

Erik Solbjørg

## Bacheloroppgave

# **Bedre nøyaktighet ved såing og mindre avvik mellom sådragene, med tre ulike styresystemer med Fendt 516 og Väderstad rapid 300c**

Better accuracy by sowing and less deviation between track to track when sowing, with three different controlling systems, with Fendt 516 and Väderstad Rapid 300c

Landbruksteknikk

2020

Samtykker til utlån hos høgskolebiblioteket: JA  NEI

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage: JA  NEI

## Forord

Bacheloroppgaven markerer avslutningen på min treårige utdanning innen landbruksteknikk ved høgskolen i innlandet, campus Blæstad.

Flere mulige oppgaver har blitt vurdert, også opp mot ulike aktuelle temaer. Interessen for denne problemstillingen ble klart størst. Dette er et system jeg bruker mer og mer, og har investert en del kroner i. Problemstillingen kommer som følge av et nystartet firma som maskinentreprenør, og da investering i ny traktor med autostyring. Ideen til oppgave kom sommeren 2018 før såing av høstkorn med autostyring: om investering i autostyring og tilhørende GPS system gir den positive effekten selgerne reklamerer for.

Oppgaven har bydd på opp og nedturer, både rent datateknisk og i forhold til både teoridel og praktisk gjennomføring. En fin oppgave hvor også jeg som forfatter har fått testen hjernekapasiteten og grublet på ulike problemer underveis. Oppgaven har også gitt mye læring spesielt på teoridelen, men også i det praktiske med enkelte punkter i varioterminalen blant annet.

Denne oppgaven vil kunne være til hjelp for bønder og entreprenører, for å vurdere om investering i lignende systemer er lønnsomt. Dette må selvsagt også sammenlignes med andre arbeidsoperasjoner i landbruket slik som sprøyting og gjødsling.

### Det må rettes en spesiell takk til:

Dag Jørgensen for god veiledning, og nyttige diskusjoner gjennom hele oppgaven.

Heidi Hemstad og Gunnar Martinsen for bruk av forsøksfeltene.

Per Andersson, Jens Gjølga og Jørgen Skjelin for oppklaring rundt spesifikke spørsmål.

Hjelp med korrekturlesing av Foreldre og bror, tips til omgjøring slik at flere forstår budskapet og forklaringene.

Enkelte medstudenter for tips og hjelp underveis.

Blæstad 1 juni 2020

Erik Solbjørg

## Norsk sammendrag

Befolkningen i Norge, og store deler av verden stiger. Matproduksjonen må opprettholdes og økes, med større enheter må teknologi og kunnskap tas i bruk. Presisjonslandbruk og presisjonsutstyr er en måte og øke matproduksjonen på. Kunne utnytte arealer til det maksimale, og få mest mulig ut av innsatsfaktorene man tilfører produksjonen.

Denne oppgaven ser på nøyaktighet og avvik mellom såmaskindragene. Gjennom autostyring med to ulike korreksjonssignaler, og med manuell styring av traktoren vil dette bli testet. RTK og EGNOS – korreksjonssignal med ulik presisjon og nøyaktighet. Det benyttes en Fendt 516 S4, med Väderstad Rapid 300c slept såmaskin. Her vil nøyaktighet og avvikene mellom de tre styresystemene bli testet i forsøksfelt, for å se om presisjonsutstyret har den effekten leverandører og selgere reklamerer for.

All gjennomføring og organisering av forsøksfeltene er gjort av forfatteren. To separate felt innenfor samme jorde, et med økende sidehelling i forhold til AB – kjørelinjene. Seks såmaskindrag per styresystem, samme kjørelinje brukt ved autostyring for begge forsøksfeltene. Målt avviket fra grønn plante til grønn plante mellom sådragene, trukket fra radavstanden. 15 målinger per styresystem, til sammen 30 per styresystem for begge feltene.

RTK med gjennomsnitt på 3,4 cm avvik for begge forsøksfeltene. EGNOS med 5,90 cm og manuell med 5,93 cm i gjennomsnitt, da også for begge feltene. Deles resultatene opp, blir forskjellene mere synlig og ingen med klart best resultat. Type styresystem har en effekt på nøyaktigheten og avviket mellom dragene, det er også en sammenheng mellom type styresystem og sidehelling. Sidehelling gir ingen signifikat effekt, men graden av sidehelling påvirker forskjellen mellom styresystemene.

Produksjon og bruksområde må veies opp mot gevinstene av presisjonsutstyret. Et større fokus på innstillinger, kan være vel så viktig som økt nøyaktighet på GNSS – systemet. GNSS på redskapet vil kunne ta hånd om noen av faktorene avvikene kan komme fra.

## Engelsk sammendrag

The population in Norway and over big parts of the world are rising. The food production must be maintained and increased, with larger unit's technology and knowledge must be used. Precision farming and precision equipment is a possibility to increase food production. Be able to utilize the area to the maximum and produce the most out of the input factors.

This task looks at accuracy and deviation between track to track when sowing. This will be tested through auto-steering with two various correction signals, and with manual steering of the tractor. RTK and EGNOS - correction signal with different precision and accuracy. A Fendt 516 S4 is used, with Väderstad Rapid 300c towed seeding drill. Accuracy and the deviation between the three control systems will be tested in the test fields, to see if the precision equipment has the effect the sellers advertise.

All implementation and organization of the test fields is done by the author. Two separated test fields within the same area, and one with increased side slope in relation to the AB - lines. Six seed drill lines per control system, the same AB - line used in auto-steering for both test fields. Measured deviation from green plant to green plant between the tracs of det seeding drill, subtracted the seedrow spacing. 15 measurements per control system, 30 together for both fields.

RTK with average of 3.40 cm deviation for both test fields. EGNOS with 5.90 cm and manual with 5.93 cm average, also for both test fields. If the results are split up, the difference becomes more visible and no one with the clearest best result. The type of control system has an effect in accuracy and deviation between track to track, there is also a connection between the type of control system and the side slope. Side slope gives no significant effect, but the degree of side slope affects the difference between the control systems.

Production and application must be weighed against the gain of precision equipment. A greater focus on settings may be as important as the accuracy on the GNSS - system. GNSS on the implement will be able to handle some of the factors the deviation could come from.

## Innhold

Norsk sammendrag .....	3
Engelsk sammendrag .....	4
Innledning .....	7
1.1 Matbehovet og klimaendringer .....	7
1.2 Landbruket i Norge .....	7
1.3 Effektivisering .....	8
1.4 Presisjonsverktøy .....	9
1.5 GNSS – systemer .....	11
1.6 Studie.....	12
Materiale .....	13
2.1.1 Fendt 516 .....	13
2.1.2 GNSS systemet .....	14
2.1.3 vario-transmisjon.....	16
2.1.4 Betjening i traktoren.....	17
2.1.5 Varioterminalen .....	20
2.1.6 Autostyring .....	23
2.1.7. Endre mellom korreksjonssignal.....	27
2.1.8. Kjøring med autostyring og bruk av kartet i varioterminalen .....	28
2.2.1 Väderstad rapid .....	31
2.2.2. Gjennomgang av såmaskina .....	32
2.2.3 Styreenheten på såmaskinen .....	34
Metode .....	37
3.1 Generelt om forsøket.....	37
3.2 Gjennomføring av forsøkene .....	38
3.2 De faktiske innstillingene på traktor og såmaskin .....	40
3.2 Felt 1.....	42

3.3 Felt 2.....	43
3.2 Innhenting av dataene.....	43
Resultat .....	44
Diskusjon .....	45
Konklusjon .....	51
6.1 Forslag til videre arbeid.....	52
Bibliografi.....	53
Vedlegg.....	55
8.1 Vedlegg 1 – Rådata felt 1 .....	56
8.2 Vedlegg 2 – Utrekning av sådragavstand, felt 1 .....	56
8.3 Vedlegg 3 – Rådata felt 2 .....	57
8.4 Vedlegg 4 - Utrekning av sådragavstand, felt 2.....	57
8.4 Vedlegg 5 – Oppsett før statistikk.....	58
8.6 Vedlegg 6 – Variansanalyse .....	58
8.7 Vedlegg 7 – Gjennomsnittene.....	58

## Innledning

### 1.1 Matbehovet og klimaendringer

Utviklingen vi har sett frem til nå tilsier at vi kan bli ca. 9,7 milliarder mennesker på jorda i 2050, med en middels prognose for befolkningsvekst. Den globale internasjonale organisasjonen Forente nasjoner (FN) kan ikke nøyaktig si om det blir en lav, middels eller høy prognose for befolkningsvekst, men at befolkningen øker er de ikke i tvil om. (FN-sambandet, 2019) Alle disse menneskene vil trenge god og næringsrik mat både da og i årene fremover. Ifølge FNs mat og landbruksorganisasjon levde 925 millioner mennesker i sult i 2010. (Utviklingsfondet , 2020) I 2010 var vi ca. 6,9 milliarder mennesker i verden. (Solerød & Tønnessen, 2019)

I slutten av 2011 passerte befolkningen 7 milliarder, med antatt befolkningsvekst frem til 2050 gir dette en økning på i underkant av 40 %. Food and Agriculture Organization (FAO) mener matproduksjonen da må økes med 70 % fram til 2050, med dagens levestandarder og forbruk. (FN-sambandet, 2019) Det er flere årsaker til at matproduksjonen må økes så mye i forhold til befolkningsveksten. Overforbruk, luksusvarer og høyere krav til selve varen er noen av årsakene. At husholdninger og industri kaster fullt brukbar mat gir et stort og unødvendig matsvinn. Dette fører til at andre ikke får den maten de har behov for. Mye handler om en holdningsendring og bedre fordeling av maten, de fattige spiser alt for lite og de rike for mye. (Risvik, 2020) Bonden har også et visst ansvar i dette sammen med forbrukeren. Bonden forsøker å produsere det kjøperen vil ha. Men, kunne samme areal eller arbeid vært byttet ut med en annen produksjon og dermed gitt flere mennesker mat? (Cottis, T. Personlig kommunikasjon, februar 2020)

### 1.2 Landbruket i Norge

Jordbruket og bønder har et samfunnsoppdrag og en gitt målstruktur de skal arbeide etter. Det skal produseres trygg og lønnsom mat, da i tråd med forbrukerens interesser og behov. De skal også bidra til sysselsetting og verdiskapning i hele landet. Matsikkerhet, landbruk over hele landet, økt verdiskapning og bærekraftighet med lavere utslipp av klimagasser. Dette er fire viktige overordnede mål for landbruket. (Landbruks- og matdepartementet, 2016/2017, s. 1) Arealet bøndene har til rådighet ligger på ca. 11 000 km<sup>2</sup> jordbruksareal (Kvadratkilometer), eller 3.5 % av landet Norge. Dette varierer noe med nydyrking og omdisponering av areal (Statistisk sentralbyrå, 2019) Antall jordbruksforetak var på 43 000 i 2013, dette har gått ned

ca. 100 til 1000 foretak per år. Nå ligger Norge på ca. 39 000 foretak. Tallene kommer fra antallet som mottar produksjonstilskudd og man får dermed mørketall. Selv om man driver med landbruk kan vilkår for tilskuddet gjøre at man ikke har rett på det, eller av andre årsaker ikke får innvilget søknaden man sender inn. (Landbruksdirektoratet, 2020)

Nedgangen i antall foretak er størst på små og mellomstore gårdsbruk på mellom 50 og 200 dekar. Svak nedgang, men også til tider en økning i gårdsbruk på over 500 dekar. Her kan eiendommer som er bebodd ha solgt unna jorda eller hele gården. Kun jorda kan også leies bort til andre som ønsker å drive den, gjennom en leiekontrakt. To av tre gårdbrukere er deltidsbønder. Inntektene fra jordbruket gir ikke tilstrekkelig inntekt, dette er da svært avhengig av størrelse og produksjon. (Bratberg, Syverud, & Almås, 2020) Lønnet arbeid utenom gården og selve landbruket må derfor kombineres. Dette er utfordrende, med tanke på været og arbeidshverdagen både på gården og i den aktuelle tilleggsjobben. Med større driftsenheter i kombinasjon med annet arbeid må effektiviteten økes for å rekke over arealet. Effektivitet kan økes med for eksempel større arbeidsbredde på redskapet, eller sterkere og tyngre traktor for å kunne kjøre fortere under arbeid.

### 1.3 Effektivisering

Med større effektivitet vil også kostnadene øke ved å bruke redskapet feil. I form av økte kostnader på for eksempel diesel eller innsatsfaktorer som gjødsel og sprøytemiddel. En større traktor med tilpasset redskap i forhold til gården blir effektiv, men vil ha et tilsvarende drivstofforbruk og burde kjøres mest mulig økonomisk. Med en økende arbeidsbredde kan det bli vanskelig å utnytte redskapet maksimalt, og kjøre med overlapp for at det ikke skal bli glipper. Her vil overlapp si bearbeiding av samme areal to ganger. Glippe vil si ingen bearbeiding i det hele tatt, og for eksempel en stripe blir stående igjen helt urørt.

Kjøre rett på øyemål er ikke lett, selv om man kjører etter spormarkører som skal treffe midt under førersetet. Er det ikke tydelige spor etter forrige drag, i tillegg til store arbeidsbredder blir dette enda vanskeligere. Dette opplever man ved for eksempel slodding, da man ofte kjører på skrå av pløgsla. Her har man ikke annet enn forrige sloddedrag å kjøre etter, og sjåføren må beregne korrekt avstand og retning selv. Ifølge undersøkelser om presisjonslandbruk ligger overlapp i gjennomsnitt på ca. 10% for de fleste redskaper. (Svarstad, 2019)

En bonde kan i teorien spare deler av kostnadene ved å redusere overlappen ute på jordet. Glippe er også en kostnad ved at arealet ikke benyttes, og redskapene har passert like i nærheten. Med utgangspunkt i et areal på 500 dekar, og at dette harves 2 ganger. Kjører man for eksempel med



en gjennomsnittlig overlapp på 10 % i forhold til dette arealet. Her harves 50 dekar «ekstra» eller «unødvendig» hver harving, altså 100 dekar til sammen. Det er også en stor sammenheng på overlapp og konsekvensene dette får ved senere arbeidsoperasjoner gjennom vekstsesongen. Her vil også overlappen bli svært synlig da man ofte benytter større arbeidsbredder enn man gjorde tidligere i sesongen. Dette skjer for eksempel ved såing, da med 3 meters arbeidsbredde og 10 cm overlapp. Sprøyting og gjødsling kjørt på bakgrunn av disse sådragene, uten noen andre hjelpemidler for korrekt kjøring. Da med for eksempel 24 meters sprøyte, vil man overlape 80 cm per drag. Dette fører til unødvendig kostnader ved innkjøp og bruk. I tillegg kan man oppleve avlingstap, på grunn av giftvirkning ved for store mengder gjødsel der overlappen blir. (Svarstad, 2019) Ved glippe kan man også oppleve avlingstap ettersom plantene ikke får tilført gjødsel for eksempel.

#### 1.4 Presisjonsverktøy

Det har skjedd mye i utviklingen på presisjonsutstyr fram til nå. Dette gir store valgmuligheter, variasjon i bruksområde og investeringskostnad. Både mellom, og innenfor leverandører og merkene er det store variasjoner på dette. Man skal allikevel ikke undervurdere penn og papir som et presisjonsverktøy. Har man ikke presise data som presisjonsverktøyet skal jobbe etter, klarer heller ikke det å være presist. (Agjeld, M, J. Personlig kommunikasjon, 7.februar 2020) Nøyaktige og faktiske målinger på et redskap er viktig, ikke et ca. mål eller hva naboen har målt seg frem til. Målingen noteres for eksempel ned på telefonen, og man kan kontrollsjekke innstillingene opp mot dette om man er usikker. Presisjonsverktøyet kan blant annet være et spesielt redskap, eller selve traktoren som utfører et presist arbeid. Redskapet kan også styre traktoren slik at redskapet går helt korrekt. På selve traktoren kan man også ha flere typer verktøy innenfor presisjonsutstyr, som åpner opp i forhold til hvilke arbeidsoppgaver presisjonsverktøyet behersker.

Flere kombinasjoner er mulig, men dette kan kreve en viss presisjon på nøyaktigheten til presisjonsverktøyet. Her kan eksempelvis en såmaskin med påmontert presisjonsverktøy styre traktoren. Traktoren trenger da lignende presisjonsverktøy og autostyring, slik at de kan kommunisere. Her skal såmaskina gå mest mulig korrekt i forhold til helling og svinger. Traktoren kan samtidig sende signaler til maskina. Dette kan for eksempel være variering av gjødselmengden, ut ifra et tildelingskart som er utarbeidet på forhånd. Helt i andre enden av skalaen, men som fungerer svært godt til sitt formål er en manuell sporfølger. Sporfølgeren har mye av de samme komponentene som alle de andre systemene, som informasjonsskjerm og

GNSS - mottaker. Her styrer sjåføren selv etter dioder langs en lysbjelke med et midtpunkt. Diodene endres ut ifra om man kjører for mye til høyre eller venstre i forhold til midtpunktet, og man dermed må rette seg inn igjen i forhold til diodene. (Simonsen, 2020)

En spørreundersøkelse utarbeidet av Norsk landbruksrådgivning har sett på forholdet norske bønder og entreprenører har, til presisjonsutstyr og presisjonslandbruk. Av de 2794 personene som svarte, har de fått ut mange ulike svar og meninger rundt disse temaene. Flertallet av de spurte ser svært positive gevinster med slikt utstyr. De nevnte også at gevinstene og nytteverdien ble høyere enn hva de hadde forventet på forhånd. Her trekkes agronomiske og økonomiske faktorer inn for å forklare den positive gevinsten. Dette er faktorer som mindre jordpakking, bedre kvalitet på avlingene, redusert arbeidstid og drivstoffkostnader. Dette er basert på svarene fra personene, hvor alt fra sporfølger til full autostyring og seksjonskontroll er representert. En tendens i undersøkelsen var at de med mest avansert utstyr også var mest fornøyd. Disse personene så flere gevinster enn de med mindre avansert utstyr. Her er høyere presisjon eller for eksempel N-sensor å betrakte som avansert utstyr. Mellom 70 og 80 % svarte at arbeidsmiljøet ble bedre etter de tok i bruk presisjonsutstyr. (Agjeld & Dyrdal, 2019, ss. 3, 5)

Det mest vanlige presisjonsutstyret i undersøkelsen var sporfølger, da med autostyring like bak. Presisjonsutstyret blir brukt til kunstgjødselspredning og sprøyting for det meste. Såing og annen jordarbeiding bruker under halvparten presisjonsutstyr til. Flere av de spurte som driver med leiekjøring, merker større etterspørsel fra bønder rundt presisjonsutstyr. Bøndene virket også villige til å betale mere om slikt utstyr ble brukt. I undersøkelsen spurte de også hvorfor man ikke bruker noen form for presisjonsutstyr. Her ble kostnaden og at det er for dyrt trukket fram, i tillegg til at mange mente de ikke hadde god nok kunnskap. Dette med kunnskap mente forfatterne av undersøkelsen var en medvirkende årsak til at de samme også svarte at utstyret var for dyrt. Kunnskap om hva slags gevinst, bruksområder og muligheter presisjonsutstyret har, burde vært viderefremmet til potensielle brukere og de som allerede har tatt dette i bruk. Flere i undersøkelsen mener de ikke har bruk for det. Erfaringer og kunnskap tilsier at presisjonsutstyr er til nytte på ett eller annet vis, for de fleste gårdsbruk i Norge. (Agjeld & Dyrdal, 2019, ss. 6, 8)

Hvilket system man velger kommer an på mange ting. Brukervennlighet, areal det kan benyttes på, økonomi, utnyttelsesgrad, oppgraderingsmulighet for å nevne noe. Mye må vurderes frem og tilbake, da også med litt framtidsrettet tankegang. Det kan være smart å starte i det små, men da ha mulighet for å oppgradere senere til en fornuftig pris. Merkene og leverandørene må

vrurderes opp mot hverandre rundt disse temaene for å få et velfungerende system med fornuftige oppgraderingsmuligheter og funksjoner. Kan man tåle noe ekstra såglipper eller overlapp, da med et system til 10 000 kr kontra 150 000 kr? (Simonsen, 2020)

## 1.5 GNSS – systemer

I dagligtalen blir ofte presisjonsverktøy forkortet til GPS - systemer, kommunisert og videreformidlet med denne «forkortelsen». Det er sånn sett ikke noe feil i ordbruken da den kan være korrekt i mange sammenhenger. Dette med GPS er kun en liten del av presisjonsverktøyet og ikke et samlebegrep. GPS er nemlig et satellittbasert posisjonerings og navigasjonssystem utviklet av det amerikanske forsvaret. Global positioning system (GPS) er hva de tre bokstavene egentlig står for. Global navigation satellite system (GNSS) er på mange måter et mere samlende og «korrekt» begrep for satellittbasert presisjonsverktøy. Det russiske systemet GLONASS, kinesiske BeiDou (BDS), europeiske GALILEO i tillegg til det amerikanske GPS havner alle under samlebetegnelsen GNSS - systemer. (Kartverket, 2019)

Alle disse systemene er relativt like og fungerer under samme prinsipp. Alle unntatt det kinesiske BDS og europeiske Galileo er enten utviklet eller eid av militære i landet. Militæret har så åpnet systemene for sivil bruk, slik vi kjenner dem i dag. Systemene består av satellittsegmenter i form av satellitter. Bakkesegment med en kontrollering og referansestasjon, i tillegg til er brukersegment med mottakere i for eksempel en traktor. Satellittene går i en sirkulær bane rundt jorda på ca. 20 000 km høyde. Denne høyden er gunstig for en god dekning av jordoverflaten. Dette har med nøyaktighet og kontakt med mange nok satellitter samtidig å gjøre. Høyden, vinkelavstand i forhold til hverandre i samspill med ekvatorvinkel (inklinasjon), gir systemene ulike egenskaper og mulighet til å få kontakt med flere satellitter samtidig. Generelt vil flere satellitter man har gode signaler fra, gi bedre posisjonsnøyaktighet. Noen av de som leverer GNSS-systemer kan også samarbeide mellom hverandre, dette gjør at forbrukeren kan få bedre presisjon. Her vil satellitter fra en annen leverandør kunne supplere systemet, eller generelt gi bedre signaler til mottakeren. (Norsk romsenter, 2020)

For å kunne fastslå posisjonene i XYZ - posisjon (3D), må minst fire satellitter gi signaler til mottakeren. Dette gir breddegrad, lengdegrad og en matematisk beregning av høyde over havet (ellipsoidisk høyde). Posisjonen beregnes ut ifra avstanden mellom mottakeren og satellittene. Den fjerde satellitten brukes som referanse for tid. Her synkroniseres mottakerens klokke med den felles tidsreferansen som satellittene bruker. Posisjonen bestemmes ut ifra avstanden signalet bruker mellom satellitt og mottaker. Dette beregnes så ut ifra tid og hastighet på

signalet. Radiosignalet beveger seg med lysets hastighet med tidsenheten milliarddeler av et sekund (nanosekund). Denne målingen må være svært nøyaktig. Et tidsavvik på et nanosekund kan gi en avstandsfeil på 30 centimeter. Klokkene i satellittene, såkalt atomklokker synkroniseres med en felles tidsreferanse på bakken. Dette gjør at satellittnavigasjonssystemet kan fungere over hele kloden. (Norsk romsenter, 2020)

## 1.6 Studie

Denne oppgaven har som formål å vise en praktisk framstilling av autostyring med ulik nøyaktighet. Både mellom, og opp imot manuell styring av traktor. Med tanke på avvik, ut ifra hva som er optimalt for redskapet. Med slept såmaskin i drift hengende etter aktuell traktor, vil praktiske eksempler og mere håndfaste tall fra forsøksfelter bli presentert. Med bilder og illustrasjoner, vil dette praktiske forsøket kunne gjøre leseren mere oppmerksom på hva dette dreier seg om. Hensikten er også at flere enklere kan forstå hva resultatene viser. Oppgaven har ikke blitt låst til merke eller forhandler. Det ble brukt det som har vært lettest og praktisk gjennomførbart. Utstyret ble brukt og kombinert i forhold til jobb, og hva som er tilgjengelig gjennom firmaet. Også i sammenheng med tidsperioden forsøket måtte gjennomføres, og avstanden til forsøksfeltet fra hjemstedet til forfatteren.

Problemstilling til denne oppgaven:

*Gir kjøring med automatisk styring med RTK bedre nøyaktighet ved såing og mindre avvik mellom sådragene i forhold til automatisk styring med EGNOS og manuell styring av traktoren, med Fendt 516 S4 og såmaskinen Väderstad Rapid 300c?*

Hypotesene jeg ønsker å teste:

*H1: Alle de tre styresystemene gir likt avvik mellom sådragene*

*H2: Sidehelling har ingen betydning for avviket mellom sådragene*

*H3: Styresystem og sidehelling er uavhengige av hverandre, og har ingen interaksjonseffekt*

Oppgaven vil begrense seg til Fendt sine systemer både innenfor selve traktoren og GNSS - systemet som fulgte med. Spesielt med tanke på traktoren blir forklaring avgrenset til det som har betydning for forsøket og gjennomføringen. Dette gjelder også for såmaskinene. Såmaskina

vil bli begrenset til Väderstad rapid modellen med forklaring ut ifra aktuell såmaskin. Oppgaven bygger på en forståelse og sammenheng mellom både landbruksteknikk og agronomi. Samspillet mellom teori og praksis er også viktig å ta med seg gjennom oppgaven. Oppbygning av oppgava bygger på en informativ innledning rundt problemstillinga. Flere ulike kilder er benyttet, også gjennom kurs og mere personlig kommunikasjon på enkelttemaer.

Materialdelen bygger på innledningen i forhold til mere fordypning innenfor temaet, og videre inn på maskinene som er brukt. Mye er hentet fra produsentene eller samarbeidspartnere av dem. Egne erfaringer, innstillinger og illustrasjoner fra forfatteren er også med her. Metodedelen gir en oversikt over gjennomføringen av forsøket. Gjennom maskinforhandlere og oppgaverådgiver har flere løsninger på gjennomføring vært diskutert. Dette for å kunne besvare problemstillingen godt. Selve gjennomføringen av forsøket, og alt av innstillinger er gjort av forfatteren.

## Materiale

### 2.1.1 Fendt 516

Traktoren som ble brukt i det praktiske forsøket er en Fendt 516 vario, (S4) profi plus versjon (2018). Traktoren har en effekt på 165 hestekrefter ved 1900 motoromdreininger, og er en smidig og lett anvendelig fire sylindret traktor. (Syljuåsen, 2018) Traktoren har et GNSS - system innebygget, som man kan benytte opp mot autostyring og videre oppgraderinger til for eksempel variabel tildeling av gjødselmengde. Slik denne traktoren er satt opp uten selve frontlasteren veier den ca. 6000 kg (figur 1).



Figur 1. Fendt 516. Foto: Erik Solbjørg, 17 oktober 2018.

Profi plus er en betegnelse på utstyrsnivået til traktoren, blant annet med en større berørings skjerm inne i hytta på 10,4 tommer. Flere oppgraderingsmuligheter er også tilgjengelig som flere skjermbildekombinasjoner på skjermen, og Fendt sitt eget registreringssystem VarioDoc. Dette systemet har mulighet for toveiskommunikasjon med stasjonær pc og skifteplan for å nevne noe. S4 er en betegnelse på utslippsstandarden med Selective Catalytic Reduction (SCR) eksosteknologi og AdBlue, dette for å rense eksosen og fjerne nitrogenoksider (NOx). (Yara Norge AS, 2020)

### 2.1.2 GNSS systemet

Traktoren er utstyrt med en NovAtel SMART6-L GNSS- mottaker med dobbel frekvens, denne er trygt plassert inne i takluka. NovAtel er et selskap som leverer presise globale posisjoneringssystemer og utvidelsesteknologi. (NovAtel inc, 2020b) Antenna tar imot satellittdata fra minimum fire satellitter og gjør om dette til en posisjon. Slik kan traktoren vite hvor den er, og navigere seg ut ifra dette. Satellittene sender ut radiobølger på to frekvenser, dette signalet kodes som en navigasjonsmelding av mottakeren. Satellite based augmentation system (SBAS) er systemet de bruker for kommunikasjon med satellittene. Informasjonene sier hvor satellitten befinner seg.

Ved hjelp av de utsendte baneparametrene kan mottakeren beregne hvor den befinner seg i landskapet. (NovAtel inc, 2020a) Bakkestasjoner samarbeider i ett nettverk og mottar GNSS-signaler fra satellitter. Bakkestasjonen sender ut igjen korrigert informasjon til mottakeren i traktoren. Hvordan dette sendes har med type korreksjonssignal å gjøre. (European global navigation satellite systems agenc, 2018) Feilkilder som atmosfæreforstyrrelser, jordskorpebevegelser, tidevann og atmosfærisk trykk kan påvirke disse radiobølgene og gi feil informasjon til mottakeren. For å forsøke å forhindre dette trenger man et korreksjonssignal. (Kartverket, 2019)

Korreksjonssignalet blir mottatt på to måter for dette systemet, for denne traktoren. Den ene gratis med en teoretisk dårligere nøyaktighet enn den man må betale for. De fungerer delvis på samme måte ved å benytte stasjonære mottaksstasjoner som forbedrer posisjonsnøyaktigheten og sender ut korreksjonssignaler via Differential Global Positioning System (DGPS). (Fendt. 2018a, s. 23) European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) og Wide Area Augmentation System (WAAS), er to gratissignaler mottakeren kan bruke som en korrigerende. Hvilket system den bruker går automatisk og avhenger av hva den får best signaler fra. EGNOS blir mest brukt i det området forsøket vil foregå, videre i oppgaven blir bare EGNOS betegnelsen brukt. (Disen, L. Personlig kommunikasjon. 10. mars 2020)

For EGNOS signalet gir leverandøren et tall på spor til spor nøyaktigheten, denne er satt til  $\pm 20$  cm. Spor til spor nøyaktighet vil si etter en viss tidsperiode, det er ikke nøyaktigheten mellom hvert enkelt drag ute på jorden. (Fendt.com, 2020 a) Spor til spor handler mye om repeterbarhet, altså at samme spor kan brukes over lenger tid. Dette blir viktigere og viktigere med tanke på jordpakking og økt bruk av faste kjørespor. Selve presisjonen når man kjører med for eksempel frontmontert slåmaskin skal være relativt lik. Her kan selvsagt feilkilder som nevnes i dette

underpunktet gjøre en liten forskjell mellom hvert drag. (Skjelin, J. Personlig kommunikasjon, 26 mars 2020) For EGNOS garanterer de en spor til spor nøyaktighet på  $\pm 20$  cm innenfor 15 minutter. Går det lenger tid har man ingen garanti for nøyaktighet. Den kan imidlertid være like nøyaktig etter 60 minutter, uten noen form for garanti. For RTK – korreksjonen har denne en bedre spor til spor nøyaktighet, da også over en lengre tidsperiode. Her garanteres  $\pm 2$  cm innenfor 24 timer, så vel som til våronna året etter. (Fendt, 2020 a)

For å motta det andre korreksjonssignalet trenger man en antenne på toppen av takluka som gir signaler videre til mottakeren. Signalet som mottas nå kalles RTK-nettverk og man trenger i tillegg et SIM- kort i mottakeren. RTK (Real Time Kinematic) skal ha høyere presisjon og krever derfor fem satellitter med god geometri og høyde over horisonten. RTK-nettverk bygger på sanntidsforbindelser via mobil eller internettet til en tjeneste som tilbyr korreksjonsdata. Tjenesten baserer seg på et nettverk av basestasjoner med kjent posisjon, hvor de deretter kan beregne og sende tilbake de nødvendige korreksjonsdataene. Her går ikke signalet gjennom en satellitt før den når mottakeren, men i sanntid over internett til antennen og mottakeren i taket på traktoren. (Mæhlum, 2017)

En annen feilkilde på signalene er problemer med satellittavdrift. I banen satellittene går, vil kommunikasjon mellom mottaker og bakkeselementet få en viss avdrift. På grunn av bevegelsen den har får man denne avdriften, både på hastighet og plassering i forhold til mottakeren. Plassering og geometri i forhold til mottakeren, går på vinkelen satellittene har i forhold til hverandre. Stor spredning av satellitter over hele himmelen gir bedre nøyaktighet enn om de «står» i en klynge. Satellittgeometrien er viktig for å redusere risikoen for dårligere nøyaktighet eller tap av signaler. (Norsk romsenter, 2020)

I tillegg til dette korreksjonssignalet har mottakeren noe NovAtel kaller GLIDE teknologi. Denne teknologien skal gi stødig og nøyaktig posisjonering, da forutsatt RTK korreksjonssignal. Ved dette systemet vil man ved oppgradering slippe utskifting av kostbar maskinvare. GLIDE som går over to frekvenser kan fortsette manuell veiledning eller autostyring selv med korte perioder med dårlig satellittsignaler. Med dette kan man også være mere motstandsdyktig mot effekter av høy ionosfærisk aktivitet. (NovAtel Inc, 2020a) VarioGuide systemet til Fendt benytter de amerikanske GPS-satellittene, men kan også få signaler fra det russiske GLONASS. Systemet er også klargjort for bruk av det europeiske Galileo-systemet. Flere satellitter og en parallell bruk av flere systemer garanterer at den automatiske sporfølgingen av kjørelinjer blir svært pålitelig og nøyaktig. (Fendt, 2020a)



Traktoren benytter et spesielt navigasjonsinstrument i sammenheng med navigasjonsmeldingen. Gyrokompass, også kalt gyro er et instrument som viser geografisk himmelretning. Denne retningen vises uten hjelp fra magnetisme, slik som magnetkompasset benytter. På denne måten unngår man magnetisk misvisning, og hva denne feilkilden medfører. Magnetisme kan komme fra jordens magnetfelt eller fra nærliggende komponenter der kompasset er montert. Det finnes flere typer gyrokompass. De fungerer på sett og vis likt, men har litt annen oppbygning, annen avansert teknologi og gir sånn sett ulike bruksområder. Et klassisk gyrokompass baseres på et gyroskop, dette er så modifisert slik at aksene retter seg mot Nord selv med påvirkning av jordrotasjon. (Kjerstad, 2020)

Informasjonen gyroen gir fra seg, i forhold til forholdene den opplever er viktig. Dette kan brukes både til skip og landbasert aktivitet. Gyroen har et stort bruksområde da den fungerer godt både til vann, lands og i luften. Her kan stabilisering av et skip være aktuelt slik at det ligger vannrett, og plant. Guiding på land kan skje i form av navigering i forhold til terrenget. Også på dette systemet kan man oppleve feilkilder, selv om nøyaktigheten er vesentlig bedre enn for magnetkompasset. Med de klassiske gyrokompassene kan man oppleve feil på bakgrunn av at gyroen ikke ved farten, kursen og breddegraden til fartøyet. Her kan feilen utbedres med å koble kompasset opp mot GNSS – signaler som har denne informasjonen. Korreksjonstabeller eller en formel man kan beregne feilen med er også en mulighet, med dette blir man kvitt noe av feilkilden. (Kjerstad, 2020)

### 2.1.3 vario-transmisjon

Vario er en type transmisjon og overføring fra motor til drivhjulene, dette er det man kaller trinnløs. Trinnløs kommer av at man har variable hastighet fra 0,02 km/t til makshastigheten på 55,5 km/t helt uten noen form for giring, dette forutsetter at traktoren står i veimodus eller gir to som betegnelsen på knappen i armlenet viser. En nedgiring før tungt arbeid sparer girkassen for slitasje, men her vil topphastigheten falle til rundt 30 km/t. Transmisjonen er en kombinasjon av hydrostatisk og mekanisk drift, hvor man med økende hastighet får mere mekanisk drift ut på hjulene. Variable pumper og hydrostatmotoren vinkler seg og arbeider under trykk på opp mot 550 bar, for å drive traktoren fremover ved hjelp av olje. Varioen er i et svært tett samarbeid med Tractor Management System (TMS). Styresystemet regulerer og styrer motor og transmisjon slik at de alltid arbeider mest mulig økonomisk. Med dette systemet får man samme virkemåte og hastigheter også ved rygging. (Fendt. 2020 b)



## 2.1.4 Betjening i traktoren

Betjeningen av traktoren i armlenet og hvordan knappene som er brukt fungerer vil bli presentert nå (figur 2). Enkelte knapper og komponenter vil bli vist uten noen videre forklaring. Andre knapper krever noe mere forklaring. Her ved hjelp av bilder, og hvordan man finner fram til innstillingene inne i berøringsskjermen på traktoren. Det jeg nå velger å forklare nærmere, vil bli forklart slik forfatteren har organisert og stilt disse inn. Dette på bakgrunn av egne erfaringer og målinger, samt slik forfatteren ønsker og ha det under kjøringen. Innenfor de samme innstillingsmulighetene som gjennomgås finnes det svært mange andre muligheter og løsninger, disse vil da ikke bli gjennomgått. Her vil mye bli forklart i tekstform med utgangspunkt i de samme figurene, for å slippe lik figur for hvert avsnitt.



Figur 2. Armlenet i Fendt 516. Foto: Erik Solbjørg den 11 mars 2020.

For å starte med litt knapper og betjening og der hvor selve innstillingene skjer. Dette gjøres i et stort armlene på høyre side som følger bevegelsene til førersetet under kjøring. De fire spakene på midten nederst i bildet (figur 3) betjener man hydraulikken med. Dette er dobbeltvirkende uttak bak på traktoren. Kula eller krysspaken ovenfor de fire spakene styrer også hydraulikk, denne brukes ofte til frontlaster. Til høyre for krysspaken sitter justering av trepunkt i tillegg til start og stopp av kraftuttaket.



Figur 3. Betjening i armlenet. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.

Spaken til venstre i bildet med diverse knapper er en multifunksjonsspak. Denne kalles ofte for variospak eller kjørespak da den også styrer fremdriften. Bevegelsene til denne spaken styrer og aktiverer da vario-transmisjonen som forklart i underpunktet 2.1.3. En aktiveringsknapp på baksiden må aktiveres ved start for å kunne flytte traktoren eller ved vending av kjøreretning. For å kjøre fortere fremover dyttes spaken fremover, og for å redusere farten kan den trekkes bakover. Her må man være obs på for høyt motorturtall, og fysisk bremse for å redusere dette. Dette blir likt ved revers, men da motsatt på måten man øker og reduserer farten på.

Ved vending holdes aktiveringsknappen inne før den tiltes til venstre mot sjåføren. Ved kun å tilte variospaken til høyre vekk fra sjåføren aktiveres cruise control i den hastigheten traktoren

er i øyeblikket. På variospaken sitter det to oransje knapper der spaken går over i en annen farge. Dette er knapper for forhåndsinnstilt cruise control henholdsvis cruise control 1 (C1) og cruise control 2 (C2). Innstillingen må legges inn i varioterminalen og en av knappene må aktiveres slik at den lyser, for å senere kunne aktivere den innstilte hastigheten. Her vil traktoren jobbe for å holde den innstilte hastigheten både i oppover og nedoverbakke. Her må også motorturtall overvåkes i bratt nedoverbakke eller ved høye hastigheter, da den ikke klarer å holde igjen alltid. De to oransje knappene under cruise control, går på minimum og maksimum motorturtall. Disse gjør på sett og vis det samme som for cruise control, da ved å forsøke å holde ett forhåndsinnstilt motorturtall.

Fargekoding på funksjoner gir oversikt og gjør det lettere å bruke traktoren. Ser man nøye etter oransje farger og tegn vil man se at det som er forklart i forrige avsnitt har lik farge som gasspedalen på gulvet. Her kommer de to oransje hulene inn på hver side av armlenet. Det nærmest sjåføren er en vanlig håndgass man skyves frem for økt motorturtall. Hjulet til høyre i bildet går på kjørepedalen og følsomhet på denne. Gasspedalen kan brukes både som fartsjustering og en vanlig motorturtallsjustering. Hulet justerer man til ønsket maksfart, hvor traktoren ikke vil gå fortere enn innstilt hastighet med kjøre / gasspedalen helt i bunn. Dette gjør pedalen mere følsom og presis på arbeidsoppgaver som krever dette. Dette velger man i styrepanelet som forklares senere. Fargekodingen gjelder også for hydraulikk og trepunktsløftet, men inne på varioterminalen kan dette flyttes rundt i alle retninger slik som sjåføren ønsker. Fargekodingen vil dermed sjeldent stemme overens. Som et eksempel kan trekkarmene bak styres med en av de fire «hydraulikk»-spakene som er nedfelt i armlenet.

Går man videre på multifunksjonsspaken har man på hver ytterside en trykknapp som kan betjene de dobbeltvirkende hydraulikkuttakene. Den runde blå knappen litt ovenfor er kun for flytstilling på det aktuelle dobbeltvirkende uttaket. Den røde knappen øverst er nødstopp og vil stoppe funksjoner som cruise control, låse hydraulikkuttak og trekkstenger. I midten av spaken har man fire grønne aktiveringsknapper (GO og END), disse må programmeres i varioterminalen i programmet variotronic TI. Bokstavene TI står for teach in, altså at man som sjåfør kan lære opp traktoren til arbeidsoppgavene. (Gjølga, J, personlig kommunikasjon, 12 mars 2020). I programmet kan man lagre arbeidssekvenser som man gjentar ofte, slik som vending av plog.

For panelet til høyre i armlenet (figur 4) kjenner man igjen fargekodingen, hvor dioder lyser ut ifra hva som er aktivert. Ved å begynne til høyre går alt i gul farge på kraftuttakshastighet og automatisk på eller av. På det grønne har man firehjulstrekk øverst med auto på eller av ved sving, og dermed oppnår bedre svingradius. Det samme gjelder for differensialsperreren under. Nederst er framaksselfjæring på eller av.



Figur 4. Panelet i armlenet med trykknapper. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.

Videre kommer man over på litt mere kompliserte knapper hvor noe må aktiveres for at andre funksjoner skal fungere. Den øverste blå låser opp eller igjen alle hydraulikkuttak. Den til høyre har symbolet på GO og END aktiveringsknappene i variospaken, denne må altså være aktivert og lyse for at variotronic TI - programmet skal fungere. Under har man to knapper som går på styring og om autostyring er aktivert. Den til høyre av de to må aktiveres for at selve funksjonen autostyring skal fungere. Denne må også være aktivert for i det hele tatt få opp kjørelinjene i kartet. Den til venstre kan man aktivere autostyringen med ved fysisk og trykke, da lyser dioden. Ved bruk av GO og END knappene vil den også begynne å lyse, og er dermed aktivert. Nederst på denne rekken har man en knapp for bakre og en for eventuelle fremre trekkstenger. Dette er en knapp som må aktiveres for at trekkstengene skal kunne respondere på det man har lagt inn i programmet variotronic TI som for eksempel hev og senk av plogen.

Over på den oransje fargen har man et arbeidsgir (I) og ett transportgir (II), dette er forklart i underpunktet 2.1.3. Ser man nøye etter på bildet finner man igjen det oransje hjulet og et symbol som er likt med det i panelet. Under arbeidsgirene velger man kjørepedal med TMS, da fungerer denne kort fortalt som en bil med automat. Det går ikke an å bruke kjørepedal uten TMS. For multifunksjonsspaken har man mulighet for både med og uten TMS. Bruker man spaken med TMS fungerer denne som fartsendring uten bruk av gasspedal i det hele tatt. Uten TMS vil spaken justere hastigheten som en girspak, men gasspedalen må brukes som en ordinær gasspedal som styrer motorturtallet. Nederst har man en knapp merket N, her kan man se om traktorens transmisjon står i nøytralstilling og man kan aktivere nøytral selv.

### 2.1.5 Varioterminalen

Varioterminalen og forklaringen her blir også lagt fram slik som forrige underpunkt 2.1.4. Det finnes et hav av muligheter og veier inne på denne terminalen. Det er her innstillinger gjøres, og man finner fram til det skjermbildet man ønsker. På varioterminalen velger forfatteren å gå ut ifra «hjem»-skjermbildet (figur 5) når innstillinger skal forklares, og hvor man finner dem. Videre vil ulike figurer underveis i forklaringen bli henvist til ved behov, slik at man slipper å starte helt på nytt fra «hjem» - skjermbildet hver gang.

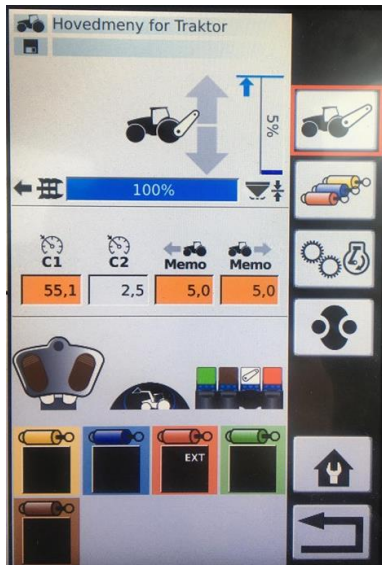


Figur 5. "Hjem"-skjermbildet på varioterminalen. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020

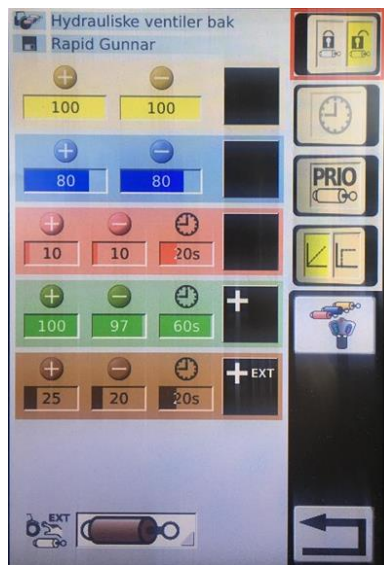
Man berører skjermen for å flytte seg rundt de fleste plasser, noen tegn må trykkes inn flere ganger for å få frem ønsket bildet. De manuelle knappene på høyre side av skjermen kan også brukes til å navigere noe med, slik som tilbakeknappen øverst til høyre. Piler i forskjellig retning og «Ok» for å trykke seg videre kan også benyttes. Nederst til høyre kan skjermen splittes opp i kvadranter og man kan selv velge hvilket skjermbilde som skal vises, og over hvor stor del av skjermen det skal vises på. Til venstre for denne knappen er selve «hjem» knappen. Her kommer man tilbake fra der man er, til «hjem» - skjermbildet. Til Venstre for skjermen trykker man da på den infoen man ønsker å se om traktoren, slik som hydraulikkuttak eller info om trekkstengene.

Ved å følge rekkefølgen funksjonene ble forklart i det forrige underpunkt 2.1.4, vil innstillinger for hydraulikkuttak bli forklart først. Fra «hjem» - skjermbildet trykker man på traktorsymbolet, da kommer man inn på «hovedmeny for traktoren» (figur 6). Videre inn på sylindersymbolet (figur 7) hvor selve innstillingen gjøres med oljemengder, og man kan aktivere tidsur på uttaket i høyre marg for eksempel. Innstilling av oljemengde gjøres slik at man har kontroll, og ikke sliter unødige på redskapet. Ved 100 % vil for eksempel en sloddeplanke på såmaskinen gå svært fort ved liten berøring av tipputtaket, dette kan føre til problemer. På nest nederste trykkmulighet har man symbolet for både variospak og sylindere, her kan man da flytte uttakene til de posisjonene sjåføren ønsker (figur 8).

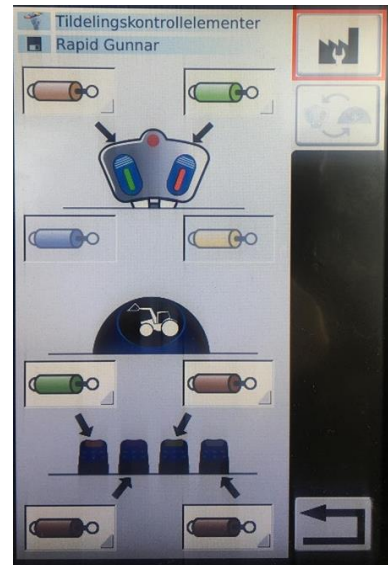




Figur 6. Hovedmeny for traktor. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.



Figur 7. Innstillinger for hydraulikkuttak. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.



Figur 8. Sjøførinnstillinger. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.

Cruise control kommer man til gjennom hovedmenyen for traktoren, her kan man trykke videre fra figur 6, på knappen under hydraulikkuttakene. Inne på skjermbildet (figur 9) kjenner man igjen C1 og C2 hvor man kan stille inn til ønsket hastighet. Justeringen av maks og minimums turtallshastighet gjøres her, og man kan også se data på dieselforbruk om man trykker seg videre. Inne i den nå hvite boksen hvor hastigheten står, vil man få en oransje farge når den blir aktivert med knappen på variospaken. Det samme ser man på «hjem»-skjermen når dette gjøres.

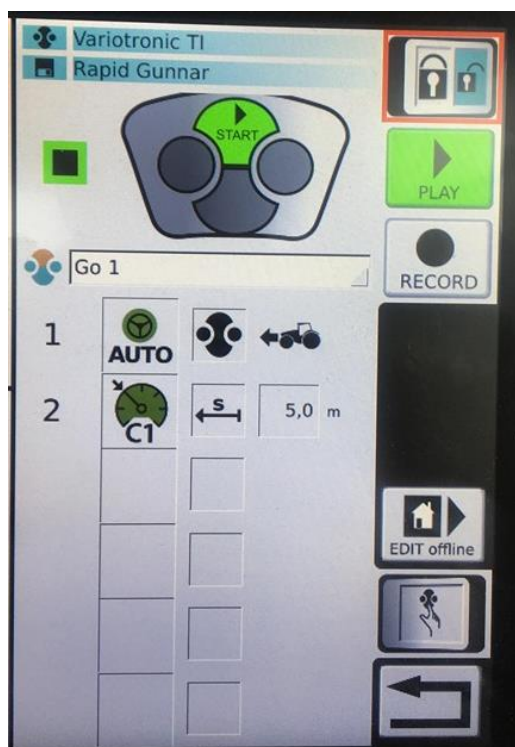


Figur 9. Motor og transmisjonsinnstillinger. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.

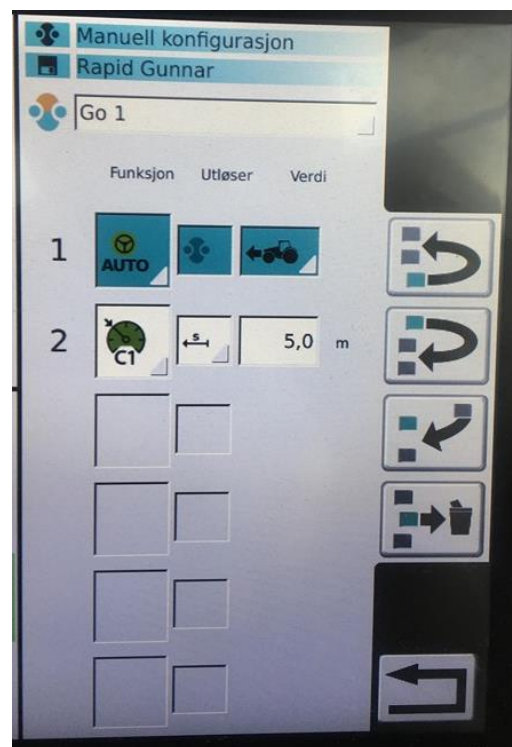
Variotronic TI er et svært avansert og nyttig program man finner et stykke inn i terminalen. Her kan man lagre arbeidssekvenser som man gjentar ofte slik, som vending av plog. Hydraulikkuttaket for vending av ploegen legges inn i programmet, i tillegg til en tidsperiode det skal være aktivert. Ved å trykke på aktiveringsknappen vender ploegen til rett posisjon. Her

kan man legge inn opp til 39 ulike sekvenser på aktiveringsknappen, for eksempel GO 1. Denne knappen sørger for å gjennomføre disse sekvensene i tur og orden. (Fendt, 2018b, s. 80) Aktiveringsknappen kan også kun aktivere autostyring da ved å legge det inn på samme måte.

Fra figur 6 og «hovedmeny for traktor» kommer man seg videre. Fra denne vil man nå fortsette nedover menyvalgene og trykke på knappen med det samme GO og END symbolet som er nevnt tidligere. På neste bildet vil det som ligger inne i programmet vises, denne er ofte tom og man må legge inn for hånd (figur 10). Det er mulig å ta opp «record» som i en film hva man gjør, da vil traktoren lære seg dette og gjøre nøyaktig det samme som sjåføren. Inne på en av de nederste knappene med skriften «EDIT offline» er der man manuelt legger inn det man ønsker (figur 11) Menyvalgene til høyre er her viktige, hvor de to øverste flytter rundt på funksjoner. Neste knapp legger til en ny kolonne hvor man kan redigere i. Videre har man en sletteknapp som fjerner den funksjonen som redigeres.



Figur 10. Variotronic TI. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.



Figur 11. Manuell konfigurasjon slik sjåførens ønsker. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.

Inne på den manuelle konfigurasjonen (figur 11). Her legger man inn og justerer etter hvert, slik at det passer til arbeidsoperasjonen man utfører. På funksjonskolonnen legges den funksjonen man ønsker skal aktiveres og startes, i dette tilfelle autostyringen. Utløserkolonnen viser hvordan funksjonen skal aktiveres, i dette tilfellet med GO knappene på variospaken. Endring av utløserknapp gjøres øverst, der det nå står GO 1 som og tegnet til venstre indikerer. Verdi har ofte med meter eller sekund og gjøre, men for autostyringen vil traktorsymbolet med

pilen indikere at det ikke er mulig å aktivere funksjonene med mindre traktoren har fremdrift. Funksjon to blir også på samme måte, her vil C1 bli aktivert fem meter etter funksjonen autostyring er aktivert med GO 1 – knappen.

Legger man inn nok sekvenser eller oppgaver i programmet, i tillegg til å ha RTK- signaler og utvidede GNSS-pakker, kan traktoren ved kun et trykk på for eksempel GO knappen kunne løfte, vende redskapet, snu traktoren, slippe ned igjen redskapet og arbeide seg opp til ønsket cruise control hastighet uten noen innblanding av sjåføren. (Disen L, Personlig kommunikasjon, 13 mai 2019) Man skal vite hva man gjør og legger inn i programmet. Om ikke traktoren får annen kontrabeskjed vil den forsøke å utføre det sjåføren har satt den til. Med tanke på HMS for personer spesielt utenfor traktoren skal man være observant. Er neste sekvens at vendeplogen skal vendes, vil traktoren gjøre dette uavhengig om en person skulle stå i faresonen for å bli truffet.

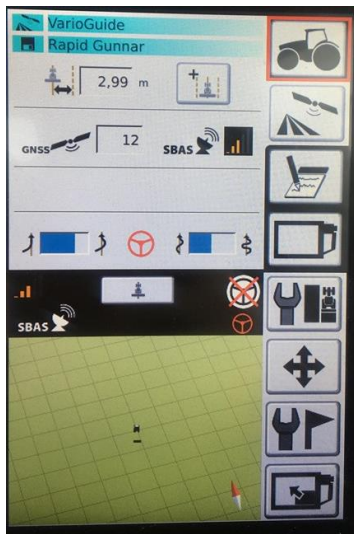
### 2.1.6 Autostyring

For å bruke autostyringen må flere ting være på plass og legges inn i riktig rekkefølge. Her må man også fysisk ut og måle på redskapet skal autostyringen fungere best mulig. Dette underpunktet forklares slik som de to foregående underpunktene. Flere avanserte funksjoner krever en del forklaring, både på funksjon og hvordan den virker. Her vil figurer supplere teksten for mulig lettere kunne forstå.

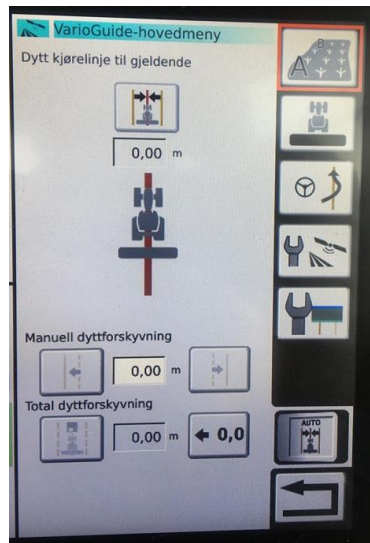
For å starte inne i traktorhytta og på «hjem»-skjermen må man nå gå nedover på menyvalgene. Her trykker man på den med satellitten, denne må det dobbelklikkes på for å komme inn på selve innstillingene. Ved kun ett trykk får man opp litt informasjon om antall satellitter man har kontakt med og arbeidsbredden man benytter (figur 12). Ved to trykk og inne på innstillinger og varioguide hovedmeny (figur 13), har man nå en del menyvalg og informasjon man må se gjennom og justere på. Her er det noen menyvalg som blir gjennomgått senere, da dette vil være enklere for sjåføren under arbeid og gjøre i kjørekartet med fullskjerm.

På symbolet med et ratt på, kommer man inn på varioguide hovedmeny (figur 14). Her kan man justere hvordan styringen skal reagere. Disse står ofte bare på fabrikkinnstillinger, men her kan man endre slik at traktoren svinger seg hurtigere inn på kjørelinjene for eksempel. Den øverste knappen brukes oftere. Denne har med hvor mye hjulene dreier i forhold til hva sjåføren dreier på rattet. Dette kaller de VarioActive, og i forhold til standard innstilling klarer man seg med ca. 60% færre omdreininger på rattet for å oppnå samme hjulvinkel. (Fendt, 2020b) VarioActive

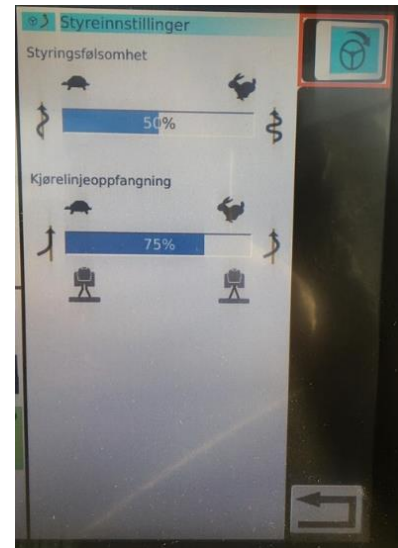
må man inn og skru på og av. Det kan være vondt og kjøre med dette på i enkelte tilfeller, slik som små transportetapper i lav fart eller ved for eksempel såing av vendeteigene.



Figur 12. Infobildet ved å trykke kun en gang på symbolet. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.



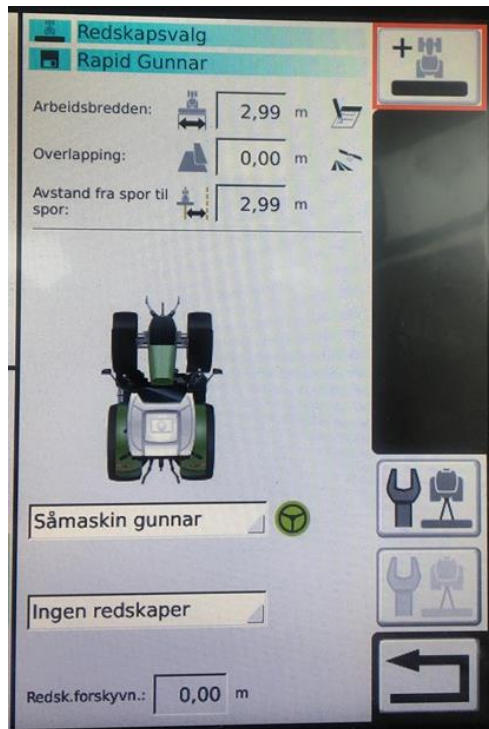
Figur 13. VarioGuide-hovedmeny. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.



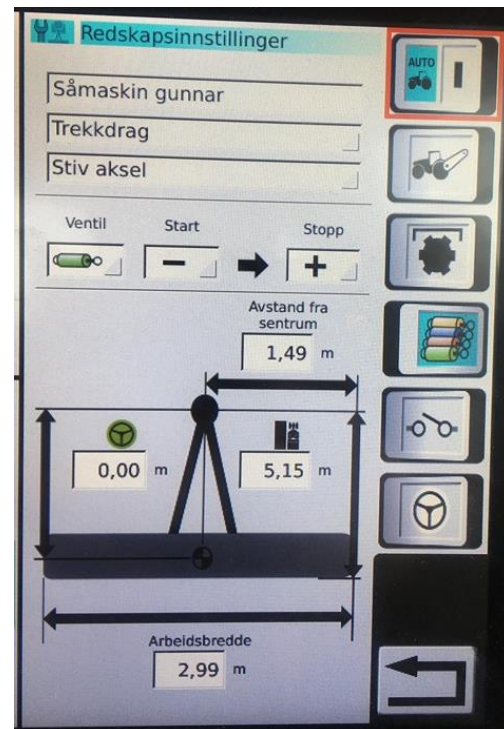
Figur 14. Innstilling for aggressivitet og styrefølsomhet. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.

Figur 13 viser flere alternativet på menyvalgene, blant annet en traktor med en svart strek bak. Trykker man på denne kommer man til «redskapsvalg» (figur 15). Her ser man hvilket redskap som er klart til bruk, informasjon om redskapet og man kan velge mellom andre lagrede redskaper. Plusstegnet øverst i menyen legger til nye redskap, hvor man her må sette inn navn før man kan legge inn innstillinger. Ved å trykke på skiftenøkkelen ved valgt redskap kommer man seg videre inn på «redskapsinnstillinger» (figur 16). Starter man da øverst med infobiten kommer navnet opp øverst. Rullgardinen under forteller traktoren hvor langt bak redskapet er festet inn på traktoren. Sitter redskapet i tilhengerkroken, trepunktsløftet eller i en kulekobling, Dette vil flytte avstanden til GNSS - mottakeren og hvordan den beregner navigeringen. Dette vil ha betydning for nøyaktigheten med autostyring. Neste rullgardin har med redskapet og om man har helt stiv eller noen form for sving på redskapets hjulaksling.





Figur 15. Redskapsvalg for andre redskaper og info om det aktive redskapet. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.



Figur 16. Innstillinger for redskapet. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.

Videre på redskapsinnstillingene kan man nå fokusere på arbeidsbredden som står nederst. Denne må kontrolleres i instruksjonsbøker, eller måles av sjåføren med måleverktøy. Legges denne inn vil man ovenfor det tenkte draget få opp et tall i boksen som går på «avstand fra sentrum». Dette er arbeidsbredden delt på to, som blir regnet ut automatisk. Denne vil man i enkelte tilfeller måtte endre hvis redskapet skulle gå skjevt bak traktoren. Dette kan være fordi draget ikke er montert i senter av maskinen eller den får en skjevforskyvning fra omgivelsen. Dette må da måles ut nøyaktig, helst i arbeidsposisjon.

På høyre side av draget kan man legge inn en avstand ned til redskapet. Dette har med markeringen i kartet og gjøre, og på bearbeidet areal. Altså hvor langt bak traktoren redskapet skal markere at en arbeidsoperasjon er gjort. På en såmaskin kan det være naturlig å måle dette punktet til midt i såaggregatet. For en trepunkts kunstgjødselspreder vil man kanskje sette denne verdien til der hvor gjødsla treffer bakken. Treffpunktet for gjødsel kan være for eksempel 10 meter bak sprederen. Sprederen i seg selv er ikke lenger bak trepunktsløftet enn to meter. (Gjølga, J, personlig kommunikasjon, 12 mars 2020) Nøyaktighet under måling vil være smart da man under vanskelige forhold kan bruke kartet i varioterminalen til å sette i gang redskapet. Eksempelvis kan det være vanskelig å se hvor vendeteigen begynner når man kjører såmaskin og det støver mye. Ved korrekte målinger av hvor langt bak trekkpunktet såaggregatet sitter, kan man følge med i kartet og løfte opp maskinen i det redskapet (hengende etter traktoren på

kartet) krysser den ferdigsådde vendeteigen. Her vil innlagt arbeidsbredde som forklart i forrige avsnitt bestemme bredden på markeringen på kartet i varioterminalen.

På venstre side av dette draget har man et felt med et grønt rattsymbol. Her kan verdien for sporføring på redskapet legges inn. Sporføringen eller svingpunktet kan man finne i instruksjonsbok eller ved å fysisk måle. Dette blir ofte satt i senter av hjulene eller akslingene som bærer redskapet. Svingpunktet forteller traktoren hvordan den skal kjøre for å få redskapet inn i riktig posisjon i forhold til kjørelinjen når man har vendt kjøreretningen. Dette vil ha størst betydning om man kjører med kjørelinjekontur, da mere pendling frem og tilbake eller en lengre enkelt sving. (Gjølga, J. Personlig kommunikasjon, 12 mars 2020)

Ifølge Jens Gjølga som er aktiv iblant annet i Agco sitt europeiske team for presisjonslandbruk, vil ikke dette med svingpunkt ha noe å si av betydning når autostyringen går etter AB-kjørelinjer. Dette er ikke GNSS systemet på aktuell traktor beregnet for i utgangspunktet da spesielt med sleperedskap som kan sige. Når redskapen siger, vil dette si i forhold til en rett linje. Her vil ofte sidehelling føre til et slikt sig, da redskapet dras og «sklir» nedover i terrenget. For å ta høyde for sig under kjøring må også redskapet utstyres med GNSS mottaker og antenne. Dette for å overstyre traktoren slik at redskapet går mest mulig korrekt. (Gjølga, J. Personlig kommunikasjon, 12 mars 2020) Denne verdien står også oppført med verdien 0,0 i instruksjonsboken for bakmontert redskap. (Fendt, 2018a, s. 101)

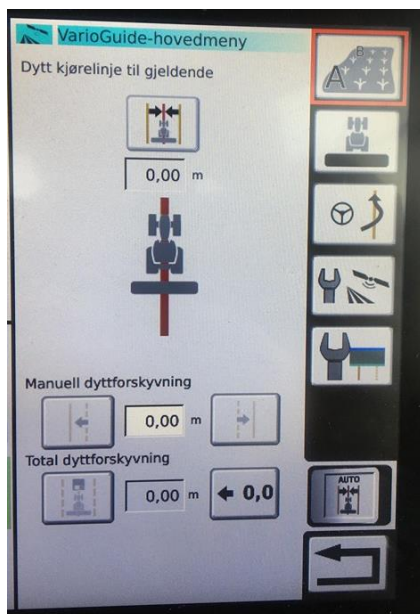
Verdien for svingpunkt skal stå på 0,0 når det kjøres etter AB – linjer. Dette har med måten denne verdien benyttes på. Her vil GNSS – systemet gjør en teoretisk beregning, hvor autostyringen vil styre etter dette. Beregningen skjer på bakgrunn av blant annet hvilke signaler gyroen i takluka sender fra seg. Her skal altså området traktoren kjører på, beregne hvordan redskapet skal følge korrekt etter. Dette gjør den da uten å vite forholdene til redskapet i praksis, selv om den kjørte i samme området for x antall meter siden. På bakgrunn av dette vil altså en annen verdi for svingpunkt gjøre at verdien virker mot sin hensikt. En form for villedning av systemet og måten formelen er satt opp på. (Skjelin, J. Personlig kommunikasjon, 26 mai 2020)

For markering på kartet har dette med menyen på høyre side og gjøre, i tillegg til hydraulikkventilvalg og start/stopp funksjon i midten av infofeltet. I menyen på høyre side må auto være aktivert slik som på figur 16, ellers vil den markere i kartet konstant. Her må det man krysser av på i menyen være oppfylt for at markeringen i kartet skal starte. Hydraulikkventilen som faktisk er i bruk må settes inn og man kan velge start og stopp av markering på enten plusslag, minusslag eller flytfunksjon på den aktuelle hydraulikkventilen. I dette tilfellet

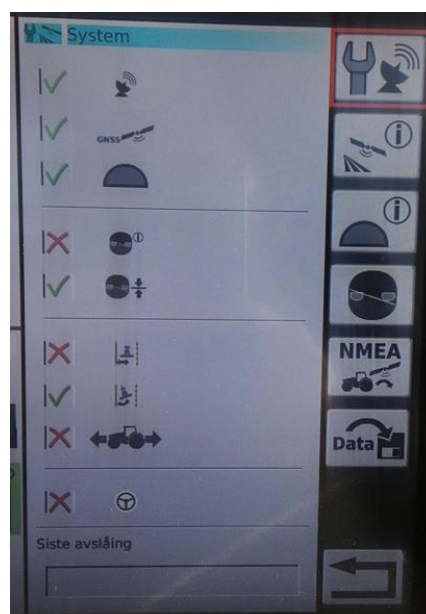
begynner markeringen når grønn ventil åpner minusslaget, stopper da igjen ved plusslag. Her kan man da legge inn at kraftuttaket må startes, eller autostyring være aktivert i tillegg for at markeringen skal starte.

### 2.1.7. Endre mellom korreksjonssignal

For å endre mellom hvilket korreksjonssignal man bruker må man inn i «varioguide hovedmeny» igjen (figur 17). Her må man da videre inn på symbolet med en skiftenøkkel og satellitt, da kommer man inn på systemoversikten og flere menyvalg (figur 18) Her har man en liste over funksjoner som kan brukes og er aktive. I menyvalgene har man stort sett den øverste knappen og konsentrere seg om. Her kommer man seg inn på status for GNSS (figur 19) info, innstillinger og menyvalg. Knapp nummer to fra toppen på figur 17 går inn på informasjon om for eksempel meter over havet, og nøyaktig posisjon med lengde og breddegrad. De andre knappene på menyen går stort sett på lagring og ellers informasjon om GNSS - systemet man ikke trenger i daglig drift om alt er i orden.



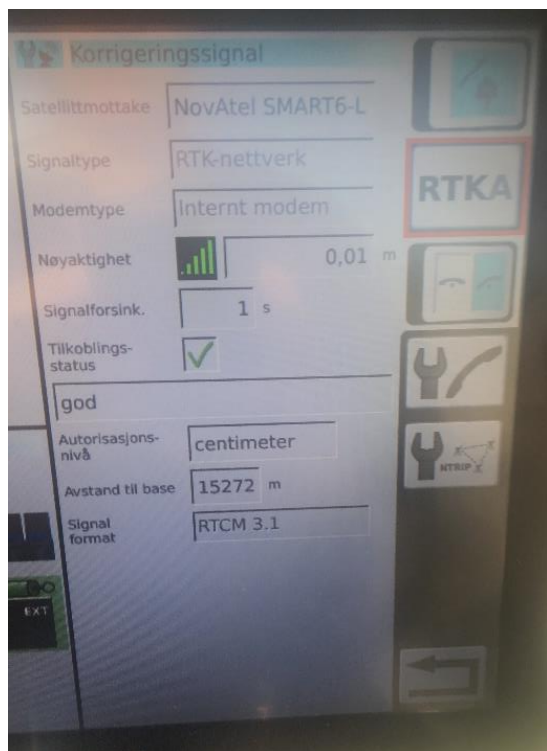
Figur 17. Varioguide-hovedmeny. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.



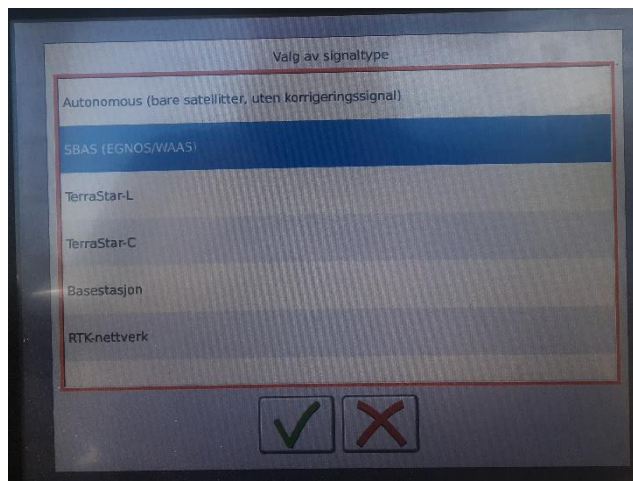
Figur 18. Systemet med flere menyvalg. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.

Inne på figur 19 vil man øverst se hvilke satellitmottaker man har, under denne vil signaltypen og dermed korreksjonssignalet stå. Her kan man få opp en rullgardin om ikke autostyring er aktivert med flere valg av korreksjonssignal. Inne i rullgardinen (figur 20) finner man igjen RTK-nettverk og/ eller SBAS (EGNOS/WAAS). De andre valgmulighetene ligger inne som mulige valg, men gir ofte dårligere nøyaktighet enn de som allerede er nevnt. (Disen, L.

Personlig kommunikasjon. 10. mars 2020) Spesielt ved skifte over til RTK – nettverk må man «ringe opp igjen» som det kalles, dette for å kunne koble seg opp og motta signaler. Dette gjøres med telefonsymbolet, og pil for å «ringe opp». Over til EGNOS vil den kobles opp automatisk, men det kan ta noen sekunder før systemet har den nøyaktigheten den skal ha. (Fendt, 2018a s. 25)



Figur 19. Status for GNSS - mottakeren. Foto: Erik Solbjørg, 18 september 2019.



Figur 20. Valg av korreksjonssignal. Foto: Erik Solbjørg, 18 september 2020.

### 2.1.8. Kjøring med autostyring og bruk av kartet i varioterminalen

Under kjøring med autostyring kan det være godt og bruke hele skjermarealet på varioterminalen. Denne legger man enkelt ned i hjørnet om man ønsker å se traktorinfo i tillegg. Ved å fylle hele skjermen med kartet er det enklere å orientere seg over hvordan traktoren går i forhold til kjørelinjene, og om man da treffer ønsket kjørelinje før man aktiverer autostyring. Det vil også bli enklere og lage åkergrense på jordet, lage nye kjørelinjer eller flytte disse kjørelinjene om nødvendig. Dette underpunktet tar for seg hva man ser i kartet og mulighetene for de tre kartmenyene. Noen av kartmenyene finner man igjen i underpunkt 2.1.6. Man kan altså velge hvilket man bruker, men i fullskjerm av kartet har man tilgang til det meste, og kan dermed spare seg for en del trykking og samtidig ha bedre oversikt på arbeidet.



For å beskrive noe av det man ser på kartet, vil man nå få opp traktoren og redskapet (figur 21). Her vil streken bak traktoren være tilsvarende det som er lagt inn i varioguide, i forhold til markeringen i kartet og arbeidsbredden. Traktor og redskap vil også stå i forhold til retningen på kjørelinjene man legger opp på jordet. Øverst har man info om hvor gode satellittsignaler man har, og hvordan traktoren står i forhold til kjørelinjene.



Figur 21. Kart under kjøring med autostyring. Foto: Erik Solbjørg, 13 mars 2020.

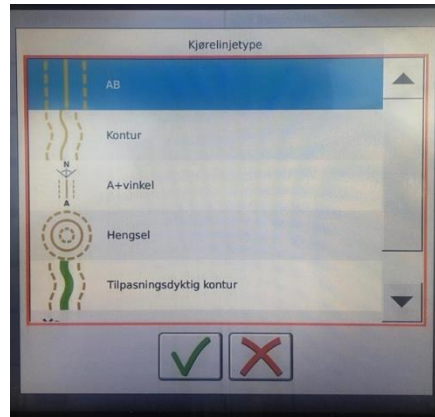
Tallet i hvit skrift indikerer avstand til nærmeste kjørelinje, da med tilhørende pil på siden for hvilken retning nærmeste linje ligger. Under har man tallet på antall drag man er bortenfor det punktet kjørelinjen ble laget. På høyre siden har man mulighet for zooming inn på traktoren. Rattet indikerer med rødt kryss at autostyring ikke er aktivert, under vil årsaken til at den ikke er aktivert stå. Denne skal da bli grønn, og årsaken her er at traktoren står stille og det ikke er aktivert med GO knappen.

På menyvalgene har man øverst en knapp som korrigerer for avdrift på signalet om man kjører med for eksempel EGNOS korreksjonssignal. Her vil alt i kartet flytte seg når man justerer, slik som kjørelinjer, åkergrenser og innlagte hindringer. Viktig her og ha et fast punkt man stopper og korrigerer hver gang man har vært ute av jordet for fylling av redskap. Under denne knappen har man mulighet for å slette markering som allerede er lagt på jordet fra tidligere. Videre har man innstilling og valg av markører man senere kan legge inn som et punkt i kartet. Den nest nederste knappen gir to nye bilder for menyen, med flere innstillinger og funksjoner. Nederste knapp gjør kartet mindre og man kommer tilbake på «hjem» - skjermbildet. (Fendt, 2018a, s. 82)

Inne på det andre menyvalget (figur 22) legger man inn selve linjene som sjåføren og traktoren kan kjøre etter. Øverst kan man lage selve jordet med en åkergrense, hvor man etter endt opptak setter på ønsket navn. Ved å trykke på knappen får man valg om hvilke side traktoren skal måle etter, eventuelt midt på ut ifra hvordan man vil måle. Må man rygge, snu eller kjøre utenfor jordet er det viktig å sette på pause da den ellers vil fortsette registreringen. Trykke på start igjen når man er inne på rett kurs.



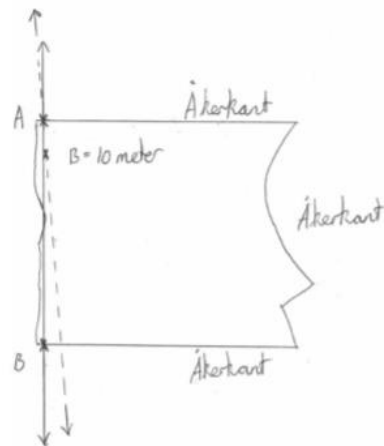
Figur 22. Det andre menyvalget. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.



Figur 23. Kjørelinjetyper. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.

På neste knapp lager man kjørelinjer, her får man da en rullgardin med flere valgmuligheter (figur 23). AB-linje og konturlinje er mye brukt, henholdsvis helt rett og en med mulighet for svinger. Etter man har valgt AB-linje vil man få opp en stor A i kartet, utenfor der man trykte seg inn til figur 23. A-en indikerer startpunktet for linjen. For å sette B-punktet må man kjøre minimum ti meter. For konturlinje spiller man inn en film/ opptak, og lager en kjørelinje ut fra dette, her også med pausefunksjon om noe uforutsett skjer eller ved hindringer. De andre kjørelinjene bygger på mye av den samme fremgangsmåten for å lage selve linjen

Nøyaktighet er viktig når man lager kjørelinjer, da de linjene man legger opp har betydning for arbeidsoperasjonene senere. Når en linje er kjørt opp må den lagres. Mulighet for lagring kommer opp automatisk. viktig å lagre den på disken med det grønne autostyringsrattet, på og under det aktuelle jordet man kjører på. Linjen kan lagres med ulike navn for å vite hvor på jordet den er laget, eller for å skille flere kjørelinjer på samme jordet fra hverandre. I forhold til AB-



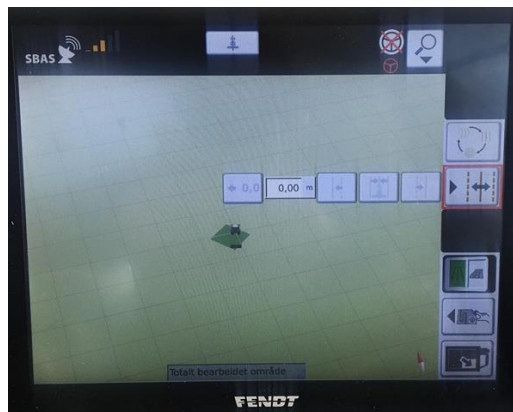
Figur 24. Lage AB - linje. En tenkt forskjell med punkt i hver ende, eller kun etter 10 meter. Foto: Erik Solbjørg, 15 april 2020.

linjen når denne lages kan det være fordelaktig og sette A og B i hver enda av vendeteigen. Her vil traktoren og GNSS systemet trekke en luftlinje mellom disse punktene. Og kjøre kun ti meter fungerer, men ofte vil man ikke kjøre rett nok manuelt og dermed havne skjevt ut i forhold til det sjåføren hadde planlagt (figur 24) På begge sider av AB-linjen kan man måtte beregne noe overlapp. Her kan kun kjørelinjen flyttes da man som sagt ikke klarer å kjøre rett nok, denne flyttes etter behov. Her vil man da måtte overlappe tilstrekkelig imot allerede sådd areal slik at man ikke får store sågclipper i stedet.

Videre på den samme menyen kan man legge inn hindringer som avløpskummer og telefonstolper. Den siste knappen som da ikke er forklart, er der man legger til selve markøren under kjøring. Denne kan settes inn i kartet med et tilhørende lydsignal. Etter lydsignalet blir gitt, må man gjøre seg klar til å vende traktoren ut mot vendeteig for eksempel

På den siste menyoversikten (figur 25) får man opp mulighet til å skifte mellom kjørlinjer man har lagret for samme skifte. På knappen under har man mulighet til å forskyve kjørelinjer på grunn av avdrift ved korreksjonssignalene eller på bakgrunn av hva figur 24 med tilhørende avsnitt viser. Denne funksjonen må ikke forveksles med den som er nevnt tidligere i dette underkapittelet, da denne knappen kun flytter kjørelinjene. Her kan en tallverdi i meter legges inn, og bruke pilene for å flytte tilsvarende verdi til høyre eller venstre. Mellom pilene har man en automatisk forskyvning som flytter linjen til midten av traktoren i forhold til mottakeren. En slik forskyvning er vanskelig om man ikke ser godt hvor forrige kjøredrag var, for eksempel kjøring med kunstgjødselspreder. For en såmaskin kan man bruke spormarkørene på maskinen, plassere traktoren midt over markørlinja og bruke den automatiske forskyvningsknappen i midten. På knappen under der igjen har man en på av bryter for markeringen i kartet. Veisymbolet indikerer at det ikke skal markeres selv om utløserfunksjonene er aktivert, ved for eksempel fylling av såmaskin.

(Fendt, 2018a, s. 83)



Figur 25. Det tredje menyvalget. Foto: Erik Solbjørg, 11 mars 2020.

### 2.2.1 Väderstad rapid

Väderstad rapid, RD 300C super XL er såmaskinen som ble brukt i dette forsøket. RD er kun en forkortelse av Rapid, som rask/ hurtig. 300 forteller om arbeidsbredden, denne er da på 3,00 meter. C - en sier at dette er en kombimaskin med mulighet for å så flere sorter på en overfart, eller som mange gjør med tildeling av pelletert kunstgjødsel. Super og XL er en oppgradering i to omganger for kassevolumet. Dette fra den første modellen Rapid 300, denne er på til sammen 30 % økning. (Andersson, P. Personlig kommunikasjon, 3 april 2020) For maskina er radavstanden for såkornlabbene 12,5 cm. Her med til sammen 24 labber fordelt på to rader. For gjødsellabbene er radavstanden 25,0 cm, med til sammen 12 labber på en rad.

Denne maskina veier ca. 3000 kg før den lastes opp med de aktuelle såvarene. Maskina krever en del krefter og er i tekniske spesifikasjoner satt til en traktor på 100 hestekrefter. Dette vil

varierte med utstyrsnivå og topografi på arealet man drifter. Anbefalt hastighet er mellom 10 km/t og 14 km/t. Det sitter skåler på alle labbene, disse lager et snitt i bakken hvor labben plasserer såvaren etterpå. På skålene har man mulighet for å legge på ekstra trykk, dette varierer fra modell og utstyrsnivå. På denne maskina er trykket fra 85 til 245 kg trykk per skål. Med skåltrykket kan maskina skjære gjennom bakken i vanskelige forhold. Her avhengig av å løfte bærehjulene og fylle maskinen med såvarer for å legge på mere vekt. Dette gir gode mulighet for direktesåing. (Väderstad AB, 2020)

Maskina har også biodrill kasse i bakkant som ekstraustyr for veldig små såfrø. Dette gjelder gressblandinger og lignende, da kun med rør som drysser kornet på bakken foran pakkehjulene. Som forredskap på denne maskina sitter det dobbel crossboard. To rekker med tinder som kan jevne og knuse klumper. Hydrauliske midtmarkører med skål som lager spor og markørline for neste sådrag. Mekanisk drift av all utmating med et drivhjul på høyre side i kjøreretningen. Og girkasser for justering av mengde / dekar. Beholderen for så og gjødselvarer er på 3150 liter. Her sitter det en justerbar midtvegg ut ifra hvor stor mengde man skal så per dekar av hvert slag. Grasfrøbeholderen tar ca. 80 kg avhengig av frøstørrelse. De bærende pakkehjulene bakerst sitter i offset, to rekker med seks hjul hver. Alle hjulene er uavhengig av hverandre, men sitter med stagg påkoblet både den fremre og bakre sårekken. Dette for å lettere kunne forsere hindringer og gi mere nøyaktig sådybde i ulendt terreng. (Väderstad AB, 2020) Maskina har per i dag gått i overkant av 10 000 dekar, på stort sett det samme arealet hvert år.



*Figur 26. Väderstad rapid 300C. Foto: Erik Solbjørg, 15 september 2018.*

### 2.2.2. Gjennomgang av såmaskina

For såmaskinene vil i hovedsak det som har betydning for forsøket bli introdusert og gjennomgått. Maskina har også en del forhåndsinnstilte funksjoner og innstillinger fra fabrikken spesielt i kontrollboksen, disse blir da ikke gjennomgått. Markører og parallellitet på såmaskinen vil bli trukket fram, hvor slik som såmengde og dybde ikke blir diskutert og vist på samme måte. Noen av innstillingene for maskina slik som crossboarden foran bygger på blant annet agronomiske forhold, og er derfor vanskelig å gi noe annet enn en generell innstilling på. All innstilling før maskina er klar til såing må gjøres manuelt med forskjellige målinger eller

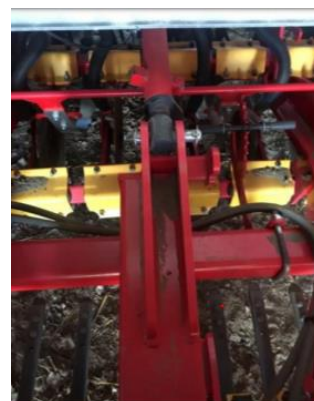


prøver. Under kjøring har man noe automatikk i form av for eksempel spormarkørene. Maskina krever to dobbeltvirkende hydraulikkuttak. Man trenger også strøm til kontrollpanelet. Det forutsettes at vedlikehold er gjennomført og at slidedeler er slitt relativt likt. Ellers er instruksjonsboken for maskina et viktig hjelpemiddel, i tillegg til agronomiske vurderinger i forhold til for eksempel aggressivitet på etterharven.

For selve maskina er det viktig at den går parallelt med bakken. Denne innstillingen må gjøres i sammenheng med justering av dybden såkornet blir lagt på. Hvordan sådybde justeres vil bli vist senere. Her må man ut og måle på bakken at fremre og bakre sålabb sår like dypt. En grovinnstilling kan gjøres før start, men fininnstilling må skje under arbeid. Her justerer man på en trykkstang man finner i framkant av maskina (figur 27). Etter justering av trykkstanga (figur 28) må sådybde kontrolleres igjen. Er ikke maskina parallell vil dette ha betydning for spiringen. I tillegg kan dette gi skjevslitasjen på maskina. En annen viktig grunn til at den må gå parallelt er problemer med forskyvning av maskina. Såskålene sitter litt skjevt på i forhold til et rett drag. Dette for å få plass til, skåne selve sålabben og få frøet skånsomt ned i bakken. Om ikke maskina går parallelt kan en av sårekken gå dypere ned i bakken. Sårekken kan dermed dra maskina ut av ønsket posisjon. Dette er uheldig og kan bli en følgefil på hvert sådrag.



*Figur 27. Trykkstanga sitter i midten forfra, under og delvis bak den grå skrâpplatingen. Foto: Erik Solbjørg, 9 april 2020.*



*Figur 28. Stagget man justerer parallelliteten med. Sett forfra med ståplatingen vippet opp. Foto: Erik Solbjørg, 9 april 2020.*

For justering av midtmarkørene er dette noe som er viktig, spesielt under manuell styring av traktoren. Dette kan også være til hjelp under kjøring med autostyring. Ved autostyring vil man kunne kjøre med markører og vurdere om redskapet går korrekt. Har man for eksempel tastet inn feil arbeidsbredde, vil man se at sporet markøren lagde ikke treffer midt på traktoren og redskapet. Avstanden måles som oftest ut fra senter på maskinen og ut tilsvarende arbeidsbredden. Dette kan også gjøres som en grovinnstilling før arbeidet starter, men blir mest korrekt under selve såingen da alt er senket ned til arbeidsposisjon.

Holderen til markøren får store påkjenninger. Den må derfor skrues igjen godt, og festes slik at den ikke vrir seg. Skulle markøren bli utsatt med for stor påkjenning slik at den vrir seg, vil dette endre avstanden til senter. Sporet markøren lager vil bli oppfattet forskjellig fra sjøfører til

sjåfør. Sjøføren kan også ha en tendens til å sitte skjevt i fører sete, noe som vil endre oppfatningen av sporet. Punkter og lignende på ulike traktormerker kan også forstyrre oppfatningen av sporet. Her må man da måle og justere ut ifra det som gir best resultat på såingen. Selv om ikke målene vil stemme overens med den aktuelle arbeidsbredden. (Väderstad, 2008, s. 29)

Den doble crossboarden foran justeres ut ifra forholdene. Den kalles ofte for en sloddeplanke, men er ikke beregnet for annet enn å jevne på små kuler og fylle igjen små hull. God og riktig våronn er fortsatt viktig for et godt såbedd og resultat. Her har man en teoretisk skala i framkant på høyre side av maskinen i kjøreretning. Denne kan man justere seg inn etter for ca. lik aggressivitet, dette vil variere på blant annet slitasjen på slitedelene. For svakt vil ikke jevne godt nok og dermed gjøre liten nytte. For hardt vil på sett og vis jevne i sådraget, men vil også presse mye jord ut på sidene som dermed etterlater seg en haug der. Økt slitasje og drivstoffkostnader følger også med.

I bratte motbakker vil traktoren kunne spinne, om crossboarden er stilt for aggressivt. Man kan altså flytte en del jord med denne crossboarden. Dette må man tenke på i nedoverbakker da man ikke ønsker og dra med seg unødig med jord ned i søkker og på flatene. Det som også kanskje skjer, er at man fyller over eller flytter på de ytterste såradene fra forrige sådrag med denne jorden. Dermed kan man forstyrre spiringen av frøet. Det er mulig å folde ned en innbringer på hver side. Den sender jorda tilbake inn under såmaskina og fjerner problemet med haugen mellom sådragene. De går også ganske akkurat inntil forrige sådrag, og kan dermed ugreie frøet fra forrige sådrag ved lav sådybde. Disse innbringerne er imidlertid fort gjort å bøye. Noe utfordrende også ved funksjonen lavløft da den kan gå ned bakken på vendeteigen.

### 2.2.3 Styreenheten på såmaskinen

Control station (figur 29) er styreenheten Väderstad bruker på flere av sine såmaskiner. Denne kommer med mange knapper, og med mulighet for å sette på flere om man har variabel tildeling av gjødsel for eksempel. Det er mange knapper å sette seg inn i, her blir de viktigste for forsøket gjennomgått skikkelig. På venstre nedside av boksen har man en på og av bryter. Etter den er skudd på vil den begynne å pipe. Da må control station aktiveres med knappen A helt øverst. Etter aktiveringen vil man få opp antall dekar som sist ble sådd, i tillegg til noen andre innstillinger i displayet. Knapp B bortenfor er ikke i bruk.

Knapp C har med sådybde og gjøre. Denne stiller i hovedsak såorganet på maskina, gjødsel har egen sveiv for dybdeinnstilling. Ved å holde inne knappen til det begynner å pipe og lyse, kan man justere dybden. Her brukes samme hydraulikkuttak som for heving og senking av maskina. Etter det er justert, fører ett trykk til at man kommer tilbake til utgangspunktet. Det kan da være lurt og forsøke å senke maskinen ytterligere, slik at det faktisk står i innstilt posisjon. Små berøringer skal til hvor man da må ut og fysisk måle at dybden er korrekt. Før måling må ønsket hastighet være oppnådd, da dette kan påvirke sådybden. (Väderstad, 2008, s. 49) I displayet får man under kjøring opp en tallverdi på sådybden, dette er en indikator og bare en teoretisk veiledning. Sådybden vil reduseres gradvis ettersom maskina blir lettere og lettere, her kan denne teoretiske tallverdien brukes som en grovjustering. Justering av sådybden med knapp C kan gjøres under arbeid i fart.



Figur 29. Styreenheten til såmaskinen.  
Foto: Erik Solbjørg, 5 september 2018.

For å ta displayet med det samme. Her får man opp noe info under arbeidet, man kan også gå inn i menyen for å endre for eksempel lydsignal og språk (figur 30). Øverst vil man få opp aktuell hastighet, dette beregnes med en føler som måler pulser på akslingen fra det taggede drivhjulet på yttersiden av maskina. (Andersson, P. Personlig kommunikasjon, 3 april 2020) For neste punkt ser man antall hektar (\* 10 = dekar) maskinen har sådd, Denne beregnes også av samme føler som hastigheten, i tillegg til å gange med arbeidsbredden. På tallet under vil man få opp den teoretiske tallverdien på sådybden, her sitter det to fjærbelastede meier under såkassen (figur 31) med en elektronisk boks som leser signalet og viser dette i displayet. Helt nederst vises kjøresporprogrammet i forhold til sprøytespor, da med valgt program og hvor i sekvensen man er. (Väderstad, 2008, s. 55)



Figur 30. Displayet på styreenheten. Foto: Erik Solbjørg, 9 september 2018.



Figur 31. Fjærene sitter under, og bakover fra stagget for parallelliteten.  
Foto: Erik Solbjørg, 9 april 2020.

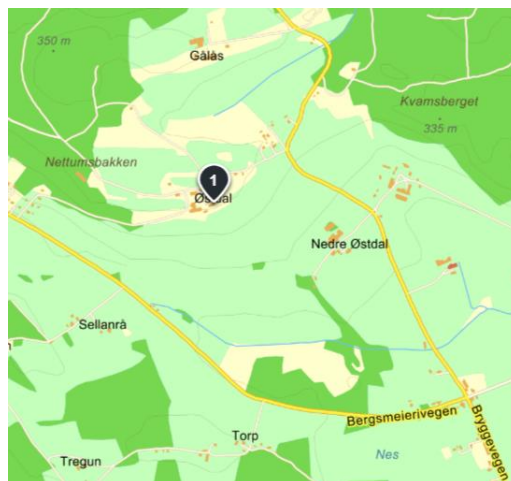
På selve trykknappene vil man under kjøresporene i displayet på venstre side få ytterligere informasjon om kjørespor ved hjelp av indikatorlamper. Under lampene har man flere innstillinger og mulighet til å endre kjøresporprogram. Spørsmålsteget i midten kan brukes til å innhente informasjon om alarmer, eller en utregning på gjennomsnittlig hastighet. «Enter» og «ESC» knappen fungerer slik som for andre komponenter. Her må det store innstillingshjulet i midten brukes for å bla i menyen etterfulgt av «Enter» for å gå videre. De tre nederste knappene på boksen er ikke i bruk for denne maskinen.

Oppover igjen på høyre side av boksen får man knapper som går på løftet av maskina. Den første gjør at maskinen ikke løftes opp. Her vil markørene kunne kjøres med samme hydraulikkuttak opp og ned. Denne funksjonen kalles også stolpeløft, og brukes til å forsere hindringer hvor man ønsker at maskinen fortsatt skal stå. Neste knapp går på høy eller lavløft av maskina. Markørene går som normalt i begge stillinger, men maskinen løfter seg ikke opp like høyt. Flere fordeler her ettersom det blir kortere vei ned til arbeidsposisjon for maskinen. Lavløft gjør at etterharven går nedi bakken når såorganet er hevet. Harven løsner i toppen av hjulsporene, etterlater seg en jevn spireoverflate og et fordampningsskikt for såkornet. (Väderstad, 2008, s. 24) Man må imidlertid skru av lavløftfunksjonen når man skal rygge. Funksjonen kan også være skummel på fjell i toppsjiktet, da man ikke får løftet høyt nok i gitte situasjoner og dermed kan skade skålene.

For markørene gjøres innstillinger av disse ovenfor lavløftfunksjonen. MAN står for manuell innstilling, her kan begge markørene senkes eller skrus av slik at de ikke går ned i det hele tatt. Man justerer også om kun høyre eller venstre skal gå ned, her vil aktuelle markører lyse ut ifra hvor mange ganger man trykker. Automatisk spormarkør er siste knapp da kun med mulighet for venstre eller høyre. Her vil markøren skifte side hver gang maskinen løftes opp. Denne kan overstyres ved å benytte samme knapp, og automatikken fungerer som normalt igjen. Også her lyser indikatorlampene ut ifra hva som er aktivert. (Väderstad, 2008, s. 55)

## Metode

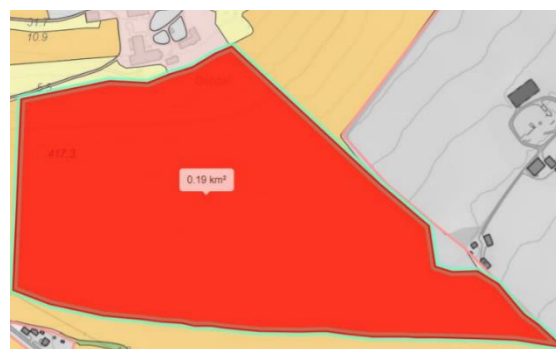
Forsøket har gjort på ett av jordene på Ousdal (Østdal) gård med gårdsnummer 582 i Ringsaker kommune, Innlandet fylke (figur 32). Store deler av arealet ligger sydvendt og i et åpent landskap, med gårdstunet ovenfor og innslag av trær og bebyggelse rundt beitene på gården. Terrenget gir naturlig avrenning på jorda, god morenejord med mye mineraler og kalk. Gården er under omlegging til økologisk drift, hvor de også dyrker den urgamle og spesielle kornsorten spelt.



Figur 32. Kart over området hvor 1- tallet markerer plasseringen av gårdstunet. Målestokk = 1 : 100. Hentet fra: <https://kart.gulesider.no/?c=60.788055,10.910583&z=15&q=%22Duengerh%C3%B8gda%20569%22;geo>

### 3.1 Generelt om forsøket

Forsøket er gjort på en del av et stort jorde som til sammen er ca. 360 dekar. Dette er så delt opp igjen i flere skifter på grunn av blant annet agronomiske forhold og logistikk. Innenfor arealet forsøket ble gjort på, målte dette seg til 195 dekar (figur 33). Dette er tallet fra displayet på kontrollboksen for såmaskinen hvor all overlapp også er medregnet. På grunn av dette vil det faktiske arealet være noe mindre. Arealets utforming gjør også at det blir mere overlapp da det blir store kiler ut mot vendeteigen på en del av arealet.



Figur 33. Fremstilling av ca. slik hele jordet forsøksfeltene foregikk innenfor. Tunet på Ousdal ses i overkant. Målestokk = 1:4509. Hentet fra: <https://gardskart.nibio.no/landbrukseiendom/3411/582/1/0>

Før såing ble jordet pløyd på ca. 25 cm dybde. Pløyedragene er lagt veldig på skrå i forhold til AB-linjene, ca. 100 grader. Etter noe opptørking ble det kjørt skålharv på ca. 10 cm, i utgangspunktet kun en gang over hele skiftet. Enkelte områder med mere ujevnheter slik som på vendeteigen ble kjørt to ganger, stein forsøkt fjernet samtidig. Skålharva ble kjørt fra ca. 30 til 45 grader i forhold til AB-linjene. Dette arbeidet er gjort av gårdsarbeiderne på Ousdal gård.

All såing på skifte er gjort fra morgenen av den 18 september 2019 og fram til kveld. All kjøring og vurdering av innstilling underveis gjort av forfatteren. Nødvendige målinger som måtte gjøres slik som for eksempel innstillinger av markørene ble gjort før forsøket ble påstartet. Innstillingene ble gjort i godt dagslys. Under selve såingen i forsøksfeltene var også lyset bra i forhold til årstiden og tid på døgnet. Det er kun gjort noen få innstillinger underveis fra første forsøksfelt ble påstartet. Dette er basert på agronomiske forhold, og et best mulig resultat og avling til innhøsting høsten 2020.

De innstillingene som er gjort underveis er kun justering av sådybde. Dette er gjort gjennom control station ut ifra tallverdien i displayet og målinger på bakken. Aggressivitet på crossboarden er også hyppig justert ut ifra forholdene og behovet. En naturlig variasjon gjennom hele såingen vil være antall kilo i såkornbeholderen som gradvis endres. Det ble kjørt ut 21 kg økologisk speltkorn per dekar på det aktuelle skiftet. Vendeteiger med åtte runder rundt hele jordet, gir vendeteiger i underkant av 24 meter til sammen. Sådagene ble lagt inntil skifte ved siden av, her var det en relativt rett kant å starte på og man slipper mye av sidehellingen over mesteparten av arealet. Det har ikke vært noen trafikk ute på skiftet etter såing i from av for eksempel tromling eller ugrasharving.

### 3.2 Gjennomføring av forsøkene

Hastigheten er holdt mest mulig konstant i forsøksfeltene. Den kan være redusert på grunn av dårlig våronn da i form av dumper, eller steiner som kunne skade såmaskinen. Noe rask og dårlig våronn på skiftet kom som følge av mye dårlig vær forut for såingen. Det hadde vært en lang periode med regn så bakken var sånn sett fuktig, imidlertid var dagene før selve såingen svært solfylte og fine noe som gjorde toppsjiktet tørt. Værmeldingen videre viste stabilt fint vær, men det ville bli kaldt og ned mot minusgrader enkelte dager. På bakgrunn av dette ble såkornet lagt på ca. 2 cm dybde, dette ble kontrollert underveis på hele skiftet. En forholdsvis lav sådybde var for å sikre oppspiring, hindre ugraset i størst mulig grad og sikre at såspiren vokser langt nok for å kunne overvintre best mulig.



Forsøket er delt opp i to felt med ca.150 meter mellom dem (figur 34). Noe mere sidehelling i forhold til kjørelinjene for felt to. Det er kjørt til sammen 18 sådrag for hvert felt, dette er så delt opp igjen for de tre variablene. Her blir det da 6 drag for hver variabel: RTK, EGNOS og manuell kjøring. Mere detaljer om hvert enkelt forsøksfelt blir lagt fram senere. For å skille mellom variablene og ytterpunktene til forsøksfeltet ble det satt opp pinner slik at alt skulle være lett og finne igjen. Pinnene ble satt opp idet maskina skulle snus på vendeteig, og faren for å kjøre de ned på neste drag ikke var til stedet.



Figur 34. Kart med høydedata. Målestokk = 1,7:100. Ekvidistansen = 5. Hentet fra: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>. De svarte rutene er tegnet med Windows 10, Paint. Rutene står ikke i forhold til målestokken, eller korrekt plassering i forhold til hverandre. Foto: Erik Solbjørg, 26 mai 2020.

Under kjøring i forsøksfeltene har det ikke blitt stoppet opp i selve sådragene. Er sådraget påstartet og maskinen sluppet ned ble draget kjørt helt ut. Målinger av sådybde, nivået av såkorn i såkassen og kjapp kontroll av eventuelt tette sålabber ble gjort når traktoren sto på vendeteigen. Traktoren har under kjøring med autostyringen for begge korreksjonssignalene styrt seg selv uten noen innblanding på annet enn farten. Her ble det fokusert på at crossboarden og ellers viktige komponenter på såmaskinen gikk mest mulig korrekt. Stein og ujevnheter ble vurdert og fulgt opp helt til maskinen passerte, farten avpasset etter forholdene.

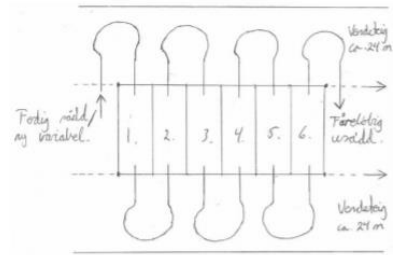
Under styring manuelt ble fokuset på maskinen satt noe bort. Fullt fokus på og følge med, sitte riktig i førerisetet og kjøre mest mulig korrekt i forhold til sporet fra spormarkøren. Ved styring manuelt ble Fendt -merket på panseret til traktoren brukt som siktelinje på sporet fra spormarkøren (figur 35). Toppen av dette merket ses godt fra førerisetet, og blir brukt som siktelinje ned på sporet fra spormarkøren. Stein og ujevnheter ble vurdert, men ikke fulgt opp bakover i maskinen på samme måte som ved autostyring. Crossboarden ble justert tilbake til utgangspunktet på den teoretiske skalaen under snuing på vendeteig.



Figur 35. Fendt -merket sitter øverst på grillen, ovenfor der det står "Fendt". Foto: Erik Solbjørg, 17 oktober 2018.

Under såing ble den justert ut ifra ujevnhetene og holdt et kjapt øye med innimellom. Kun kjørespaken med TMS i tillegg til C1 og C2 funksjonene ble brukt som hastighetsjustering på begge forsøksfeltene, dette for at man slapp å tenke på korrekt hastighet i tillegg.

Vending på vendeteigen ble forsøkt gjort likt og i samme mønster på alle dragene i forsøket. Her ble det kjørt konsekvent mot det som allerede var sådd, i en bue godt ut mot vendeteigen før oppretting inn på neste drag. Den ca. 24 meter brede vendeteigen kom godt med her. Bred vendeteig sikret også problemfri vending. Figuren er kun for å vise hvordan vendinga på vendeteig er gjort i forsøksfeltene. Forholdet mellom jordet og vendeteig stemmer ikke over ens med resten av tegninga. De



Figur 36. Vending på vendeteig og hvordan kjøring inn på neste AB - linje er gjort. Foto: Erik Solbjørg, 24 mai 2020.

opptegnede strekene på vendeteigen er ca. slik traktoren kjører, såmaskinen vil gå mere i innersving. I praksis ute på jordet vil sporene på vendeteigen krysse hverandre mellom hvert såmaskindrag. På tegninga ser man også hvordan det er kjørt for å starte på forsøksfeltet eller bytte mellom en av styresystemene

### 3.2 De faktiske innstillingene på traktor og såmaskin

Ettersom maskina går på en gård under omlegging til økologisk drift, er noen av innstillingen gjort på bakgrunn av dette. Her i samråd med bondens ønsker og erfaringer som er gjort i tidligere sesonger. Ellers er maskina innstilt etter egne erfaringer og målinger før arbeidet startet, og underveis før forsøksfeltene ble påstartet. Alle innstillinger som er gjort før forsøket startet, var med maskina i arbeidsstilling kjøring med autostyring og RTK-korreksjonssignal. Her ble det blant annet målt ut for markørene, og om det var noen sideforskyvning ved såing

Arbeidsbredden på såmaskinen ble satt til 2,99 meter, dette ble ført inn i varioguideinnstillingene for autostyringen. Dette er basert på målinger og agronomiske forhold. De agronomiske forholdene går på ugrasbekjempelse. Et jevnt plantedekke kan spare kostnader rundt ugrasbekjempelse både manuelt og mekanisk, også over flere år. (Kiserud, 2017) Bonden er også opptatt av at det skal se pent ut av flere årsaker, hvor en glippe ser verre ut enn overlapp. Her ble det også målt under kjøring på stubbåker, mellomrommet fra ytterskål til ytterskål på maskina. Måling i det sporet skålene lager, som også frøet havner i. Denne var på 2,87 meter. Plusser man på radavstanden som er 12,5 cm gir dette en målt arbeidsbredde på 2,995 meter, eller tilnærmet 3,0 meter slik den skal være.

Den teoretiske arbeidsbredden på 3,0 meter skal i utgangspunktet med autostyring og med alle innstillinger «korrekt» få en radavstand på 12,5 cm mellom sådragene. (Andersson, P. Personlig kommunikasjon, 3 april 2020) På bakgrunn av at maskinen brukes på en gård under omlegging til økologisk ble den målte arbeidsbredden på 2,995 benyttet, denne er rundet ned ettersom



varioguide ikke tar mer enn to desimaler. Her vil da radavstanden mellom hvert enkelt sådrag bli 11,5 cm ettersom arbeidsbredden reduseres med 1 cm. Her ble også skålene på hver side målt, for å finne eventuelle skjevheter og avvik som kan gi ulik plassering av såkornet. Hele den fremre sårekken vinkles naturlig mot høyre om man stiller seg bak maskinen, dette er motsatt for den bakre sårekken. For å sjekke skjevheter ble de to ytterste skålene på hver sårekke målt mot hverandre. Måling både i fremkant og bakkant på den største diameter til såskålen. Denne var på 25 cm for alle skålene, både i framkant og bakkant. Dermed ingen skjevhet eller tegn til at det ytterste frøet plasseres feil i forhold til radavstand og arbeidsbredden.

For markørene ble disse stilt inn både ved hjelp av beregninger og målinger. I forhold til arbeidsbredden og slik det er gjort i instruksjonsboken skal det være 2,99 meter fra senter på maskinen, til senter for markørstripen. (Väderstad, 2008, s. 29) Det er ikke så lett å måle fra senter. Her har man ikke et sikkert fast punkt lett tilgjengelig, annet enn å sikte med øyemål sånn ca. hvor det er. For å få et sikkert punkt ble såskålene brukt på hver side av maskina. Det ble kjørt i arbeidsstilling på



*Figur 37. Justering av markører, målt fra ytterste skål på hver side. Foto: Erik Solbjørg, 18 september 2019.*

stubbåker med markørene nede slik at de laget et spor i bakken. Avstanden ut til sporet skal da være arbeidsbredden delt på to, pluss halve radavstanden på 6,25 cm for hver side. Fra såskålen skal det da være 1,55 meter ut til markørsporet. Det ble så målt ut fra den ytterste såskålen ut til sporet i bakken og justert inn etter dette for begge markørene (figur 37).

For måling av eventuell sideforskyvning for såmaskina ble denne målt under kjøring på halmstubb med maskina i arbeidsstilling, maskina var full med såkorn. Gjødselkassen var ikke i bruk og skålene ble skrudd helt opp slik at de ikke gikk ned i bakken. Med måleverktøy ble det ikke målt noen sideforskyvning, avstand til senter på maskina ble lagt inn i varioguideinstillingene på 1,495 meter. Da selve såingen av skiftet ble påstartet, og ved kjøring etter AB - kjørelinjer opp og ned kunne man allikevel se en forskjell mellom dragene.

Her ble det en glippe såmaskinen ikke hadde berørt for hvert andre drag, og tilsvarende overlapp imellom. Overlappen (og glippen) ble målt mellom flere drag og var på ca. 5 cm i gjennomsnitt. Siden man vender traktor og såmaskin, og dermed får dobbel forskyvning på målepunktene ble tallet delt på to. Dette gir en forskyvning på 2,5 cm. Maskinen dro seg til høyre i kjøreretningen, og senteravstand ble flyttet 2,5 cm til høyre. Dette får å få traktoren til å kjøre tilsvarende forskyvningen ifra de to dragene overlappen ble mellom. Ble lagt inn i

varioguideinnstillingene. Her ble avstand fra høyre side på maskina i forhold til arbeidsbredden og inn til senter drag justert til 1,52 meter.

Kjørt med lite crossboard, da ut ifra forholdene og for å redusere støvproblemer. På denne maskinen mellom tall 5 og 7 på skalaen nede ved crossboarden. Unngå flytting av jord, slippe problemer med framdriften på traktoren og kunne oppnå et greit resultat på såingen. Allikevel komme minst mulig i konflikt og forstyrre såradene mellom sådragene. Også i sammenheng med at det ikke skal påvirke og gi mere sideforskyvning ved skjevbelastning på crossboarden blant annet. Såkornet ble lagt på ca. 2 cm dybde, dybden ble sjekket underveis på hele skiftet. Control station og verdien i displayet ble brukt som utgangspunkt for rask innstilling under kjøring. Verdien i displayet ble holdt på rundt 12,0 for denne såmaskinen. Det vil bli en naturlig forskjell også her ut ifra om man for eksempel kjører opp eller ned bakken, i tillegg til våt og fuktig jord.

Hastighetsinnstillingene er gjort på bakgrunn av kapasitet og en solid maskin som tåler denne hastigheten på slik jord. Kun kjørespaken og knappene på denne ble brukt til fartsendring. C1 på 12,0 km/t og C2 på 8,5 km/t ble lagt inn i varioterminalen. C1 hastigheten var alltid foretrukket. C2 og eventuell ytterligere reduksjon i farten ble gjort etter forholdene og ved vending på vendeteig. Avstanden bak til sålabbene og hvordan kartet skal markere ble målt ut. Dette ble satt til 5,15 meter målt til baksiden av sålabbene, på bakre sårekke. Ellers har maskina stiv aksling, og monteres i trekkdraget. Avstand til senter aksling satt til 0,0 meter ut ifra instruksjonsbok for bakmontert redskap. (Fendt, 2018a, s. 101)

Ellers er ulike innstillinger som er forklart i hovedpunkt 3 og 4 lagt inn og benyttet. Dette er blant annet firehjulstrekk, VarioActive og knappen som må være aktivert for at GO og END knappen i kjørespaken skal fungere. De to hydraulikkuttakene nedfelt i armlenet, nærmest sjåføren ble brukt til såmaskina. For hev og senk ble prosenten for sloddeplanke justert ned til 20 % inne på hydraulikkinnstillingene. Dette for å redusere hastigheten ved høyt motorturtall og ha kontroll på aggressiviteten. På hev og senk sto denne på 100 %, for kjapt kunne heve og senke såmaskinen.

### 3.2 Felt 1

Såmaskin full med såkorn, og forsøksfeltet ble påstartet med en gang etter fylling. Det var her 1250 kg såkorn i maskina. Kjørt i rekkefølgen: 6 drag RTK, 6 drag EGNOS/WAAS og 6 drag manuelt. For EGNOS signalet var det noe mere humpete enn for de to andre. Forsøket ble startet opp inntil sådrag som hadde blitt kjørt med AB – linjer og autostyring med RTK. De samme

AB- linjene er brukt i forsøket under kjøring med autostyring. De rette AB-linjene var i forsøksfeltet på ca. 235 meter. Forholdsvis bratt motbakke i kjøreretningen, men flater noe ut nederst.

### 3.3 Felt 2

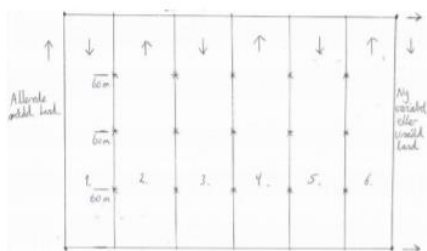
Her var ikke maskinen like full da forsøket ble startet. Ut ifra beregninger på kilo / dekar, og antall dekar kjørt etter fylling var det igjen ca. 800 kg i såkornkassen. Kunne startet opp igjen da maskinen var full, men var spesielt ute etter og få med mere sidehelling. Forsøket ble startet opp inntil sådrag som hadde blitt kjørt med autostyring med RTK, og de samme AB-linjene som for felt 1. Kjørt i rekkefølgen: 6 drag manuelt, 6 drag EGNOS og 6 drag RTK. Snudd om rekkefølgen for å få teoretisk bedre presisjon jo mere sidehelling det ble. De rette AB-linjene var i forsøksfeltet på ca. 340 meter. Motbakke i kjøreretningen, men flater mere ut i nedre halvdel av dragene. Økende sidehelling til høyre, mot skråkanten på skiftet

### 3.2 Innhenting av dataene

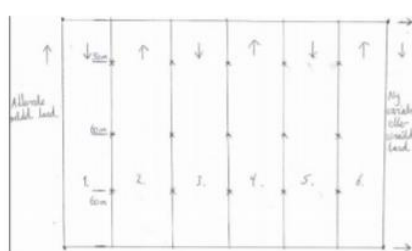
Målingene av resultater har blitt noe utsatt på grunn av ulike årsaker, som vær og påvente av tilstrekkelig spiring. Alle målingene ble derfor gjort 26 og 28 januar 2020 av forfatteren. For å fjerne manuelle feil rundt sning på vendeteigen og for at ønsket hastighet kan være oppnådd på målepunktene ble alle målinger tatt minimum 50 meter inn i forsøksfeltene. Målepunktene blir tatt på linje i forhold til hverandre, denne linjen går på tvers av såretningen. Det ble her målt med tommestokk og notert underveis. Måling helt nede på bakken fra grønn plante på et sådrag til nærmeste plante på neste sådrag. Sådragene måtte til tider følges nedover i draget for å være sikker på at de ikke krysset hverandre utenom målepunktet og dermed gav feil på målingen. Om målepunktet i utgangspunktet var midt på eller nærliggende en stor stein, ble punktet flyttet noen cm for å gi en mere korrekt måling og med færre feilkilder. Det skal være et mellomrom mellom sådragene på 11,5 cm. Denne beregningen gjøres i regneprogram. Her er kun den totale avstanden mellom dragene målt, da med positivt eller negativt fortegn ut ifra om de krysser hverandre eller ikke.

Selve målingen på de to feltene er gjort likt i form av måleverktøy og lignende. Det er tatt 15 målinger per styresystem, til sammen 30 stk. for begge forsøksfeltene. Eneste forskjellen er avstandene mellom punktene målingene er gjort på de to feltene. På felt 1 er det 60 meter fra nedre vendeteig til første målepunkt. Derifra er det 60 meter til målepunkt to, og 60 meter til målepunkt tre (figur 38). Her får man stor variasjon i forhold til motbakke, fra relativt flatt til

relativt bratt. På felt 2 ble det målt 60 meter opp fra nedre venteteig til første målepunkt. Det andre målepunktet er målt 50 meter inn fra den øvre vendeteigen, det tredje målepunktet 60 meter ned derifra igjen (figur 39). Årsaken til at målepunktene ikke er tatt slik som på felt 1 var for å kunne få med flere målinger med mere sidehelling. Hadde målingene blitt gjort helt likesom for felt 1 ville ikke disse fanget opp sidehellingen som er i toppen av felt 2. Dette feltet har også lenger AB-linjer som også er en årsak til dette.



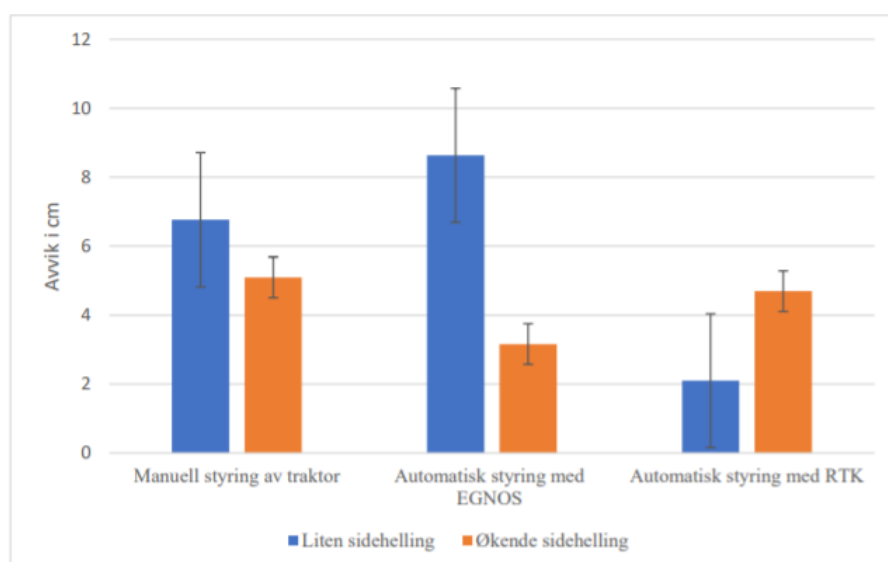
Figur 38. Teoretisk framstilling av måling mellom sådragene på felt 1. Foto: Erik Solbjørg, 25 mai 2020



Figur 39. Teoretisk framstilling av måling mellom sådragene på felt 2. Foto: Erik Solbjørg, 25 mai 2020.

## Resultat

Jeg fant en signifikant effekt av type styresystem ( $F_{2,84} = 3,29$ ,  $P = 0,04$ ) og interaksjon mellom type styresystem og sidehelling ( $F_{2,84} = 6,34$ ,  $P = 0,005$ ). Det er ingen signifikant effekt av sidehelling ( $F_{1,84} = 2,66$ ,  $P = 0,10$ ). Gjennomsnittlig avvik for de tre styresystemene totalt sett for begge forsøksfeltene var på: 3,40 cm for automatisk styring med RTK, 5,90 cm for automatisk styring med EGNOS og 5,93 for manuell styring.



Figur 40. Gjennomsnittlig ( $\pm 2SE$ ) avvik i centimeter for ulik sidehelling med tre typer styresystem

For Automatisk styring med RTK var avviket på mellom 0,5 cm til 11,5 cm, da med størst avvik ved økende sidehelling. For Automatisk styring med EGNOS var avviket fra 0,5 cm til 23,5 cm, det største avviket med liten sidehelling. For manuell styring var avviket på mellom 2,5 cm til 14,5 cm, størst avvik med liten sidehelling. Alle styresystemene hadde noen målinger under den optimale sådragavstanden på 11,5 cm. For den manuelle kjøringen var det flest målinger totalt som vil karakteriseres som overlapp, for de to andre styresystemene var det flest målinger som vil bli karakterisert som såglippe.

## Diskusjon

Automatisk styring med RTK gir i gjennomsnitt bedre nøyaktighet ved såing og mindre avvik mellom sådragene. Gjennomsnittlig avvik for dette styresystemet i begge forsøksfeltene var på 3,40 cm. Automatisk styring med EGNOS hadde et gjennomsnittlig avvik for begge forsøksfeltene på 5,90 cm. Den manuell styring hadde et gjennomsnittlig avvik for begge forsøksfeltene på 5,93 cm. Deler man opp resultatene for hvert forsøksfelt, vil imidlertid automatisk styring med EGNOS gi et bedre resultat i økende sidehelling enn hva automatisk styring med RTK hadde. Manuell styring hadde mindre avvik totalt sett enn hva automatisk styring med EGNOS hadde, da om man kun sammenligner med kjøring i liten sidehelling kun for EGNOS systemet.

Type styresystem har en effekt på nøyaktigheten ved såing og avviket mellom sådragene. Det er også en sammenheng mellom type styresystem og sidehelling når det kommer til dette. Sidehellingen har mindre effekt på nøyaktigheten og avviket mellom sådragene. Interaksjonseffekten sier her at sidehelling påvirker forskjellen mellom styresystemene. Sidehelling alene påvirker altså ikke nok i forhold til nøyaktighet og avvik mellom sådragene, men graden av sidehelling påvirker forskjellene av styresystemene.

Mulige årsaker og begrunnelse på hvorfor resultatene ble slik, vil bli diskutert videre. Resultatene var noe ulike, varierende og til tider overraskende for forfatteren. Dette ut ifra gjennomgangen av styresystemene både på generelt grunnlag i innledningen, og videre spesifikt på aktuell traktor og såmaskin i materialdelen. Også med bakgrunn fra hva personer innen maskinbransjen, spesielt for det aktuelle traktormerket sier om GNSS – systemet og anbefalinger rundt dette. Forfatteren så for seg et jevnere resultat. Et resultat som harmonerer mere med gjennomgangen av systemene og gir mindre avvik ved bedre nøyaktighet på styresystemet. Her kan mange enkeltfaktorer eller flere sammensatte faktorer være med og forklare årsakene.

Signaltype, korreksjonssignalet og teoretisk presisjon som forklart i underpunkt 2.1.2 skal være bedre for automatisk styring med RTK, noe den sånn sett viser ut ifra gjennomsnittet for begge feltene. Men, avviket økte med økende sidehelling kontra de to andre styresystemene. Her også med mest sidehelling for automatisk styring med RTK. GNSS-systemet på aktuell traktor styrer kun selve traktoren og ikke redskapene man kobler på. Leverandøren forsikrer seg om at kun traktoren blir styrt korrekt, men nevner også uten noen form for garanti at det ikke behøver å bli avvik fra redskapet heller. (Fendt, 2018a, s. 24)

Ifølge Jens Gjølga må man ha et GNSS-system på redskapet som samarbeider med traktoren. Spesielt på slept redskap slik som aktuell såmaskin. Her må redskapet kunne overstyre traktoren for at kjøring i sidehelling skal bli kompensert tilstrekkelig for. Han nevnte også i denne sammenheng at traktoren vil gå riktig og korrekt på kjørelinjen sin, så lenge innstillinger var korrekt gjort og GNSS- signalene er gode nok. (Gjølga, J, personlig kommunikasjon, 12 mars 2020)

Den automatiske styringen med EGNOS var veldig varierende og det styresystemet som hadde størst avvik. Med 23,5 cm i avvik vil det være plass til nesten to sålabber imellom, da er den optimale sådragavstanden på 11.5 cm for dette forsøket allerede trukket fra. Det store avviket ble mellom drag 1 og 2 på felt 1. Her hadde det blitt kjørt med autostyring med RTK, før det ble kjørt med EGNOS. Mellom drag 2 og 3 var avviket «normalt» for dette styresystemet. Her har altså feilen rettet seg selv. En forstyrrelse eller oppbrudd i korreksjonssignal kan være årsaken til dette store avviket. Systemet bruker litt tid på å innhente korreksjonssignal og oppnå den nøyaktigheten den skal ha. Dette kunne vært en medvirkende årsak til avviket. Siden bytte mellom styresystemene er gjort tilnærmet likt på vendeteigen, burde det også vært tydeligere større avvik gjennomgående i forsøket. Spesielt mellom drag 1 og 2 etter bytte av korreksjonssignal burde da resultatene blitt tilsvarende. Dette er det altså ikke, annet enn dette enkelttilfelle for automatisk styring med EGNOS på felt 1. (Fendt, 2018a, s. 25)

Ut ifra resultatene blir automatisk styring med EGNOS mere nøyaktig og gir mindre avvik ved økende sidehelling. Dette er da helt motsatt fra automatisk styring med RTK. Noe av årsaken til dette resultatet kan være det store avviket mellom drag 1 og 2 på felt 1, da i liten sidehelling. Også i forhold til det Jens Gjølga nevnte om GNSS - system på slept redskap, burde resultatene vært mere likt som for automatisk styring med RTK. Selve styresystemet og virkemåten er forholdsvis lik for begge styresystemene ut ifra underpunkt 2.1.2. Selv om korreksjonssignalet og teoretisk presisjonen er forskjellig mellom dem. Dermed burde antagelig også automatisk



styring med EGNOS hatt best resultater med liten sidehelling, og et større avvik i økende sidehelling.

En mulig forklaring på det store avviket automatisk styring med EGNOS hadde, kan være måten signalene beveger seg på. Feilkilder som nevnt i underpunkt 2.1.2 kan være en mulig forklaring, slik som atmosfæreforstyrrelser. En forstyrrelse i radiosignalet på kun et nanosekund kunne gi en avstandsfeil på 30 cm. (Norsk romsenter, 2020) Måten signalene sendes på mellom de to systemene kan også gi en forklaring. EGNOS sender et korrigeret signal tilbake og gjennom en satellitt før den når mottakeren, da med de feilkilder som nevnt tidligere dette kan gi. (European global navigation satellite systems agenc, 2018) RTK signalet går i sanntid direkte til mottakeren og sparer seg dermed for et mellomledd. (Mæhlum, 2017)

Den manuelle styringen av traktoren gav et tilnærmet likt gjennomsnittlig avvik samlet sett, som automatisk styring med EGNOS hadde. Med forfatteren som sjåfører med et sterkt fokus på å kjøre mest mulig korrekt gav dette resultater. Som nevnt tidligere, vil man etter forfatterens syn ikke kunne følge med godt nok på såmaskin i forhold til crossboarden og eventuelle store steiner. Under «normal» såing hvor ikke et slikt forsøk er i fokus vil man snu seg oftere og følge med bedre bakover. På grunn av dette vil antagelig avvikene også bli større mellom sådragene. Her har sjåføren mye innvirkning på resultatene i forhold til kjøreteknikk, teoretisk og praktisk forståelse av såingen. Ved å snu seg i et par sekunder for å følge med bakover vil traktoren ha kjørt en viss strekning, sjåføren kjører da sånn sett i blinde. Å holde kursen stødig i denne situasjonen er ikke lett, og man kan måtte hente seg kjapt inn igjen. Dette er også en faktor som kan gi store avvik om et av målepunktene ble der sjåføren kjørte i «blinde».

Den manuelle styringen ble mer nøyaktig i sidehelling, dette går mye på sjåføren. Personen må beregne og sikte ut ifra markørstripen fra forrige drag slik at såmaskinen går riktig. Et slept redskap vil sige noe nedover i sidehelling, her vil erfaring og sittestilling ha betydning for hvor mye man kompenserer. Ut ifra forfatterens erfaring tidligere er det lett å kompensere for mye for sidehellingen, noe også resultatene viser.

Innstillingene på maskinen var en krevende og vanskelig oppgave. Hva er egentlig riktig innstilling? Arbeidsbredden er kortet inn 1,0 cm til 2,99 meter under kjøring med automatisk styring. Med tanke på at den teoretiske arbeidsbredden er på 3,00 meter, burde det i utgangspunktet ikke bli sågclipper i det hele tatt. Her kjøres det med til sammen 1,0 cm overlapp hvert såmaskindrag allerede. Per Andersson, markedsansvarlig for Väderstad hadde en formening om innstillingene. For autostyring skulle arbeidsbredden stå på 3,0 meter, dette

skulle da gi en radavstand mellom sådragene på 12,5 cm. Forutsetninger for dette var at alt er helt korrekt målt opp, og satt inn riktig i innstillinger for autostyring. Det skulle alltid kontrolleres og gjøres endringer om nødvendig nevnte han til slutt. (Andersson, P. Personlig kommunikasjon, 3 april 2020)

Hva sågclipper og økt overlapp kommer av kan skyldes flere faktorer. Dette med sideforskyvning spesielt på en slik maskin kan være en av dem, som Jens Gjølga også påpekte. Forfatteren har kjørt, vurdert og lagt inn innstillinger for å forsøke å kompensere for denne forskyvningen. Mengde vare i maskina, jordtype, jordarbeiding i forhold til såretningen er noen faktorer som kan være med å endre sideforskyvningen. Her vil tyngdepunkt og små variasjoner i jordoverflata blir endret underveis. Hadde flere målinger av sideforskyvning vært tatt, kunne man kanskje utelukket denne faktoren. Målinger før forsøket startet, og kontrollering underveis gjennom hele såingen av jordet kunne vært en løsning. Da kunne man funnet eventuelle forskjeller og brukt disse aktivt ved å endre innstillingene for autostyringen. I praktisk arbeid vil dette ta svært lang tid og såmaskinen får ikke gjort jobben den skal. Det enkleste og det som gir et nøyaktig svar på sideforskyvning er derfor montering av GNSS- system på såmaskinen. (Gjølga, J, personlig kommunikasjon, 12 mars 2020) Her kommer selvsagt pris inn i bildet på om dette forsvarer seg.

Innstillingen for svingpunkt er lagt inn i varioterminalen med verdien 0,0. Dette er hentet ut ifra instruksjonsboka for varioterminalen, og dobbeltsjekket med både Jens Gjølga og Jørgen Skjelin. Såmaskinen vil ha svingpunktet lenger bak enn 0,0 meter. Årsaken til at verdien skal stå på 0,0 meter kan forklares i hvordan GNSS – systemet bruker denne verdien. Her vil det bli gjort en teoretisk beregning på hvordan traktoren skal styre. Den tar altså ikke høyde for hvordan såmaskinen går i praksis. Beregningen gjøres også på bakgrunn av gyroen i takluka og de korrigerede signalene mottakeren får. På bakgrunn av dette vil man få større avvik ettersom teori og praksis ikke henger sammen på dette området. (Skjelin, J. Personlig kommunikasjon, 26 mai 2020)

Forfatteren har også erfart dette med svingpunktverdien under såing våren 2020. Her med nøyaktige målinger helt nede på såkornet i bakken. Her ble innstillinger av markører viktig da sjåføren så at markørsporet ikke traff midt under traktoren, og flere cm mellom sådragene var uberørt. Svingpunktet ble her målt opp, og verdien 4,5 meter satt inn i redskapsinnstillingene for autostyring. Dette resulterte i sågclipper og overlapp, spesielt ved kjøring etter AB - linjer. Her ble det altså sågclippe på ca. 15 cm annen hvert drag. Dette gav da også tilsvarende overlapp på ca. 15 cm mellom der igjen. Under såing av vendeteig og bruk av kjørelinjekontur ble

avvikene mellom sådragene mindre, men avviket var fortsatt for stort. Innstillingene under såing i 2020 for arbeidsbredde, avstand til senter, kjøremønster og styreinstillinger blant annet er likt som i hovedpunkt 3. Altså kun svingpunktet som ble endret i varioterminalen i forhold til forsøket gjort i denne oppgaven. Ved å gradvis redusere verdien ble glippen mindre, og ved verdi 0,0 ble såglippen tilnærmet borte.

Flere i maskinbransjen tilknyttet lignende GNSS - systemet som for traktoren i forsøket, er ihvertfall sikker i sin sak. Et slept redskap vil som oftest sige og er vanskelig å kompensere korrekt for kun med GNSS - systemet på traktoren. (Disen, L. Raknerud, S. Gjølga, J. Skjelin, J. Personlig kommunikasjon, 10 mars 2020) Denne påstanden underbygges på mange måter av bønder i nærområdet forfatteren har snakket med, også over flere år. Spesielt tilsvarende Väderstad såmaskin som i forsøket, denne blir trukket fram som et redskap som siger mye i forhold til konkurrentene. Det skal sies at svært mange benytter en slik maskin i området noe som drar snittet opp. (Kolstad, T. Solbjørg, L. Elnes, O, I. Duenger, S. Personlig kommunikasjon. 2018 - 2020) Her er både manuell styring, og automatisk styring med EGNOS av ulike traktormodeller, med den aktuell såmaskin representert.

Dybden på såkornet ble lagt  $\pm 2$  cm dypt. Dette vil ha en naturlig variasjon med tanke på våronnarbeidet, og fast eller løs jord blant annet. Maskina vil generelt gå dypere i oppoverbakke enn nedoverbakke. Traktoren går tyngre, trekraftbehovet øker, det vil grave mere, og av den grunn synker bakstussen på traktoren ned. (Väderstad, 2008, s. 53) Den fremre såskålrekken kan synke litt lenger ned enn de bakre på grunn av dette, og dermed ikke være 100 % parallell. Den fremre såskålrekken vinkles naturlig mot høyre, den vil også gå på litt hardere i den forholdsvis harde uberørte bakken. Såskålrekken bak heller motsatt vei. Den veier sånn sett opp for dette, men går da ikke like dypt. Bakken er også løsere etter den fremre skålrekken passerte. Sideforskyvningen på såmaskinen kan derfor være forskjellig om det ble kjørt opp eller ned i forhold til AB-linjene.

Kjørehastigheten kan virke inn på flere faktorer, slik som sådybde og problemene som nevnt i forrige avsnitt angående sideforskyvning. (Väderstad, 2008, s. 49) Ved 12 km/t på cruise control klarte ikke traktoren å holde denne hastigheten i oppoverbakken. Denne kunne selvsagt vært redusert til for eksempel 8 km/t, men da vil effektiviteten gått kraftig ned på den faktiske jobben. Med tanke på at såing av skiftet og alt rundt forsøksfeltene denne dagen tok rundt 12 timer til sammen. Når det kommer til målinger og innhenting av data kan også dette spille inn på avvikene og målingene som er gjort. Det er som nevnt i underpunkt 3.6 målt med tommestokk helt nede på bakken på de grønne plantene. Frøet under bakken er ikke målt i

forhold til radavstanden. Her kan for eksempel steiner under jordoverflata hindre spiren i å vokse rett opp. Frøet får en liten sving og målepunktet blir noe forskjøvet i forhold til der hvor maskina faktisk plasserte frøet.

For det rent kjøretekniske, og arbeidsmiljøet vil de tre styresystemene oppføre seg ulikt. Som nevnt tidligere vil man ved manuell styring måtte følge med mer på alt som skjer. Her vil mye av konsentrasjonen bli brukt til å kjøre mest mulig korrekt, og noe må derfor bortprioriteres. Forfatteren ble ekstra tung i hodet under kjøring manuelt, da med fullt fokus på å kjøre korrekt. Skulle også såmaskina blitt fulgt opp tilstrekkelig i tillegg, ville dette forverret seg. Ved kjøring i mørket må man også fokusere mere, selv med gode lys på traktoren. Støver det svært mye får man også mere å fokusere på, da vil hev og senk av maskina bli mere utfordrende enn det allerede er.

Etter aktivering av autostyring og kjøring etter AB – linjer. Her kunne man slippe alt rundt styring og navigering av traktoren. Dette gjelder for begge korreksjonssignalene. Etter man har siktet seg godt inn på AB – linjene og aktivert autostyring, kan alt fokuset rettes bakover. Traktoren styrer seg selv og får redskapet inn på kjørelinjen, idet sjåføren vurderer og senker redskapet ned. Spesielt for eksempel når en såmaskin slippes ned får man nytte av systemet, man får en jevnere start ut ifra vendeteigen gjennomgående for hele jordet. Her kan også for eksempel hastigheter legges inn slik at traktoren ordner dette selv, og effektiviteten økes raskest mulig.

Etter såmaskinen er nedsenket kan den også følges opp tilstrekkelig, i hele lengden av kjørelinjen når autostyring brukes. Man sparer både nakken og ryggen for mye vridning frem og tilbake når man kjører med dette. Kjøring i mørket blir noe enklere. Ved støvproblemer kan kartet i varioterminalen brukes aktivt, og kunne bidra til å opprettholde effektiviteten. Man skal imidlertid være våken og følge med fremover også. HMS er viktig ved bruk av slike systemer. Telefonstolper og dreneringskummer tar den ikke høyde for i starten. Dette kan som nevnt i underpunkt 2.1.6 legges inn slik at man får varsel neste gang.

Mellom de to korreksjonssignalene er det i teorien kun en liten forskjell i nøyaktigheten. Tar man utgangspunkt i at det ikke er feilkilder på signalene av noe slag vil dette kunne stemme. Altså at presisjonen etter oppstart av arbeidet er tilnærmet lik, og man kjører kontinuerlig drag for drag bortover jordet. Forskjellen ligger i spor til spor nøyaktigheten. kompensasjon for avdrift på EGNOS signalet som nevnt i underpunkt 2.1.6 må gjøres. Her kan små pauser og stopp i kjøringen føre til en avdrift. Dette trenger man ikke tenke på i de fleste tilfeller med

RTK signal. Kun et enkelt trykk på knappen i kartmenyen for kompensasjon for avdrift på kjørelinjene løser imidlertid problemet for EGNOS.

Faste kjørespor blir utfordrende med EGNOS signal, det vil også muligheten for å kjøre annen hvert drag bli. Annen hvert drag kan redusere jordpakking på vendeteigen, men blir nærmest umulig med denne signaltypen. Dette kan man altså få til med RTK signaler. Flere i maskinbransjen mener EGNOS ikke er et egnet korreksjonssignal for flere redskaper. Dette har mye med faste kjørespor og gjøre i tillegg til at kjøring av annen hvert drag blir tilnærmet umulig. For eksempel såing trekkes frem som et redskap som burde bli dratt av en traktor med RTK signaler, og helst med RTK på såmaskinen i tillegg. (Disen, L. Gjølga, J. Skjelin, J. Personlig kommunikasjon. 2019-2020) Ut ifra resultatene for forsøket og uten GNSS – system på såmaskinen kan man allikevel spørre seg om RTK er såpass mye bedre i praksis at en investering i dette korreksjonssignalet lønner seg.

Vurderingen på hva man velger må selvsagt ses opp imot pris og bruksområdet. For Fendt traktoren brukt i forsøket kostet oppgradering fra EGNOS til RTK - signal ca. 40 000 kr, eks. mva. Dette er en pakke med noen tilleggsfunksjoner, slik som automatisk vending på vendeteigen. Her ligger da styresystemet og mottakeren allerede i traktoren fra før. Det samme systemet som for EGNOS - signalet, men da med en opplåsningskode for å kunne motta RTK – signaler. (Disen, L. Personlig kommunikasjon, 15 juni 2019) Denne kostnaden kan man altså i teorien velge bort, om korreksjonssignalene for EGNOS er tilstrekkelig gode. I korte trekk kan man spare seg helt for denne kostanden, om man da husker på og korrigerer for satellittavdriften ved behov, og ikke har behov for tilleggsfunksjonene tilleggs pakken har.

## Konklusjon

Kjøring med autostyring med RTK korreksjonssignal gir i gjennomsnitt bedre nøyaktighet ved såing og mindre avvik mellom sådragene, med Fendt 516 S4 og Väderstad Rapid 300c. Den er allikevel ikke gjennomgående best, og man kan derfor ikke med sikkerhet si at systemet gir best resultat. Hva man velger av RTK eller EGNOS – signal må bli opp til den enkelte bonde og bruker av utstyret. Trenger man svært høy presisjon, eller har store variasjoner i kvaliteten på korreksjonssignalene bør RTK vurderes.

Rundt autostyringen vil et enda større fokus på innstillinger, kunne være vel så viktig som økt nøyaktighet på GNSS – systemet. Fange opp variasjoner på skiftet, bruke erfaringer og målinger aktivt for at redskapet skal gå korrekt. Uansett redskap vil ikke kun GNSS – systemet på

traktoren klare og håndtere alle variasjoner og faktorer redskapet bak kan oppleve. For å være enda mere nøyaktig må GNSS – systemer som samarbeider med traktoren monteres.

Manuell kjøring gav også greie resultater. Med flere målinger og prøver som fører til nøyaktige innstillinger, kan dette være et fullgodt alternativ for mange. Med tanke på arbeidsmiljø og et jevnt resultat på arbeidet vil nok autostyring komme bedre ut. En våken og fokusert sjåfør, med mulighet til å følge skikkelig med på arbeidsoperasjonen må også verdsettes. Her kommer også fordeler inn i form av helsen til sjåføren. Klar i hodet og mindre sliten i kroppen etter kjøring med autostyring er viktig å ta med seg i vurderingen.

### 6.1 Forslag til videre arbeid

Denne oppgaven har tatt for seg kun brøkdeler innenfor presisjonsutstyr og presisjonslandbruk. Her er det store muligheter for videre arbeid på denne oppgaven, og fremtidig oppgaver kan ta for seg temaer som:

- Foreta samme type forsøk med andre leverandører både på GNSS – systemer, traktoren og såmaskinen.
- Se om et lignende forsøk også gir samme resultater for andre redskaper, også med annen innfestning til traktoren.
- Teste ut med GNSS – System på redskapet, som samarbeider og overstyrer traktoren gir bedre resultater.



## Bibliografi

- Agjeld, J. M., & Dyrdal, G. (2019, mars). Omfanget av, og erfaringa med, presisjonslandbruk i Noreg. Norsk landbruksrådgiving. Hentet fra:  
<https://www.regjeringen.no/contentassets/2152603ed09c4578955e0f046110bd41/nlr-rapport-2019-omfang-og-erfaring-med-presisjonslandbruk.pdf>
- Bratberg, E., Syverud, G., & Almås, R. (2020, april 14). Jordbruk i Norge. Store norske leksikon. Hentet fra: [https://snl.no/jordbruk\\_i\\_Norge](https://snl.no/jordbruk_i_Norge)
- European global navigation satellite systems agenc. (2020, mai 20). What is EGNOS? Hentet fra: <https://www.gsa.europa.eu/egnos/what-egnos>
- Fendt. (2020) a. Fendt 500 vario: Betjening og smart farming. Fendt.com. Hentet fra:  
<https://www.fendt.com/no/10368>
- Fendt. (2020) b. Fendt 700 vario: Teknologi. Fendt.com. Hentet fra:  
<https://www.fendt.com/no/traktorer/700-vario-teknologi>
- Fendt. (Februar 2018) a. VarioGuide. Agco GmbH.
- Fendt. (november 2018) b. Varioterminal. Agco GmbH.
- FN-sambandet. (2019, desember 3). Befolkning, migrasjon og urbanisering. FN-sambandet. Hentet fra <https://www.fn.no/tema/fattigdom/befolkning>
- Kartverket. (2019). GPS og GNSS. Kartverket. Hentet fra:  
<https://www.kartverket.no/Posisjonstjenester/GPS-og-GNSS/>
- Kiserud, E. (2017, juli 4). Ti gode økokorntips. Agropub. Hentet fra:  
<https://www.agropub.no/fagartikler/ti-gode-okokorntips>
- Kjerstad, N. (2020, januar 31). Gyrokompass. Store norske leksikon. Hentet fra:  
<https://snl.no/gyrokompass>
- Landbruks- og matdepartementet. (2016/2017). Endring og utvikling - en framtidrettet jordbruksproduksjon. (Stortingsmelding: 11). Regjeringen.no. Hentet fra:  
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-11-20162017/id2523121/?ch=1>

Landbruksdirektoratet . (2020, mai 5). Utviklingstrekk i norsk jordbruk.

Landbruksdirektoratet. Hentet fra:

<https://www.landbruksdirektoratet.no/no/statistikk/utvikling>

Mæhlum, L. (2017). RTK - Real Time Kinematic. Store norske leksikon. Hentet fra:

<https://snl.no/RTK - Real Time Kinematic>

Norsk romsenter. (2020, mai 27). Hva du bør vite om satellittnavigasjon. Norsk romsenter .

Hentet fra: <https://www.romsenter.no/no/Fagomraader/Satellittnavigasjon/Hva-du-boer-vite-om-satellittnavigasjon2>

NovAtel Inc. (2020) a. Dual-frequency GNSS smart antenna featuring NovAtels` s powerful OEM6® technology. NovAtel. Hentet fra:

<https://www.novatel.com/assets/Documents/Papers/SMART6-L-PS.pdf>

NovAtel inc. (2020) b. What Are GPS Systems Used For? Calgary: Hexagon. Hentet fra:

<https://www.novatel.com/focus-pages/what-are-gps-systems-used-for/>

Risvik, E. (2020, mai 5). Nok mat til alle i 2050. Nofima. Hentet fra:

<https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kd/kampanjer/vitenskapsaret/11einarrisvknofimanokmattilallei2050.pdf>

Simonsen, H. (2020, mai 15). Enkelt presisjonsutstyr svært lønnsomt! Felleskjøpet. Hentet

fra: <https://www.felleskjopet.no/alle-artikler/alle-artikler-maskiner-og-redskap/artikler/enkelt-presisjonsutstyr-svart-lonnsomt/>

Solerød, H., & Tønnessen, M. (2019, desember 31). Verdens befolkning. Store norske

leksikon. Hentet fra: [https://snl.no/verdens\\_befolkning](https://snl.no/verdens_befolkning)

Statistisk sentralbyrå. (2019, mai 27). Arealbruk og arealressurser. Statistisk sentralbyrå.

Hentet fra: <https://www.ssb.no/arealstat>

Svarstad, B. (2019, juni). Presisjonsjordbruk - noe for deg? Felleskjøpet. Hentet fra:

<https://www.felleskjopet.no/alle-artikler/alle-artikler-maskiner-og-redskap/artikler/hva-betyr-presisjonsjordbruk-for-deg/>

Syljuåsen, E. (2018). Fendt 500 med renere eksos. Magasinet Traktor. Hentet fra:

<https://www.traktor.no/article/fendt-500-med-renere-eksos/>

Utviklingsfondet. (2020, mai 5). Fakta - om sult og matsikkerhet. Utviklingsfondet. Hentet fra:[https://www.utviklingsfondet.no/files/uf/documents/Fakta\\_sult21122010\\_WEBversjon.pdf](https://www.utviklingsfondet.no/files/uf/documents/Fakta_sult21122010_WEBversjon.pdf)

Väderstad. (2008). Såmaskin Rapid serie RD 300-400 C/S. Väderstad.

Väderstad AB. (2020). Rapid 300-400C/S. Väderstad. Hentet fra:

<https://www.vaderstad.com/en/drilling/rapid-seed-drills/rapid-300-400cs/#zone-4102>

Yara Norge AS. (2020). AdBlue for kjøretøy. Yara Norge AS. Hentet fra:

<https://www.yara.no/kjemiske-og-miljomessige-losninger/adblue-for-kjoretoy/>

## Vedlegg

- Vedlegg 1 – Rådata felt 1
- Vedlegg 2 – Utregning av sådragavstand, felt 1
- Vedlegg 3 – Rådata felt 2
- Vedlegg 4 – Utregning av sådragavstand felt 2
- Vedlegg 5 – Oppsett før statistikk
- Vedlegg 6 – Variansanalyse
- Vedlegg 7 – Gjennomsnittene

## 8.1 Vedlegg 1 – Rådata felt 1

Rådata felt 1, for sådragavstanden trekkes fra					
RTK signal					
	mellom 1 og 2	mellom 2 og 3	mellom 3 og 4	mellom 4 og 5	mellom 5 og 6
1	12	15	10	16	5
2	16	12	13	12	10
3	12	13	12	12	15
EGNOS signal					
	mellom 1 og 2	mellom 2 og 3	mellom 3 og 4	mellom 4 og 5	mellom 5 og 6
1	28	7	0	12	12
2	35	5	10	8	15
3	35	0	20	0	14
Manuelt					
	mellom 1 og 2	mellom 2 og 3	mellom 3 og 4	mellom 4 og 5	mellom 5 og 6
1	1	15	6	10	7
2	-2	16	0	14	3
3	1	10	1	10	0

## 8.2 Vedlegg 2 – Utregning av sådragavstand, felt 1

Felt 1, med Sådragavstanden på 11,5 cm regnet inn					
RTK signal					
	mellom 1 og 2	mellom 2 og 3	mellom 3 og 4	mellom 4 og 5	mellom 5 og 6
1	0,5	3,5	-1,5	4,5	-6,5
2	4,5	0,5	1,5	0,5	-1,5
3	0,5	1,5	0,5	0,5	3,5
EGNOS signal					
	mellom 1 og 2	mellom 2 og 3	mellom 3 og 4	mellom 4 og 5	mellom 5 og 6
1	16,5	-4,5	-11,5	0,5	0,5
2	23,5	-6,5	-1,5	-3,5	3,5
3	23,5	-11,5	8,5	-11,5	2,5
Manuelt					
	mellom 1 og 2	mellom 2 og 3	mellom 3 og 4	mellom 4 og 5	mellom 5 og 6
1	-10,5	3,5	-5,5	-1,5	-4,5
2	-13,5	4,5	-11,5	2,5	-8,5
3	-10,5	-1,5	-10,5	-1,5	-11,5

### 8.3 Vedlegg 3 – Rådata felt 2

Rådata felt 2, for sådragavstanden trekkes fra					
Manuelt					
	mellom 1 og 2	mellom 2 og 3	mellom 3 og 4	mellom 4 og 5	mellom 5 og 6
1	6	14	6	16	4
2	14	7	2	9	14
3	14	10	0	7	2
EGNOS signal					
	mellom 1 og 2	mellom 2 og 3	mellom 3 og 4	mellom 4 og 5	mellom 5 og 6
2	12	20	16	23	15
3	15	12	16	15	12
4	12	13	12	15	11
RTK signal					
	mellom 1 og 2	mellom 2 og 3	mellom 3 og 4	mellom 4 og 5	mellom 5 og 6
1	14	18	6	23	5
2	12	20	1	20	15
3	13	12	12	15	11

### 8.4 Vedlegg 4 - Utregning av sådragavstand, felt 2

Felt 2, med sådragavstanden på 11,5 cm regnet inn					
Manuelt					
	mellom 1 og 2	mellom 2 og 3	mellom 3 og 4	mellom 4 og 5	mellom 5 og 6
1	-5,5	2,5	-5,5	4,5	-7,5
2	2,5	-4,5	-9,5	-2,5	2,5
3	2,5	-1,5	-11,5	-4,5	-9,5
EGNOS signal					
	mellom 1 og 2	mellom 2 og 3	mellom 3 og 4	mellom 4 og 5	mellom 5 og 6
1	0,5	8,5	4,5	11,5	3,5
2	3,5	0,5	4,5	3,5	0,5
3	0,5	1,5	0,5	3,5	-0,5
RTK signal					
	mellom 1 og 2	mellom 2 og 3	mellom 3 og 4	mellom 4 og 5	mellom 5 og 6
1	2,5	6,5	-5,5	11,5	-6,5
2	0,5	8,5	-10,5	8,5	3,5
3	1,5	0,5	0,5	3,5	-0,5

## 8.4 Vedlegg 5 – Oppsett før statistikk

Avvik fra optimal sådragsvinkel på 11,5 cm				
		Manuell styring av traktor	Automatisk styring med EGNOS	Automatisk styring med RTK
Felt 1:	1 Liten sidehelling	10,5	16,5	0,5
Liten sidehelling	2	13,5	23,5	4,5
men motbakk	3	10,5	23,5	0,5
	4	3,5	4,5	3,5
	5	4,5	6,5	0,5
	6	1,5	11,5	1,5
	7	5,5	11,5	1,5
	8	11,5	1,5	1,5
	9	10,5	8,5	0,5
	10	1,5	0,5	4,5
	11	2,5	3,5	0,5
	12	1,5	11,5	0,5
	13	4,5	0,5	6,5
	14	8,5	3,5	1,5
	15	11,5	2,5	3,5
Felt 2:	16 Økende sidehelling	5,5	0,5	2,5
Økende sidehelling	17	2,5	3,5	0,5
og med motbakk	18	2,5	0,5	1,5
	19	2,5	8,5	6,5
	20	4,5	0,5	8,5
	21	1,5	1,5	0,5
	22	5,5	4,5	5,5
	23	9,5	4,5	10,5
	24	11,5	0,5	0,5
	25	4,5	11,5	11,5
	26	2,5	3,5	8,5
	27	4,5	3,5	3,5
	28	7,5	3,5	6,5
	29	2,5	0,5	3,5
	30	9,5	0,5	0,5

## 8.6 Vedlegg 6 – Variansanalyse

Variansanalyse: To-faktor med tilbakelegging								
SAMMENDRAG								
	Manuell styring av traktor	Automatisk styring med EGNOS	Automatisk styring med RTK	Totalt				
<i>Liten sidehelling</i>								
Antall	15	15	15	45				
Sum	101,5	129,5	31,5	262,5				
Gjennomsnitt	6,766666667	8,633333333	2,1	5,833333333				
Varians	18,4952381	58,83809524	3,685714286	33,5				
<i>Økende sidehelling</i>								
Antall	15	15	15	45				
Sum	76,5	47,5	70,5	194,5				
Gjennomsnitt	5,1	3,166666667	4,7	4,322222222				
Varians	9,542857143	10,52380952	14,6	11,74040404				
<i>Totalt</i>								
Antall	30	30	30					
Sum	178	177	102					
Gjennomsnitt	5,933333333	5,9	3,4					
Varians	14,25402299	41,2137931	10,57586207					
Variansanalyse								
	<i>Variasjonstilte</i>	<i>SK</i>	<i>fg</i>	<i>GK</i>	<i>F</i>	<i>P-verdi</i>	<i>F-krit</i>	
Utvalg		51,37777778		1	51,37777778	2,66469087	0,106341129	3,9545684
Kolonner		126,6888889		2	63,34444444	3,285337944	0,042291243	3,1051566
Interaksjon		244,2888889		2	122,1444444	6,33497983	0,002738328	3,1051566
Innenfor		1619,6		84	19,28095238			
Totalt		2041,955556		89				

## 8.7 Vedlegg 7 – Gjennomsnittene

	Manuell styring av traktor	Automatisk styring med EGNOS	Automatisk styring med RTK
<i>Liten sidehelling</i>	6,77	8,63	2,10
<i>Økende sidehelling</i>	5,10	3,17	4,70
	Manuell styring av traktor	Automatisk styring med EGNOS	Automatisk styring med RTK
Gj.snitt fra talene øverst:	5,933333333	5,9	3,4