller vil dette føre til en lavere luftpermeabilitet, men mer tilgjengelig vann hos plantene. Dette har også sammenheng med at moldinnholdet økes i de øverste lagene. (Børresen, 2004, s.42).

Dette, i sammenheng med ulike egenskaper hos ulike jordarter, er grunnen til at redusert jordarbeiding kan være lite gunstig på siltjord. Dette er en jordart som har liten luftkapasitet i utgangspunktet, og får enda mindre uten pløying. Ved mye regn etter såing kan kornet få for mye vann og for lite luft for å vokse best mulig. Halm kan også skille ut sirehemmende stoffer under anaerobe forhold. Forsøk viser at å utsette såtiden ved redusert jordarbeiding på siltjord er avgjørende. Forsøk fra 1982-1983 viste at såing 2.mai hadde kornavling på under 200 kilo per dekar på vårharvet og under 250 kilo per dekar på høstharvet jord. Såing 27.mai viste at høstpløyd, høstharvet og vårharvet jord hadde liten forskjell. Alle tre alternativene ved såing 27.mai hadde i underkant av 400 kilo per dekar. (Børresen, 2004, s.42).

I år som er tørre har redusert jordarbeiding vist seg å være gunstig. Dette er i sammenheng med at plantene har mer tilgjengelig vann. Forsøk på Kise i 1980-1983 viste dette tydelig. 1982 og 1983 var tørre år, og i disse årene ble avlinga 11% større ved harving i stedet for pløying. I 1980 og 1981, som var mer normalår, var det liten forskjell på avling mellom de ulike jordarbeidingstypene. (Børresen, 2004, s.48).

1.4 Tidspunkt for jordarbeiding

Bonden har mye å tenke på når det gjelder tidspunkt for jordarbeiding. Det er kjent at utsatt såing normalt fører til avlingstap, siden vekstsesongen blir kortere. Dilemmaet bonden står ovenfor er at det også blir avlingstap ved jordarbeiding ved ulaglige forhold. Dette fører til jordpakking, som igjen fører til avlingstap. Hugh Riley viser til en kurve basert på mange års norske såtidforsøk når han referer til avlingstap ved utsatt såing. Denne kurven viser full

avlingspotensiale for såing før 21. april, 5% tap ved såing 5. mai, 15% tap ved såing 15. mai og 30% tap ved såing 25. mai. Såing etter 24. juni gir total avlingssvikt. (Riley, 2017, s. 5).

Riley referer også til en kurve for avlingstap ved pakking av matjorda. Denne kurven sier at det ikke blir tap av avling ved våronn på jord med vanninnhold på under 70% av feltkapasitet, 4-7% tap ved 80-85% av feltkapasitet og 10-15% tap ved 90-95% av feltkapasitet. (Riley, 2017, s. 5).

Kombinerer man disse to kurvene finner man ut at såing før 21. april med jord under 70% vanninnhold i forhold til feltkapasitet, forventes det å få full potensiell avling for jordart og region. Utsettes såingen til 30. mai får man kun 60%, 55% og 50% avling ved henholdsvis 70%, 85% og 95% fuktighet av feltkapasitet. (Riley, 2017, s. 6).

Riley ordnet en oversikt over antall laglige dager for jordarbeiding. Denne viser stor forskjell på Sør-Østlandet og Midt-Norge. I gjennomsnitt var det 28 dager med feltkapasitet under 90% på sandjord i Midt-Norge og 40 dager i Sør-Østlandet. Når det gjelder leir- og siltjord er det 15 dager i Midt-Norge og 26 på Sør-Østlandet. Standardavvikene var ca. 10 dager. Riley fant enkelte år med store svingninger, men fant ingen tidstrend. (Riley, 2017, s.6)

Selv om Riley ikke fant en tidstrend, mener flere at antall laglige dager om våren kan endres. Dorothee Kolberg skriver at mange klimaforskninger sier at det blir en lengre vekstsesong i Nord-Europa, men at det nødvendigvis ikke tilsier tidligere såing. Man predikerer mer nedbør på vinter og vår i nordlige regioner. Dette kan tilsi at det blir vanskeligere å få jorda til laglig tilstand, som kan føre til kortere og mer variert tidsrom der jorda er laglig nok til jordarbeiding. (Kolberg et al, 2018, Abstract).

Kolberg fant i sin studie at antatte klimaendringer førte til bedre forhold til jordarbeiding om våren og høyere potensiell avling på Sør-Østlandet. Resultatene i Midt-Norge var at de fant en større variasjon av laglighet og potensiell avling. I tillegg fant de en større risiko for ekstremt ugunstige år. (Kolberg et al, 2018, Abstract)

1.4.1 Jordarbeiding høst eller vår

Det er flere fordeler og ulemper med å jordarbeide om høsten. En fordel med slik jordarbeiding er å få blandet halmen inn i jorda og starte omdanningen av den. Dette kan eksempelvis gjøres med en grunn stubbharving på 6 cm rett etter tresking. (Seehusen & Henriksen, 2020, s.112). Det er flere fordeler med å fjerne halm fra overflaten. Halmen kan inneholde sykdommer som

smitter kornet kommende år. Dette gjelder spesielt under ensidig korndyrking. En annen fordel er at halmen er lys, mens jorda er mørk. Blir overflaten mest mulig mørk, absorberer jorda mer varme, som fører til temperaturøkning i overflaten. Dette gjør at jordet blir laglig raskere om våren, og man kan gjøre våronn tidligere.

Ulempen med jordarbeiding om høsten er en større erosjonsrisiko fra jordet. Det er en større risiko for erosjon, jo mer halm som fjernes fra overflaten. Det gjør at jorda er mindre utsatt for erosjon ved harving enn pløying. (Seehusen & Henriksen, 2020, s.112). Denne ulempen har resultert i en tilskuddsordning for å ikke gjennomføre jordarbeiding om høsten. Denne tilskuddsordningen kalles regionale miljøtilskudd. I Trøndelag søker man om dette til Statsforvalteren i Trøndelag. Her er det ulike tilskuddssatser for ulike erosjonsrisiko på jorda. Dette spriket var fra 37 til 288 kroner per dekar i 2021. (Statsforvalteren i Trøndelag, 2022)

Det er mange forskjellige muligheter når det gjelder jordarbeiding om høsten. I forsøket til Seehusen hadde de seks forskjellige muligheter de brukte. De valgte enten ingen jordarbeiding eller stubbharving rett etter tresking. Senere på høsten valgte de enten ingen jordarbeiding, harving 15 cm dypt eller pløying på 25 cm dybde. De kombinerte disse mulighetene. De beste resultatene når det gjelder halm på overflaten var ved en stubbharving etterfulgt av enten dyp harving eller pløying. Resultatene viste også at stubbharving hadde stor effekt i forhold til ingen jordarbeiding. (Seehusen & Henriksen, 2020, s.112).

Erosjon fra jordet er uheldig både for klimaet og for bonden. Dette er spesielt utsatt ved store nedbørmengder og i snøsmelting. Erosjon fører til tap av næringsstoffer fra jordet. Dette er uheldig for bonden, siden all næringen helst skulle vært til stede for plantene som skal såes til våren. Dette er også et problem for vassdrag. Næringsrik jord i vassdrag kan føre til overgjødning av vannet. Da kan man få algeoppblomstring som er uheldig for fisk og andre organismer. (Kværnø et al., 2020, s.1).

Forsøk fra Nibio viser at det forsvinner mindre jord fra åkeren med en høstharving enn høstpløying. Det var litt forskjeller med tanke på dybde på harvingen og hvor mye halm som fjernes fra overflaten. Resultater fra Seehusen & Henriksen viser at man ikke trenger å harve dypere enn 6 cm for å få en effekt. (Seehusen & Henriksen, 2020, s.112). Faren for erosjon er minst ved ingen jordarbeiding om høsten. (Kværnø et al, 2020, s.5). Tørresen et al skriver at høstharving egner seg på leirjord, mens kun vårharving fungerer bra på lettere, veldrenerte jordarter. (Tørresen et al., 2015, s.2).

1.5 Redusert jordarbeiding som klimatiltak?

Tidligere har redusert jordarbeiding blitt solgt inn som et klimatiltak. Grunnen til dette er at man antok at redusert jordarbeiding ville binde mer karbon i dyrka mark. Nyere studier viser at det ikke er forskjell på binding av karbon mellom pløyd jord og ikke-pløyd jord. Man bedrer heller ikke nedgangen i moldinnhold i jorda som skjer ved ensidig korndyrking. Dette vil si at selve jorda ikke blir drevet mer klimavennlig ved redusert jordarbeidingen enn ved pløying. (Tørresen et al., 2015, s.6).

Derimot er det enkelte parametere som kan regnes som klimavennlig ved redusert jordarbeiding. Dette er i hovedsak besparelse i drivstofforbruk. Det gjelder også mindre avrenning av jordene, siden disse arealene ikke høstpløyes. (Tørresen et al., 2015, s.6).

En faktor som ikke er positiv ved redusert jordarbeiding, er økt forsuring i toppjorda. Grunnen til det er at man ofte bearbeider jorda grunnere enn ved pløying. Det gjør at jorda danner mer lystgass (N₂O) i forhold til nitrogen (N₂) ved nedbryting i jord. Dette fører til et større behov for kalking, som igjen fører til mer frigjøring av bundet CO₂. (Tørresen et al., 2015, s.6).

1.5.1 Plantevernmidler

Det er kjent at jordarbeiding uten pløying kan føre til problemer med ugras. Dette gjelder både ett- og toårige frøugras og rotugras som kveke. Studier viser at pløying er klart best mot ugras. Studier viser også at lett høstharving gir mindre ugras enn vårharving, men direktesåing gir betydelig mer ugras enn vårharving. (Tørresen et al., 2015, s.7).

Mye ugras fører til en betydelig avlingsreduksjon. Det betyr at man er avhengig av å bekjempe ugraset. Når det gjelder overvintrende ugras er det glyfosat som er mest effektiv. Redusert jordarbeiding fører til et større behov av kjemisk bekjempelse av slike ugras. Det samme gjelder for frøugras i vekstsesongen. (Tørresen et al., 2015, s.7).

Når man bruker kjemiske midler oftere, øker man risikoen for resistens. Resistens betyr at planta er motstandsdyktig og at sprøyting ikke fungerer. Redusert jordarbeiding kan øke risikoen for resistens, både på grunn av hyppighet av sprøyting, men også at man ikke blander frøene så dypt i jorda. Da blir det raskere flere generasjoner av ulike typer ugras. For å unngå utvikling av resistens anbefaler Tørresen et al at det bør pløyes enkelte år. (Tørresen et al., 2015, s.7).

Når det gjelder plantesykdommer er det mye det samme som gjelder. For at kornet skal angripes av en sykdom må planten være mottakelig for sykdommen, smitten må være til stede og vær- og dyrkingsforhold må være optimale for sykdommen. Mange av sykdommene som korn kan angripes av, er sopper som overlever enten i jorda eller på planterester. Sykdommer som overlever på halmstubbene, kan være problematisk ved redusert jordarbeiding. Planterestene blir ikke lagt skjult under jorda slik som ved pløying. Det gjør at planterestene blir enten liggende oppå jorda eller nærmere jordoverflaten. Sykdommene dette gjelder kan være byggbrunflekk, grå øyeflekk og fusarium. (Tørresen et al., 2015, s.7).

Børresen sier at man skulle tro at forskjellene i sykdommer burde vært større ved ikke-pløyd jord enn pløyd jord. (Børresen, 2004, s.61). Derimot så viser forskning at forskjellen ikke er stor. De mener grunnen til dette er at kun lite halm kan være nok til at smitten forekommer. 2-3 lange bladbitere med grå øyeflekk smitter kornet 100% selv om avstanden mellom bitene er 0,5 meter. Dette kan være utfordrende å unngå selv ved pløying. En dansk modell for sykdomsvarsling mener smittefaktoren ved bra pløying er 1. Ved dårlig pløying med mye planterester er den satt til 2. Denne mener jeg kan sammenlignes med harving, eventuelt flere harvinger. I den samme modellen beregnes også vekstskifte. Bygg og havre har som kjent ikke de samme sykdommene, og smittefaktoren med bygg etter et år med havre er 1,2. Forskjellen er stor når man dyrker bygg etter et år med bygg. Da er faktoren 7.

Det viser at et godt vekstskifte er betydelig viktigere enn hvor mye halm som er igjen på overflaten når det gjelder plantesykdommer. Likevel så viser det også at man bør være ekstra nøye med vekstskifte når det er mye halm på overflaten, enn om man pløyer ned all halmen. Børresen sier at ved god planlegging og oppfølging i vekstsesongen skal ikke plantesykdommer være et problem ved redusert jordarbeiding. (Børresen, 2004, s.61).

1.5.2 Besparelse av energi og arbeidstid?

I 1980 og 1981 ble det gjort målinger av drivstoff- og arbeidsforbruk ved ulike jordarbeidingsoperasjoner. Her ble konvensjonell jordarbeiding med pløying, slodding, 2 harvinger, såing og tromling, sammenlignet med direktesåing med deretter tromling og sprøyting mot kveke. Dette ble utført på lettleire i svakt hellende terreng. Resultatene var en besparelse på 75% drivstoff og 60% arbeidstid ved direktesåing. (Børresen, 2004, s.62).

1.6 Problemstillinger

Formålet med oppgaven er å finne ut om redusert jordarbeiding er en metode bønder i Trøndelag kan bruke for å forbedre økonomien. Av denne grunn ønsker jeg å finne ut:

- Får redusert jordarbeiding omtrent samme avling som pløying?
- Er redusert jordarbeiding bedre eller svakere i forhold til pløying enkelte år?
- Hvilket redskap er best og når bør jordarbeidingen skje? Er det forskjeller i jordtyper?
- Er det nødvendig å bruke såbedsharv?
- Hvor mye kan man spare av diesel og arbeidstid ved redusert jordarbeiding?

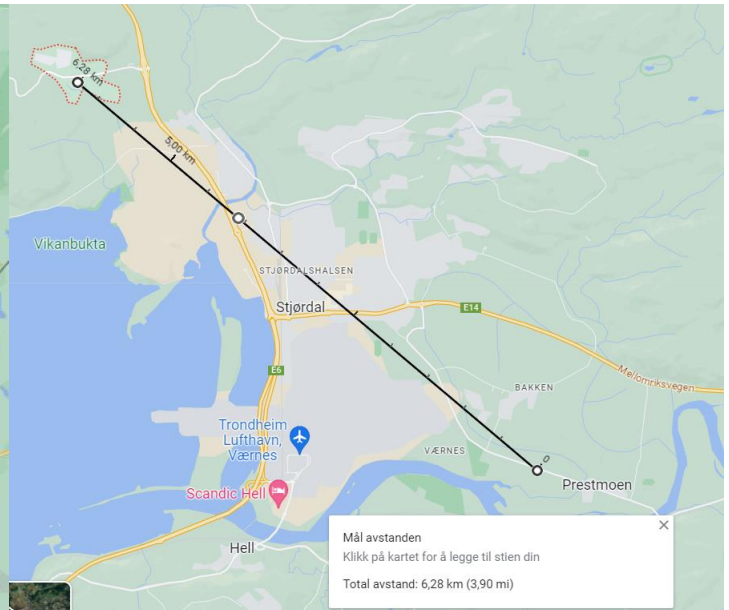
2. Metode (material og metode)

2.1 Beskrivelse av sted og jordtype

Denne utprøvingen ble utført av NLR Trøndelag på to forskjellige steder i Stjørdal Kommune i Trøndelag. Det ble utført på siltig lett-/ mellomleire på Kvithamar og på siltig mellomsand på Værnes.



Figur 2. Kart der Stjørdal kommune er markert. Hentet fra <https://www.google.no/maps/place/Stjørdal/@63.3938972,10.5618932,8.34z/data=!4m6!3m5!1s0x466d129239028d97:0x9481713b2dff98b9!8m2!3d63.4669931!4d10.91169!16zL20vMDE4OXpn?entry=ttu> .



Figur 3. Kart som viser avstanden mellom de to forsøksfeltene. Hentet fra <https://www.google.no/maps/place/7512+Kvithamar/@63.4703874,10.9031146,12.28z/data=!4m6!3m5!1s0x466d3e36e7f197af:0x4ccc1b294fefacbe!8m2!3d63.4902595!4d10.8736414!16zL20vMGJsODJ3?entry=ttu> .

2.1.1 Feltkart

KlimaKorn - feltplan for vekstsesong 2021			56,8																			
			m		3,2	3,2	3	3	3,5	3,5	3	3	3	3,5	3,5	3	3	3	3	3	3,2	3,2
			3,2	6,4	9,4	12,4	15,9	19,4	22,4	25,4	28,4	31,9	35,4	38,4	41,4	44,4	47,4	50,4	53,6	56,8		
			Plog		Gåsefotharv		Gåsefotharv		Skålharv		Direktesåing	Gåsefotharv		Gåsefotharv		Skålharv		Direktesåing	Plog			
			Horsch		Kverneland		Amazone		Väderstad	Kverneland		Horsch		Amazone		Väderstad						
Tidspunkt:			Vår	Høst	Vår	Høst	Vår	Høst	Vår	Høst	Vår	Høst	Vår	Høst	Vår	Høst	Vår	Høst	Vår	Høst		
Sort: Bygg			Dybde:	15 cm	20 cm	5 cm + 15 cm	5 cm + 7 cm	5 cm + 15 cm	5 cm + 7 cm	5 cm + 15 cm	5 cm + 7 cm	-	5 cm + 15 cm	5 cm + 7 cm	5 cm + 15 cm	5 cm + 7 cm	5 cm + 15 cm	5 cm + 7 cm	-	15 cm	20 cm	
m			Ledd:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	5	6	3	4	7	8	9	1	2
40	10	Såbeddshar	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118		
	10	U/ såbedsh	201	202	203	204	205	206	Hor	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218		
	10	Såbeddshar	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318		
	10	U/ såbedsh	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418		

Figur 4. Feltkart over jordarbeidingsfeltene.

Kolonnene i feltet er de ulike redskapene og hvilket tidspunkt som er kjørt. Det er ni ulike jordarbeidinger. Alt har to forskjellige gjentak, altså at det er 18 kolonner.

Det er fire rader, der to av de er harvet med såbeddsharv og to rader som ikke er harvet. Det er 72 ruter i dette forsøket.



Figur 5. Forsøksfeltet på Værnes før såing. Foto: Truls O. T. Hansen.

2.2 Analyser

Jeg utførte 7 analyser i denne oppgaven. Seks av analysene ble utført med data fra feltkartet. Tre analyser fra Værnes og tre analyser fra Kvithamar. Dieselmålingen ble utført på Værnes, men feltkartet ble ikke benyttet. Excel ble brukt som analyseverktøy. For de seks analysene fra feltkartet brukte jeg «Variansanalyse: To-faktor med tilbakelegging». Siden jeg hadde kun en dieselmåling per redskap og dybde brukte jeg «Variansanalyse: To-faktor uten tilbakelegging» her.

Alle avlingstall er omgjort til 15% vanninnhold.

2.2.1 Analyser 2021 og 2022 tilsammen

Dette er en analyse der avlingstall fra både 2021 og 2022 er sammenslått for de ulike redskapene. På Værnes er det her 16 ulike replikater for hver kategori. Grunnet manglende data i enkelte ruter i 2022 på Kvithamar er det 12 replikater her. Det er like mange replikater fra hvert år. To tilfeldige replikater er tilfeldig fjernet fra 2021 for å få like mange replikater hvert år.

2.2.2 Analyser 2021 vs 2022

Her er analysen for å se om det er forskjeller mellom årene. På Værnes er det 8 replikater for hvert redskap hvert år. Grunnet manglende data på Kvithamar i 2022 ble det bare 6 replikater for Kvithamar.

2.2.3 Med eller uten såbedsharv

Dette er analysen for å finne ut om det er nødvendig med såbedsharv etter primærjorderbeidingene. På Værnes var det 16 replikater for hvert redskap og på Kvithamar var det 12 replikater. To tilfeldige replikater ble fjernet fra 2021 for å få like mange replikater hvert år.

2.3 Utstyr

2.3.1 Amazone Catros+ 3003



Figur 6. Amazone Catros+ 3003. Foto: Truls O. T. Hansen.

Amazone Catros+ 3003 er ei skålharv som har to rekker med 12 skåler. Den første rekken er vinklet for å kaste jord til den ene siden, og den neste skålrekken er vinklet for å kaste jord tilbake til den andre siden. Bak harva er det en pakkevalse som sikrer at jorda blir jevn. Den presser også ned stein. Harva vi brukte er tre meter bred og trepunktsmontert.

2.3.2 Horsch Terrano 3 FX



Figur 7. Horsch Terrano 3 FX. Foto: Truls O. T. Hansen.

Horsch Terrano er en av to kultivatorer vi brukte. Denne harva har ti tinder fordelt på tre rekker, og en skåltrekk på 8 skåler som jevner den oppløftende jorda. I tillegg er den en pakkevalse. Harva er tre meter bred og trepunktmontert.

2.3.3 New Holland STX V 300R



Figur 8. New Holland STX V 300R. Foto: Peder Kvaal.

Den andre kultivatoren som ble brukt er New Holland STX V 300R. Denne harva har 12 tinder fordelt på fire rekker, 12 skåler og en pakkevalse. Forskjellen på denne harva i forhold til Horsch Terrano er at tindene er utformet slik at de beveger seg betydelig mer i jorda.

2.3.4 Kverneland ES80 plog



Figur 9. Kverneland ES80. Foto: Peder Kvaal.

Plogen som ble brukt er Kverneland ES 80. Dette er en fireskjærs vendeplø. Den er utstyrt med forpløger og har kropp 28 velteføl. Bredden per skjær er 45 cm, altså er arbeidsbredden på pløgen 1,8 meter.

2.3.5 Vaderstad NZ 500



Figur 10. Väderstad NZ 500. Foto: Truls O. T. Hansen

Väderstad NZ 500 er en fem meter bred såbedsharv på slep. Den er utstyrt med tinder og etterharv med tinder.

2.3.6 Tume Super Nova Combi



Figur 11. Tume Super Nova Combi. Hentet fra: (Felleskjøpet, u.å.).

Såmaskinen som ble brukt er Tume Super Nova Combi med en arbeidsbredde på tre meter. Dette er en såmaskin som er egnet for direktesåing, redusert jordarbeiding og konvensjonell jordarbeiding. Gjødsel og korn såes i samme skållabb, men på to ulike dybder. Foran hver skållabb er det et dybdehjul. Den sikrer nøyaktig sådybde, selv om jorda er ujevn. Bakerst på

såmaskinen er det en hjultrommel som tromler åkeren jevn og en etterharv med tinder. (Felleskjøpet, u.å.).

2.4 Feltarbeid

Jordarbeiding ble utført med samme utstyr og formål begge årene. Det gjelder også dybde på jordarbeidingene. Alt feltarbeid ble gjennomført av NLR Trøndelag.

2.4.1 Vekstsesongen 2021

For vekstsesongen 2021 ble det utført høstpløying på 20 cm dybde og høstharving med skålharven og begge typene kultivator på 5 cm dybde. Disse jordarbeidingene ble utført 7. oktober.

Når våren kom, ble det utført pløying på 15 cm dybde 15. mai. Andre jordarbeidinger ble utført 20. mai. Dette gjelder områdene som ble høstharvet, som ble nå harvet på nytt på 7 cm dybde. For områdene som bare skulle vårharves ble disse harvet to ganger på 5 og 15 cm dybde. Områdene som skulle såbedharves ble dette på samme dato.

Såing ble utført 22. mai. Her ble Brage, 6 radsbygg, sådd. Det ble sådd 20 kg såkorn per dekar. Under såing ble også kornet gjødslet med 46 kg per dekar med NPK 22-3-10.

Feltet ble ugrassprøytet med Starane XL (60ml) + Flurostar (40ml) 27.juni. Feltet ble sprøytet for sopp med Delaro pluspack (30ml + 30ml) 7.juli.

Forsøksfeltet ble tresket og avlingsregistrert 9. oktober.

2.4.2 Vekstsesongen 2022

For 2022 ble de samme jordarbeidingene som for 2021 utført, men til forskjellige datoer, grunnet værforhold. Jordarbeidingene om høsten 2021 ble utført 4. november.

Pløyingen om våren ble utført 24. mai, og resterende jordarbeiding 25. mai. Det eneste forskjellige jordarbeidingen som ble utført i 2022 i forhold til 2021, var at såbedsharven som ble kjørt i 2021 ble erstattet med Globus 450 Crosskill. Grunnen til dette var at det var noe kveke på åkeren, som man ikke ønsket å dra ut i de ulike rutene i forsøksfeltet. Såing ble utført 27. mai med Brage. Det ble sådd 20 kg per dekar. Jordet ble gjødslet med 40 kg per dekar med

NPK 22-3-10. Det ble gjødslet noe mindre enn i 2021, for å sikre at kornet skulle bli treskmodent selv ved sen såing.

Forsøksfeltet ble ugrassprøytet 10. juli med BBCH 32, med Express Gold + MCPA (1,5g + 50 ml). Feltet ble sprøytet for sopp 20. juli med Aviator Xpro (60 ml).

Områdene ble tresket og registrert 22. september.

2.5 Dieselmålinger

20. april 2023 ble det utført dieselmålinger ved hjelp av NLR Trøndelag. Disse målingene ble utført på et jorde ved siden av jordet som ble brukt til forsøkene til redusert jordarbeiding på Værnes. Forkulturen i dette feltet var potet.

Dieselmålingene ble utført med en Valtra N175D 2022 modell med Trelleborg 600/60R28 foran og Trelleborg 710/60R38 bak. Den hadde dekktrykk på 1 bar på framdekkene og 0,8 bar på bakdekkene. Traktoren tilhører Endre Kvaal og sjåføren på traktoren var undertegnede. Det ble utført måling av Kverneland ES 80, New Holland STX V 300R og Horsch Terrano 3 FX, som ble brukt under forsøkene tidligere. I tillegg brukte vi Pöttinger Terradisc 3001 som en representant for skålharver. Dette er en lignende skålharv som i det opprinnelige forsøket, med to rekker med skåler og en pakkevalse.

Det ble utført veiing av traktor med redskap for hvert redskap.

Tabell 1. Utstyr og vekt på traktor ved dieselmåling.

Utstyr	Vekt framaksel	Vekt bakaksel	Totalvekt
Traktor + New Hollandharv	3760kg	6265kg	10 025kg
Traktor + Horschharv	3095kg	6670kg	9765kg
Traktor + Pöttingerharv	3190kg	6065kg	9255kg
Traktor + Kverneland plog	4100kg	6305kg	10 405kg

2.5.1 Utførelse

All kjøring under dieselmålingene ble utført ved hjelp av autostyring for å få best mulig resultat. Vi startet forsøket med å harve to endelinjer for å vite hvor langt vi skulle måle. Det ble ordnet en AB-linje for dette for å vite at disse to linjene var parallelle.

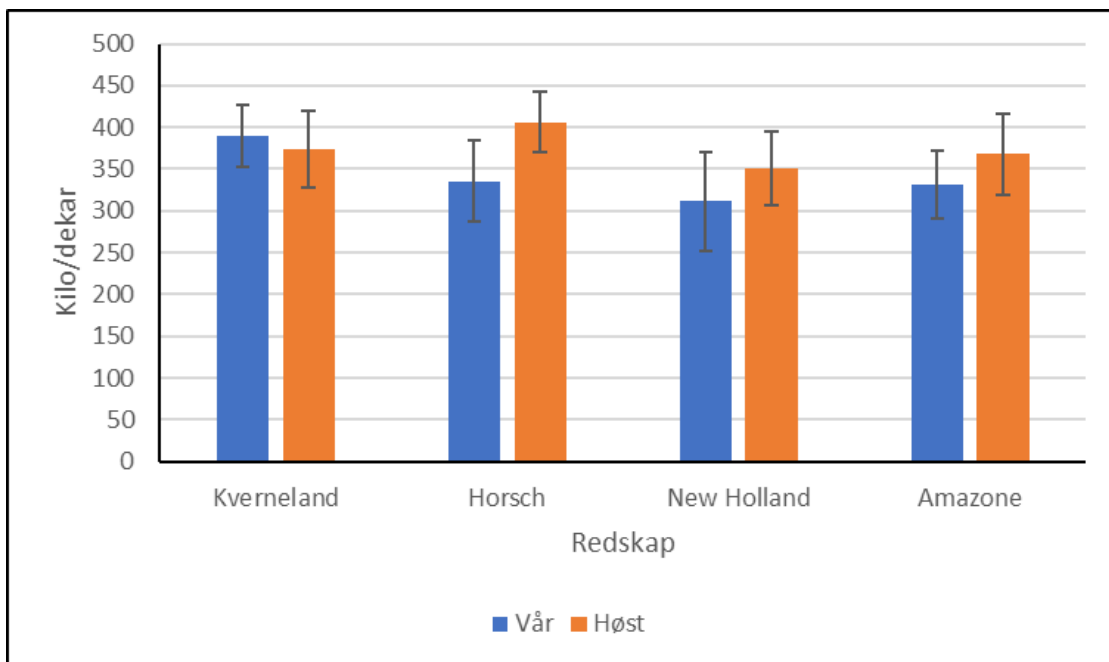
Deretter startet målingene. På alle harvene ble det utført målinger på 7 cm og 15 cm dybde. Dybdene vi brukte på pløyingen var 15 cm og 25 cm. Traktoren har et innebygd dieselmålingssystem som vi brukte. Det ble målt avstand, tid og dieselforbruk. Undertegnede startet og sluttet denne målingen når vi passerte de to endelinjene. Vi kjørte alle målingene to runder. Først den ene veien, så tilbake til utgangspunktet. Dette gjorde vi for å utelukke helling som en faktor.

3. Resultat

3.1 Resultat Kvithamar

3.1.1 2021 og 2022 tilsammen

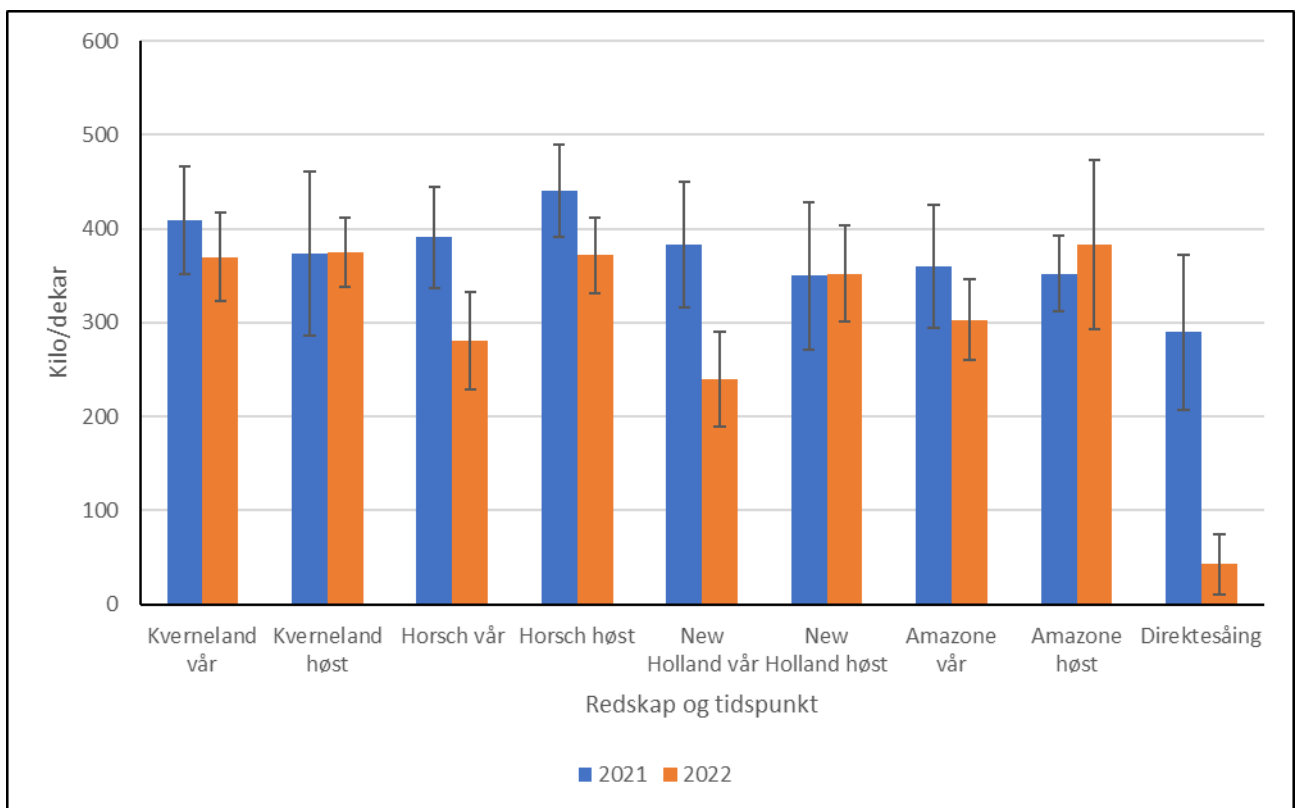
Jeg fant en signifikant effekt av tidspunkt ($F_{1,88} = 4,096$, $P = 0,046$). Jeg fant ingen signifikant effekt av redskap ($F_{3,88} = 1,95$, $P = 0,128$) eller interaksjonen mellom redskap og tidspunkt ($F_{3,88} = 1,22$, $P = 0,307$; Figur 12).



Figur 12. Gjennomsnittlig ($\pm 2SE$) avling kg/daa for 2021 og 2022 til sammen for ulike redskap og tidspunkt på Kvithamar.

3.1.2 2021 vs 2022

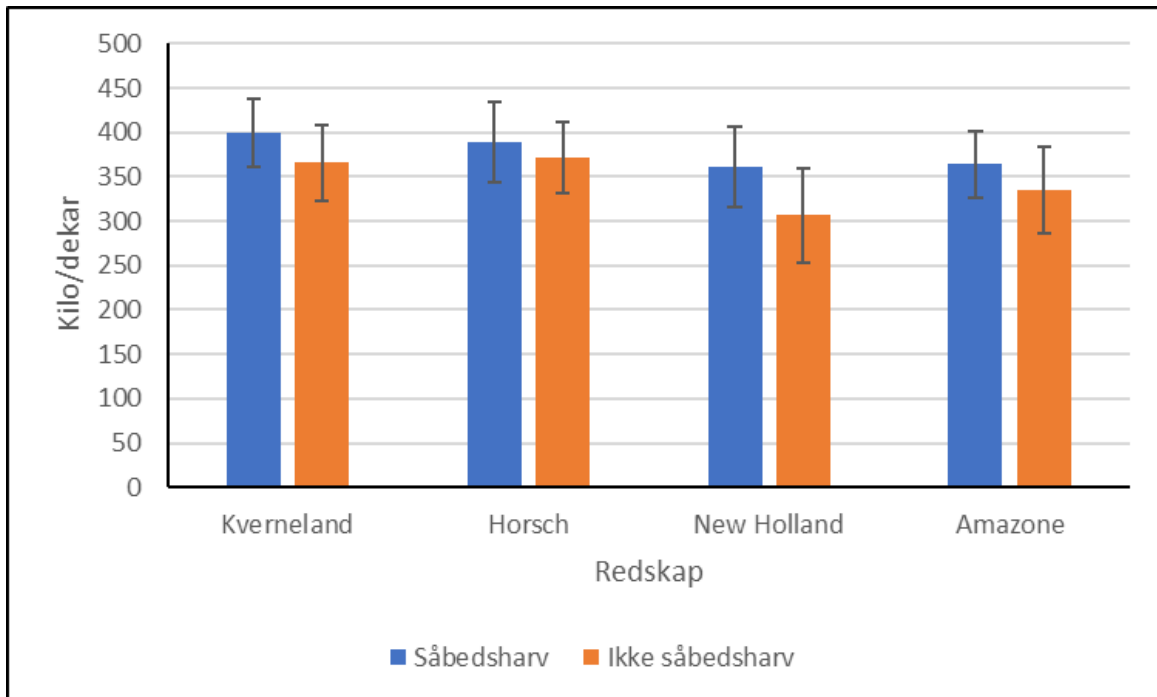
Jeg fant en signifikant effekt av år ($F_{1,90} = 25,07$, $P < 0,001$) og redskap og tidspunkt ($F_{8,90} = 11,28$, $P < 0,001$) og interaksjonen mellom redskap, tidspunkt og år ($F_{8,90} = 4,27$, $P < 0,001$; Figur 13). Dette er grunnet Amazone høst, New Holland høst og Kverneland høst hadde noe bedre år i 2022 enn i 2021, selv om 2021 var signifikant bedre enn 2022.



Figur 13. Gjennomsnittlig ($\pm 2SE$) avling kg/daa for redskap, tidspunkt og år på Kvithamar

3.1.3 Med eller uten såbedsharv

Jeg fant en signifikant effekt av såbedsharv ($F_{1,88} = 4,65$, $P = 0,034$). Jeg fant en trendig effekt av redskap ($F_{3,88} = 2,33$, $P = 0,079$). Jeg fant ingen signifikant effekt av interaksjonen mellom redskap og såbedsharv ($F_{3,88} = 0,25$, $P = 0,862$; Figur 14).

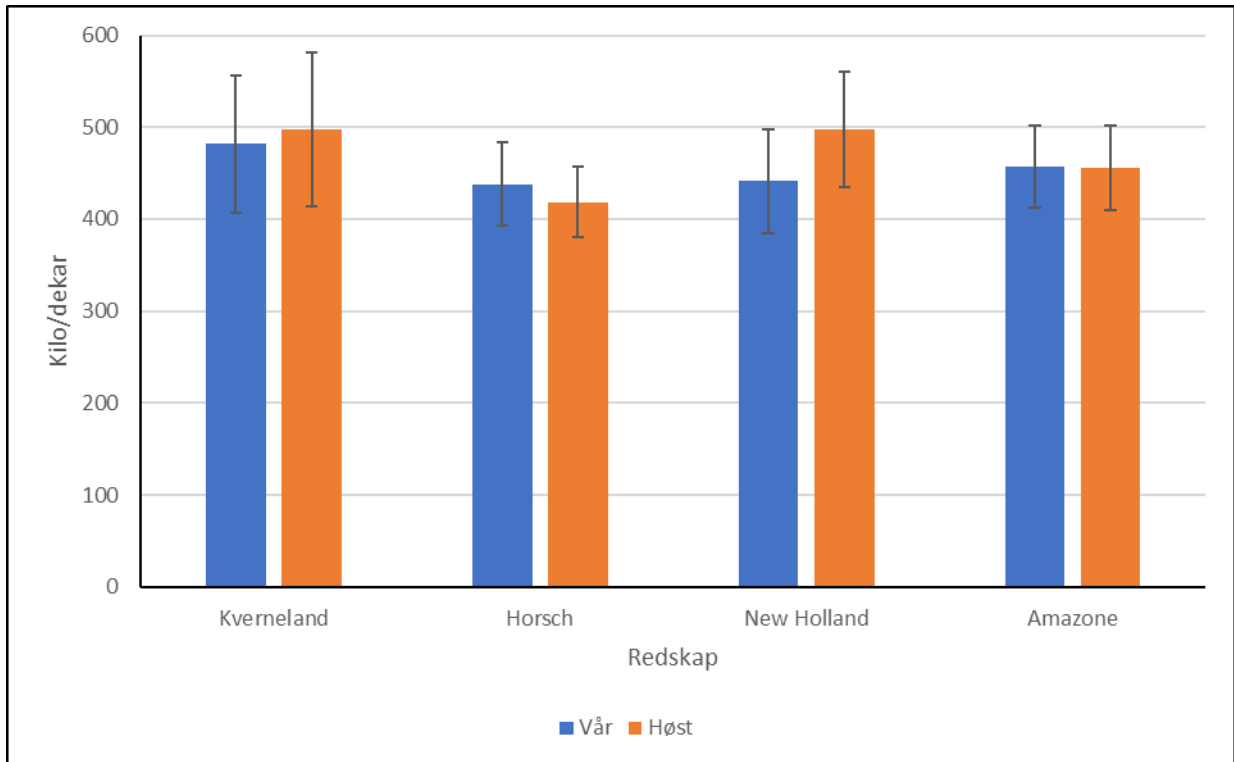


Figur 14. Gjennomsnittlig ($\pm 2SE$) avling kg/daa for redskap og såbedsharv på Kvithamar.

3.2 Resultat Værnes

3.2.1 2021+2022

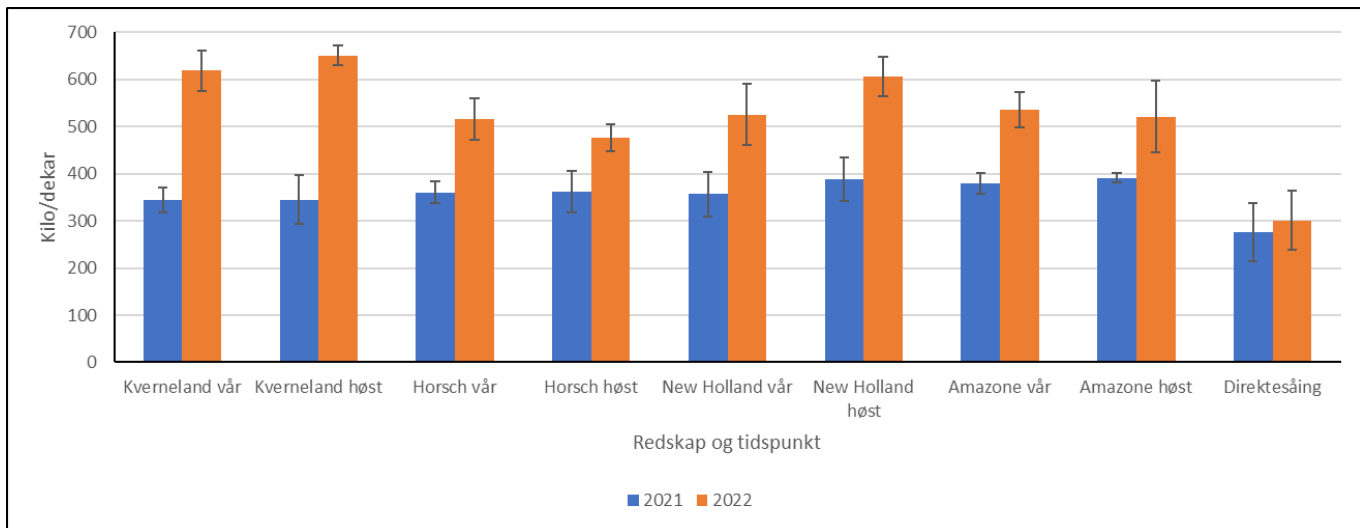
Jeg fant ingen signifikant effekt av tidspunkt ($F_{1,120} = 0,39$, $P = 0,533$) eller redskap ($F_{3,120} = 1,55$, $P = 0,206$) eller interaksjonen mellom redskap og tidspunkt ($F_{3,120} = 0,62$, $P = 0,604$; Figur 15).



Figur 15. Gjennomsnittlig ($\pm 2SE$) avling kg/daa for 2021 og 2022 til sammen for ulike redskap og tidspunkt på Værnes.

3.2.2 2021 vs 2022

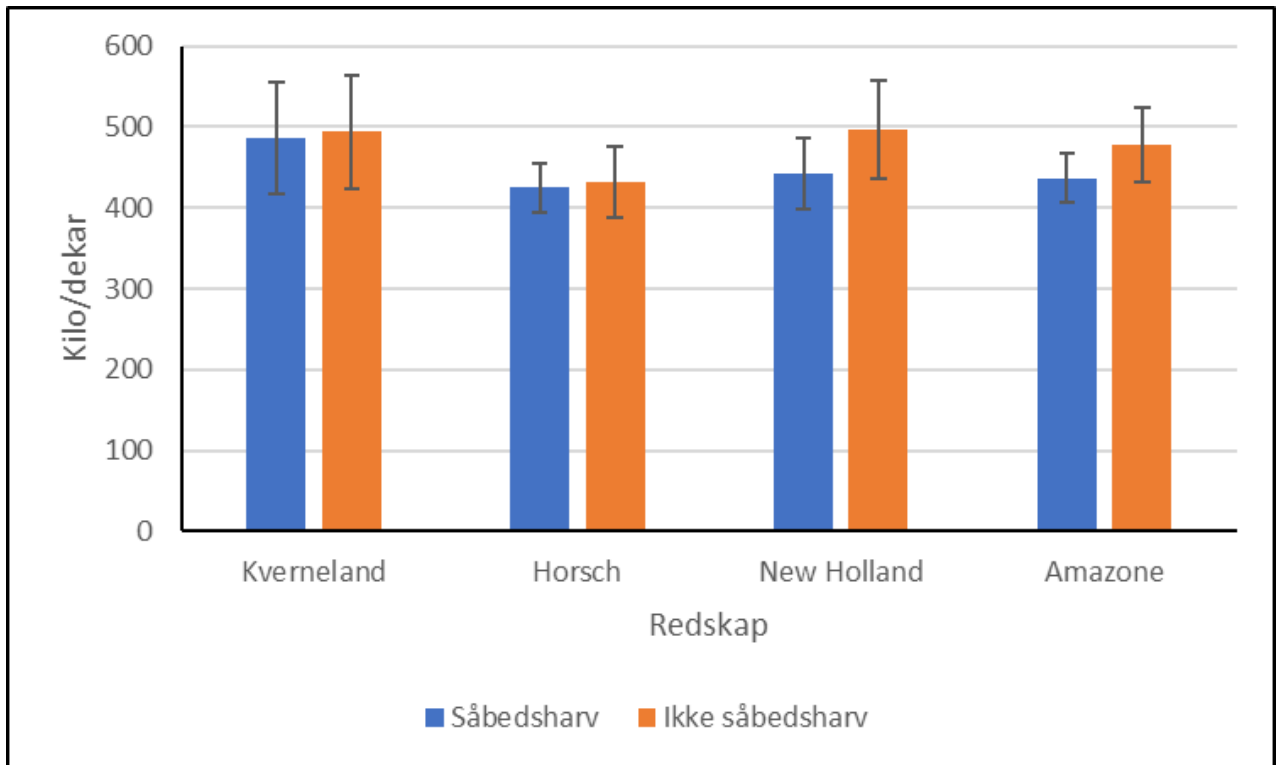
Jeg fant en signifikant effekt av år ($F_{1,126} = 305,21$, $P < 0,001$) og redskap og tidspunkt ($F_{8,126} = 18,64$, $P < 0,001$) og interaksjonen mellom redskap, tidspunkt og år ($F_{8,126} = 8,36$, $P < 0,001$; Figur 16). Dette er grunnet at flere redskap som var omtrent lik i 2021, hadde store forskjeller i 2022.



Figur 16. Gjennomsnittlig ($\pm 2SE$) avling kg/daa for redskap, tidspunkt og år på Værnes.

3.2.3 Med eller uten såbedsharv

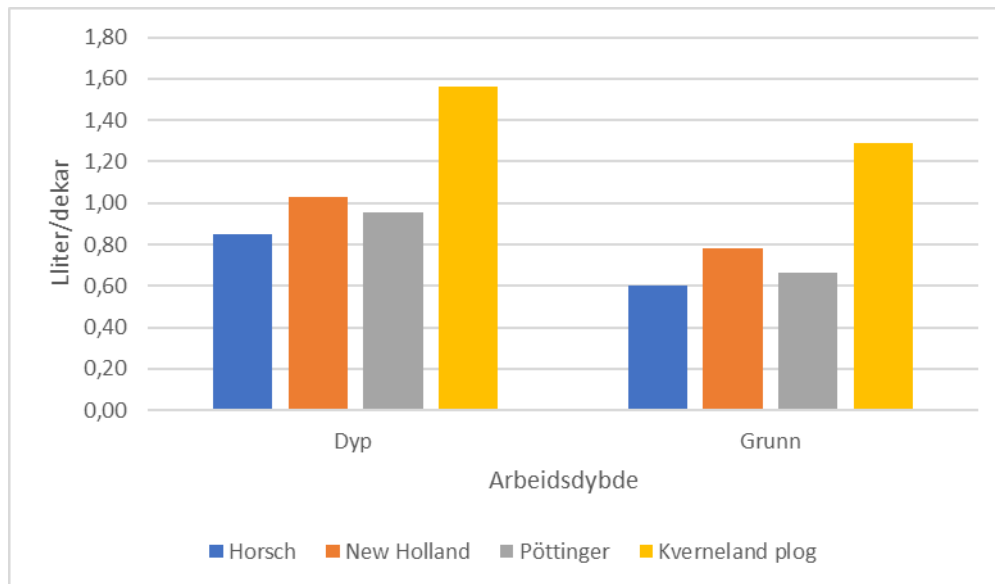
Jeg fant ingen signifikant effekt av såbedsharv ($F_{1,120} = 1,74$, $P = 0,190$) eller redskap ($F_{3,120} = 1,55$, $P = 0,204$) eller interaksjonen mellom redskap og såbedsharv ($F_{3,120} = 0,33$, $P = 0,802$; Figur 17).



Figur 17. Gjennomsnittlig ($\pm 2SE$) avling kg/daa for redskap og såbedsharv på Værnes.

3.3 Dieselmålinger

Jeg fant en signifikant effekt av redskap ($F_{3,7} = 814, 24, P < 0,001$) og arbeidsdybde ($F_{1,7} = 562, 23, P < 0,001$; Figur 18).

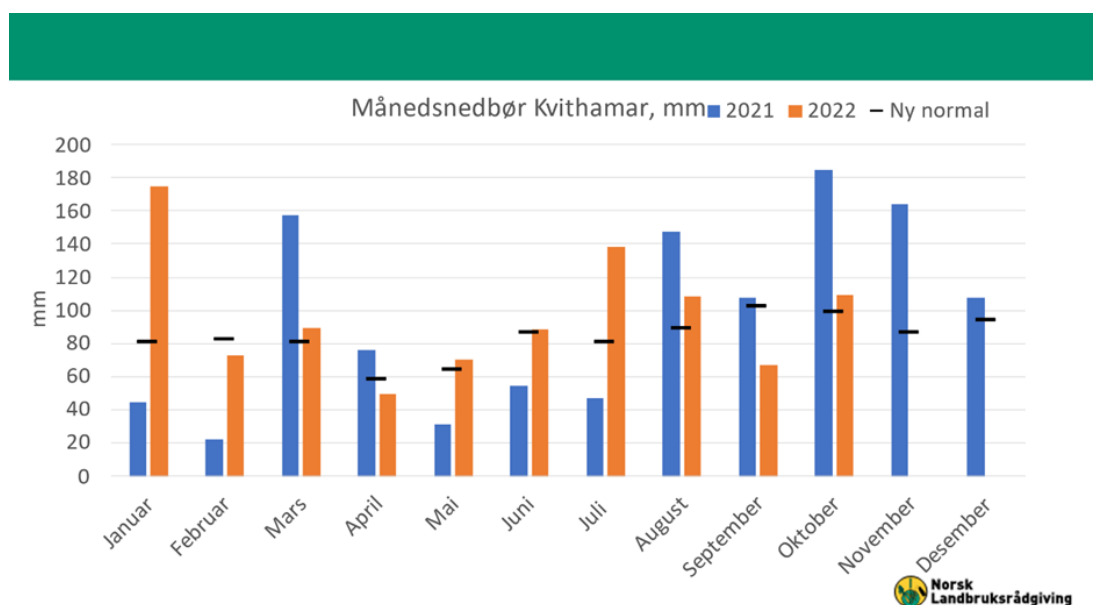


Figur 18. Dieselforbruk l/daa for redskap og arbeidsdybde. Dyp er 15cm for harv og 25 cm for plog. Grunn er 7 cm for harv og 15 cm for plog.

4. Diskusjon

4.1 Avling 2021 og 2022

Kornsesongen 2021 og 2022 var to ulike år i Trøndelag når det gjelder vær. Slik figur 19 viser, var det lite nedbør i mai, juni og juli i 2021. Dette ga en del ulemper for kornproduksjonen i Trøndelag. I 2022 var det omtrent gjennomsnittlig nedbør i mai og juni, mens juli var svært bløt.



Figur 19. Månedsnedbør på Kvithamar 2021 og 2022. Norsk Landbruksrådgiving.

4.1.1 Værnes

Det er tydelig at den lave nedbørsmengden hindret god avling på siltige mellomstanden på Værnes i 2021, noe som vises ved at gjennomsnittsavlingen var omtrent 350 kilo per dekar i dette forsøket på Værnes. Børresen beskrev at sandjord har liten evne til å holde på vann og næringsstoffer, siden den består av store porer. (Børresen, 2004, s.6). Det er grunn til å tro at kornet hadde for liten tilgang på vann i 2021 på Værnes. Selv om avlingene var generelt svake, viste det seg at redusert jordarbeiding var bedre enn pløying ved alle jordarbeidingsmetoder. Dette er i samsvar med det både Tørresen et al og Børresen skrev om at redusert jordarbeiding ofte har vært bedre enn pløying ved tørre forhold. (Børresen, 2004, s.48) (Tørresen et al., 2015, s.9).

Tørresen et al skrev også at ved fuktige forhold har pløying ofte vært best. (Tørresen et al., 2015, s.9). Det samme viser avlingstallene for 2022 på Værnes. Mai og juni var ikke svært fuktig, men litt over gjennomsnittet. Juli var svært fuktig. Her viser begge pløyemetodene en gjennomsnittsavling på over 600 kilo per dekar. Dette er høyt for bygg i Trøndelag. Resultatene for redusert jordarbeiding er ulike. Fem av seks harvebehandlinger har mer enn 500 kilo per dekar i gjennomsnitt. Høst- og vårharving fra Horsch kommer dårligst ut med under 500 kilo per dekar i gjennomsnitt. Høst- og vårharving fra New Holland kommer best ut med over 600 kilo per dekar i gjennomsnitt. Funnene passer også med at Tørresen et al mente at ved gode avlingsår var ofte pløying best. (Tørresen et al., 2015, s.9).

Jorda på Værnes inneholder silt. Det er ikke noen fordel for redusert jordarbeiding under bløte forhold. Siltjord har stor kapillær ledningsevne av vann. En årsak til at pløying kom best ut i 2022 kan være at kornet hadde bedre spiringsforhold ved pløying. Det er mulig at det har blitt for bløtt for kornet, noe som fører til liten lufttilgang, på områder der det ikke har vært pløyd.

For å få en best mulig sammenligning mellom de ulike jordarbeidingsmetodene, så jeg på gjennomsnittsavling i både 2021 og 2022 tilsammen. Her har begge behandlingene med pløying og høst- og vårharving med New Hollandharven i underkant av 500 kilo per dekar. Skålharven kommer ut med 95% avling i forhold til vårpløying ved begge behandlingsmetodene. Horschharven kommer noe svakere ut med 91% avling i forhold til vårpløying med kun vårharving og 87% avling med både høst- og vårharving.

4.1.2 Kvithamar

Avlingene på Kvithamar er en del forskjellige fra avlingene på Værnes. Dette er et forventet resultat, siden jordartene er forskjellige. Eksempelvis er 2021 signifikant bedre enn 2022, helt motsatt enn på Værnes. Dette kan skyldes at jorda klarte å holde bedre på fuktigheten under tørken i 2021 og hadde dermed bedre avlingstall enn på Værnes. 2021 var et mer krevende år for kornet på leirjorden. Muligens ble det for bløtt for kornet ved enkelte jordarbeidingsmetoder. Flere jordarbeidingsmetoder var omtrent like god i 2022 som i 2021, men det var spesielt tre jordarbeidingsmetoder som skilte seg ut negativt. Det var i hovedsak vårharving fra de to kultivatorene og direktesåing.

Enkelte jordarbeidingsmetoder var gjennomsnittlig bedre i 2022 enn i 2021, som vises gjennom at interaksjonen mellom redskap og tidspunkt og avling var signifikant. Dette gjelder høstpløying, New Hollandharven høst og Amazoneharven høst.

Når det gjelder de ulike harvene som ble brukt ved redusert jordarbeiding så skilte Horschharven seg ut positivt i 2021, spesielt ved høstharving som var best av alle jordarbeidingsmetodene med 108% avling i forhold til vårpløying. Nest best var vårpløying, etterfulgt av vårharving med Horsch på 96% og New Holland med 94% avling. Skålharven endte på 88% og 86% ved henholdsvis vårharving og høstharving.

I 2022 ble resultatene annerledes. Her er det tydelig at høstharving er klart bedre enn kun vårharving på alle harvene som ble brukt. Det gjelder spesielt begge kultivatorene, men det er også en klar forskjell på skålharven. I forhold til vårpløying har kun vårharving med Horschharven 76%-, New Hollandharven 65%- og Amazone skålharven 82% avling. Grunnen til dette kan være kompleks. En mulighet kan være at jorda var mest laglig for disse jordarbeidingsmetodene. Det er kjent at laglighetsvinduet for leire er smalt, og det er mulig at jorda som var bearbeidet på høsten hadde tørket bedre, siden denne jorda var mørkere i toppsjiktet. Det hadde vært best om alle bearbeidingene ble gjort når jorda i den ruta var best egnet. Dette gjelder spesielt forskjellen på høstbearbeidet jord og jord som er i stubb, men dette er i praksis svært krevende i et slikt forsøk der alt bør såes samtidig.

Disse resultatene er i samsvar med Tørresen et al. De skrev at harving både høst og vår er bra på leire, ofte bedre enn vårpløying, men at kun vårharving har vært mindre vellykket. (Tørresen et al., 2015, s.9). De skrev også at høstpløying ofte har vært best, men det stemmer ikke overens med disse resultatene. I dette forsøket var høstpløying litt svakere enn både høstharving med Horsch og vårpløying.

Avlingstallene slått sammen for begge årene viser vårpløying har gjennomsnittlig 389 kilo per dekar. Den beste jordarbeidingsmetoden var høstharving med Horsch med 104% i forhold til vårpløying. Deretter følger høstpløying med 96%, høstharving med skål med 94% og høstharving med New Holland med 90% avling. Kun vårharving kommer ut noe svakere med 86%, 80% og 85% på henholdsvis Horsch, New Holland og Amazone skålharv. Slik Børresen skriver, viser det seg at redusert jordarbeiding har gode avlinger på lett-/mellomleire på Kvithamar. (Børresen, 2004, s.15).

4.2 Jordarbeiding høst eller vår

Når det gjelder høstbearbeidinger i forhold til bare vårbearbeidinger er det betydelig forskjell på jordart. På Værnes viste deg seg å ikke ha noe betydning. Her er det ikke avlingsforskjell

på når jordarbeidinger skjer. Det er tydelig at på leirjorda på Kvithamar, som er en jordart som trenger mer bearbeiding, er det klart best å harve både høst og vår, når man skal drive redusert jordarbeiding. Dette er en ulempe når det gjelder erosjonsrisiko for bonden, men også tilskuddsordninger. Det har blitt et større og større fokus på miljø i landbruket og ulempen med erosjon har et stort fokus. Det har gjort at det er mye penger i tilskudd til bonden for å ikke jordarbeide utsatte områder om høsten. Dette er en tilskuddsordning som heter regionale miljøtilskudd, der søknader sendes inn til Statsforvalteren i Trøndelag.

Leire er gammel havbunn som har blitt tørr etter landheving. Det kan ofte bli raviner, som tilsier dype daler og avrundende høyder. (Wikipedia, 2021). Dette tilsier at leire ofte er i områder som er slake eller bratte, og dermed har høy risiko for erosjon, siden jord enkelt kan forflyttes.

Som tidligere forskning viser er det betydelig mindre fare for erosjon, jo mer halm som er på overflaten. Dette tilsier betydelig mindre fare for erosjon ved lett høstharving i forhold til høstpløying. Bør tilskuddsordning for lett høstharving innføres i Trøndelag for å få slutt på høstpløying? I dag skiller ikke Statsforvalteren på lett høstharving eller høstpløying, siden tilskuddsordningen gjelder kun for ikke-bearbeidet jordbruksareal om høsten. En slik innføring av tilskuddsordning mener jeg legger til rette for at redusert jordarbeiding kan bli mer utbredt i leirområder i Trøndelag. Avlingene er betydelig høyere ved både høst- og vårharving enn bare vårharving. Dette fører også til mindre jobb for bonden om våren, siden en harving allerede er gjennomført. Det er også mulig at bønder som pløyer noe areal og har redusert jordarbeiding på noe areal, har bedre tid på våren slik at den pløyingen bonden planlegger å gjennomføre muligens kan flyttes fra høst til vår.

Ulempen med en slik tilskuddsordning kan være at områder som i dag ikke bearbeides om høsten, muligens blir høstharvet. Dette kan føre til at mer areal jordarbeides om høsten, men om dette kan tilfredsstille til nedgang i høstpløying, mener jeg dette er noe som Statsforvalteren bør vurdere.

4.3 Hvilken harv er best ved redusert jordarbeiding?

Når det gjelder avlingsnivået for de ulike primærjordarbeidingsharvene som ble brukt i dette forsøket, er funnene interessante. På Værnes var New Holland best, foran Amazone og til sist Horsch. På Kvithamar var Horsch best, foran Amazone og til sist New Holland. Bruker vi

avlingstallene fra begge plasser begge år er det kun to prosent som skiller de tre harvene fra hverandre ved høstharving og 4 prosent ved vårharving. Dette gir grunn til å tro at avlingsmessig er det liten grunn til å bestemme seg for en bestemt harv. Da vil jeg tro det er viktigere å tenke på hvilken type harv som passer best til bondens behov på gården. Har bonden mye stein i åkeren, er kanskje skålharv best. Er det lite stein i åkeren og muligens noe pakkeskader er kanskje en kultivator best.

4.4 Direktesåing

I takt med at redusert jordarbeiding har blitt et større tema de siste årene, har også direktesåing blitt det. Det er forståelig, siden det krever lite arbeidstid og drivstoff. Likevel viser det seg at det kan være lite lukrativt i Trøndelag. Sett i forhold til vårpløying hadde direktesåing det beste resultatet i 2021 på Værnes. Der var avlingen 80%. Dette mener jeg kan være et akseptabelt resultat, kun sett i forhold til vårpløying, siden arbeidsbesparelsen er stor. Ulempen med dette året var at de andre formene for redusert jordarbeiding hadde høyere avlingsnivå enn vårpløying. Når disse avlingene har 113-114% avling i forhold til vårpløying, blir distansen til direktesåing stor.

I 2022 på Værnes som var et bra år, spesielt for pløying, er direktesåing meget svakt. Her har direktesåing kun 49% avlingsnivå i forhold til vårpløying, noe som tilsier en avlingsreduksjon på over 300 kilo per dekar. Her vil jeg tro at det er mye av de samme faktorene som ved redusert jordarbeiding som var utslagsgivende med mye fuktighet. I tillegg var det en glyfosateffekt etter sprøytingen som gjorde at resultatet ble kunstig svakt.

Direktesåing endte også opp som taperen på Kvithamar. Selv om man kan tåle noe avlingsnedgang gjennom sparte kostnader, ble nok avlingen for dårlig. Avlingen i 2021 var 71% i forhold til vårpløying. Avlingen i 2022 var 12% i forhold til vårpløying, men det kan man se bort fra, siden det skjedde en feil her. NLR mener kornet har blitt smittet fra glyfosatsprøyting, noe som førte til omtrent ingen avling. For resultatene mine hadde det vært interessant å se hvordan avlingen hadde blitt. Jeg frykter at avlingsnivået hadde blitt svakt, siden de harvebaserte jordarbeidingsmetodene med kun vårharving gjorde det svakt. Da vil jeg tro at avlingen med enda mindre jordarbeiding, også kun vår, hadde blitt svakere enn vårharvingene.

Det hadde vært interessant å få gode svar på hvordan direktesåing hadde gjort det i 2022 uten effekt av glyfosat.

4.5 Såbedsharv

Såbedsharv er et nyttig redskap for å skape et fint såbed. Likevel viser det seg at det ikke er et redskap som nødvendigvis alltid gir avlingsgevinst. På den lette jorda på Værnes var det ingen signifikant effekt av såbedsharv, verken etter harvingene eller pløyingen. En faktor som er viktig å ha med seg, er at det ble sådd med en såmaskin som kan brukes som en direktesåmaskin. Det gjør at såmaskinen kan kjøres med stort labbtrykk og dermed kan tåle mindre bearbeidet jord. Den har også dybdehjul foran hver skål, slik at den tåler ujevnheter i åkeren, og likevel sår kornet på korrekt dybde. Dette kan være en feilkilde som utgjør at såbedsharven kommer svakt ut, men slike såmaskiner er populære for bønder, så resultatene er likevel relevante.

Når det kommer til leirjorda, er resultatene annerledes. Her er det tydelig avlingsgevinst med å bruke såbedsharven, uansett bearbeidingsmetode. Dette tyder på at leirjorda krever mer bearbeiding og at det er viktig at såbedet er fint. Dette er i samsvar med det Børresen skrev. (Børresen, 2004, s.15).

Tørresen et al skrev at muligens burde mottoet til jordarbeiding være: «så lite som mulig, så mye som nødvendig». (Tørresen et al., 2015, s.10). I dette forsøket tyder det på at en pløyning eller to primærharvinger er nok på lettere sandjord, men at i tyngre leirjord er det nødvendig med en ekstra kjøring med såbedsharv.

4.6 Sparing av drivstoff og arbeidstid?

Det er vanskelig å si hvor mye drivstoff som brukes ved enten pløyning eller harving, siden det er mange faktorer som spiller inn. Det er mange ulike størrelser på ploger og harver, og det er tydelig at arbeidsdybde er en stor faktor for drivstofforbruk. Det er også helt avhengig av hvor mange kjøringar som bonden velger.

Jeg velger å bruke skålharven som eksempel, siden den hadde et tilnærmet gjennomsnittlig dieselforbruk av de tre harvene i forsøket. Jeg velger to harvinger, en grunn (7cm) og en dyp (15cm). Mine forsøk viser et drivstofforbruk på 1,62 liter per dekar ved disse to harvingene til

sammen. Sammenligner vi dette med en dyp pløying, som har et drivstofforbruk på 1,56 liter per dekar, så viser det seg at i rent drivstofforbruk er det bedre å pløye åkeren.

En annen strategi kan være å ikke bearbeide jorda så dypt. Bruker vi skålharven igjen som et eksempel og harver to ganger på 7 cm og sammenligner det med en grunn pløying på 15 cm, blir resultatene omtrent det samme som i det forrige scenariet. Harvingene forbruker 1,34 liter diesel per dekar og pløyingen forbruker 1,29 liter diesel per dekar. For å få helt presise tall hadde det vært en fordel å se om dieselforbruket hadde blitt annerledes ved å harve bearbeidet jord i forhold til jord i stubb, siden den andre harvingen på jordet skjer på bearbeidet jord. Mitt dieselforbruksforsøk er på jord som ikke er bearbeidet.

Dermed viser det seg at for å få en gevinst på dieselforbruk, kan man kun harve en gang. Dette hadde vært et interessant forsøk å utforske, spesielt på lettere jordarter som på Værnes. Hadde avlingsnivåene vært gode med kun en harving med skålharven eller kultivatorene, eventuelt en runde med såbedsharv i tillegg, hadde det vært betydelig besparende med både diesel og arbeidstid. Dette er et forsøk jeg mener kan utforskes senere.

Når det gjelder arbeidstid som kan bespares ved redusert jordarbeiding er det også vanskelig å konkludere, siden både fart og arbeidsbredde kan være ulik. Likevel er det mulig å bruke arbeidsbredden og farten vi brukte på dieselmålingene som eksempel. Her var det harver på 3 meter bredde og fart på 12 km/t og plog på 1,8 meter bredde og fart på 7 km/t. I effektiv arbeidstid, som tilsier når harven eller plogen jobber med jorda, kan man harve 36 dekar i timen, mens plogen kun kan pløye 12,6 dekar i timen. Dette tilsier at harvingene er omtrent tre ganger så effektiv som pløyingen, og at man dermed sparer i overkant av 30% arbeidstid selv om man harver åkeren to ganger. Dette er ikke helt eksakt, siden man må snu på vendeteigen, men jeg mener det er en god pekepinn.

Hvor raskt man kjører kan være ulikt i forhold til mine forsøk, men det kan gjelde begge redskapene. Det er ikke unormalt å pløye i 10 km/t, men det er heller ikke unormalt å harve i 15 km/t. Farten er ofte bestemt av hvor stor traktor man har i forhold til bredde på redskap.

Når det viser seg at man sparer mye arbeidstid, er en viktig gevinst med redusert jordarbeiding at man kan få kornet sådd tidligere enn ved konvensjonell jordarbeiding. Dette er en faktor som ikke blir vist i dette forsøket, siden alt må bli sådd til samme tid. Hvor stor fordel dette er, kan variere stort fra år til år. Enkelte år trenger det ikke være store variasjonen, hvis været er stabilt bra over tid. Enkelte år kan den mindre arbeidsmengden føre til at man kan så kornet

før det kommer en lang regnværsperiode. Ved et slikt scenario kan det bety mange dager forskjell på såingen. Slik Kolberg viste, kunne vårene i Trøndelag bli våtere, og dermed et kortere vindu for jordarbeiding. Dermed kan mindre arbeidsmengde om våren bli viktigere i de neste årene. (Kolberg et al, 2018, Abstract).

5. Konklusjon

Redusert jordarbeiding viser seg å være konkurransedyktig i forhold til pløying i noen tilfeller, men svakere i andre. I det tørre året 2021 var redusert jordarbeiding bedre enn pløying på Værnes, men noe svakere i det fuktige året 2022. Til sammen endte redusert jordarbeiding på 97% avling i forhold til vårpløying på Værnes. Det var noe forskjell på ulike harveredskap, men ikke på tidspunkt for jordarbeiding.

På Kvithamar i 2021 hadde redusert jordarbeiding avlinger fra 86% til 108% i forhold til vårpløying. Her var det ikke forskjell på tidspunkt for jordarbeiding. I 2022 hadde tidspunkt for jordarbeiding stor betydning. Kun vårharving hadde et snitt på 74% i forhold til vårpløying, mens både høst- og vårharving hadde et snitt på samme avlingsnivå som vårpløying. Til sammen hadde både høst- og vårharving et snitt på 96% i forhold til vårpløying. Det var noe forskjell på de ulike harveredskapene, men den svakeste harven på Værnes var best på Kvithamar, sånn at til sammen på begge forsøksfeltene var forskjellen minimal.

Jeg mener redusert jordarbeiding hadde omtrent samme avlingsnivå som pløying ved riktig bearbeidingsmetode på de ulike jordtypene.

Såbedsharv var ikke nødvendig på Værnes, men var signifikant bedre på Kvithamar. Dette gjaldt samtlige jordarbeidingsmetoder.

Ved to harvinger med skålharv eller kultivator, brukte man noe mer diesel enn ved pløying. Derimot sparte man omtrent 30% arbeidstid ved to harvinger i forhold til pløying.

Direktesåing hadde svakere resultater med 12%- til 80% avling i forhold til vårpløying, men i 2022 hadde glyfosat negativ effekt på resultatene. I forhold til vårpløying i 2021 viste resultatene 71% avling på Kvithamar og 80% avling på Værnes.

6. Litteraturliste

Børresen, T. (2004). *Jordarbeiding*. Landbruksbokhandelen.

Felleskjøpet. (u.å.). *Tume Super Nova Combi*. <https://www.felleskjopet.no/maskin-og-redskap/landbruk/redskap/saamaskin/kombisaamaskiner/saamaskin-super-nova-combi-300-548957/>

Kolberg, D., Persson, T., Mangerud, K. & Riley, H. (2018). *Impact of projected climate change on workability, attainable yield, profitability and farm mechanization in Norwegian spring cereals*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016719871830727X?via%3Dihub>

Kverneland. (u.å.). *Kverneland Turbo*.
<https://no.kverneland.com/Jordprodukter/Stubbkultivator/kverneland-turbo>

Kværnø, S. H., Øygarden, L., Bechmann, M. & Barneveld, R. (2020). *Tiltak mot erosjon på jordbruksareal*. NIBIO. [NIBIO POP 2020 6 38.pdf \(unit.no\)](#)

Marti, M. (1984). *Moderne prinsipper for jordarbeiding av åkerjord*. Det Norske Jord- og Myrselskap. https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2489364/430_016_Moderne%20prinsipper%20for%20jordarbeiding%20av%20c3%a5kerjord.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Riley, H. (2017). *Tillage timeliness for spring cereals in Norway: Yield losses due to soil compaction and sowing delay, and their consequences for optimal mechanisation in relation to crop area*. NIBIO. https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2426622/NIBIO_RAPPORT_2016_2_112.pdf?sequence=1

Seehusen, T. & Henriksen, T. (2020). *Effekt av halmbehandling og jordarbeiding på nedbryting av halmen*. NIBIO. https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2732306/013_EffektHalmbehandlingOgJordarbeiding.pdf?sequence=2

Tørresen, K. S., Skarbøvik, E., Kværnø, S., Bechmann, M., Stenrød, M., Eklo, O. M., Brodal, G., Hofgaard, I. S., Björkman, M., Riley, H., Kvakkestad, V., Refsgaard, K., Børresen, T., Dörsch, P., Stabbetorp, J. & Strand, E. (2015). *Effekter av ulik jordarbeiding i korn*. NIBIO. https://www.nibio.no/tema/miljo/tiltaksveileder-for-landbruket/tiltak-mot-vannforurensning-fra-landbruket/tiltak-mot-vannforurensing-fra-landbruket/miljotilpasset-jordarbeiding/_attachment/inline/5bc00f8e-3ba7-4301-b2f1-b099ac1f168f:56d14ccf08d1d775f39eb013dbcd08cb235c001d/NIBIO%20POP_2015_1_5_jordarbeiding.pdf

Statsforvalteren i Trøndelag. (2022, 8.februar). *Endelege satsar regionale miljøtilskot Trøndelag 2021*. <https://www.statsforvalteren.no/trondelag/landbruk-og-reindrift/miljotiltak-i-jordbruket/endelege-satsar-regionale-miljotilskot-trondelag-2021/>

Wikipedia. (2021, 5.november). *Marin leire*. https://no.wikipedia.org/wiki/Marin_leire