

Rapport:

Økt salgbar fraksjon i konsumpotet med variabel setteavstand ut ifra jordvariasjon



Innlandet
fylkeskommune



NLR

Søknadsnr.

2023-0128

Søknadsår 2023

Arkivsak 2023/6791

Støtteordning

Landbruk - utviklingsmidler

Prosjektnavn

Økt salgbar fraksjon i konsumpotet med variabel setteavstand ut ifra jordvariasjon

Versjon: 01.03.2024

Oppsummering/ sammendrag

Vekstsesongen 2023 fikk NLR Øst støtte fra regionale utviklingsmidler i Innlandet fylkeskommune til et prosjekt som skulle se på hvordan ny teknologi i potetdyrking kan utnyttes av gårdbrukere. Målet var å se om den salgbare fraksjonen i konsumpotet kan økes gjennom å variere setteavstanden ut ifra jordvariasjonen.

Det var planlagt å anlegge et storskalafelt ute hos en dyrker, men på grunn av tekniske utfordringer og sen våronn ble ikke dette anlagt. I forkant var det gjort en del arbeid og kommunikasjon om utarbeidelse av styrefiler til potetsetter. I stedet ble det besluttet å fokusere på å øke kunnskapsgrunnlaget om hvordan setteavstand påvirker avling og størrelse ut ifra jordvariasjon ved hjelp av vanlige forsøksruter. I dette arbeidet var to bachelorstudenter ved Høgskolen Innlandet avdeling Blæstad, Knut Ola Bredalen og Hans Kristian Sæther, sentrale og bisto mye i gjennomføringen.

Det ble på to skifter anlagt vi forsøksruter på lett, normal og tyngre jord for å undersøke interaksjonen mellom vekstforholdene og valg av setteavstand. Skiftene var i Gjesåsen og i Våler, områder med mye potetdyrking. Sorten Asterix ble benyttet med settepoteter i størrelsen 40–42 mm. Setteavstandene som ble utprøvd var 20 cm, 27,5 cm og 35 cm. Forsøksfeltene ble fulgt gjennom sesongen. Det ble tatt analyser av nitratinnhold og mikronæringsstoffer, og feltene ble fløyet over med drone. Etter opptak ble hele avlingen fra rutene sortert med en optisk sorterer slik at vi satt med mest mulig informasjon om størrelsesfordelingen.

Resultatene viste at potetplantene med Asterix så ut til å kompensere godt for setteavstand med ved å justere knollantallet på disse feltene. Ved høy setteavstand ga hver enkeltplante flere knoller. Det var små forskjeller i avling mellom de ulike setteavstandene. Effekten av de ulike jordforholdene var tydeligst i feltet på Gjesåsen der den letteste jorda ga 1000 kg mindre per daa.

Innhold

Oppsummering/ sammendrag.....	2
1. Bakgrunn for prosjektet.....	4
2. Forsøk fra utlandet og litteratur	4
3. Aktivitet i prosjektet	7
4. Ruteforsøk med ulik setteavstand i Asterix.....	9
4.1 Feltoppsett.....	9
4.2 Resultat og diskusjon	10
5. Referanser	13
6. Vedlegg.....	14

1. Bakgrunn for prosjektet

Variasjon i innsatsfaktorene ut ifra jordforhold, innhold av næringsstoffer i jorden og forskjeller i klima, er bærekraftig og fremtidsrettet. Teknologien og redskapene finnes på norske jorder, men blir ikke brukt i potetproduksjon på grunn av manglende erfaring og informasjon. Teorien tilsier at en vil få jevnere og større salgbar avling ved å ta hensyn til de naturgitte forutsetningene i jordvariasjon. Nå ønsker vi å ta steget videre for bedre utnyttelse av jordvariasjonene i potetproduksjon.

I Innlandet produseres over halvparten av konsumpotetene i Norge, og NLR Øst sitt kontor i Glåmdalen ligger midt i «potethovedstaden». Av landets produksjon på 118 947 daa i 2022 hadde Våler, Åsnes, Grue og Kongsvinger til sammen 25% av potetarealet. Produsenter i området er blant de fremste i landet innen sitt fagområde, de er fremoverlent og nysgjerrige.

Det er mange teorier, men lite dokumentasjon på hvor mye jordvariasjonene påvirker avlingen. Innen alle skifter er det jordvariasjon, og man ser det spesielt rundt Mjøsa og langs Glomma. Spørsmålet er om jordvariasjonene er store nok til at teorien om å variere setteavstand etter variasjoner i jorden vil fungere, og hvordan burde variasjonen kartlegges. Om forsøket gir gode nok indikasjoner på at det kan være hold i teorien, er det flere aktører som å jobbe videre med problemstillingen.

Variierende knollstørrelse er en utfordring for hele verdikjeden, og det er ikke uvanlig at produsentene lar understørrelsen ligge igjen på jordet, mens 6-7% av en leveranse blir utsortert på grunn av overstørrelse. Sorteringskravet for normal konsumpotet er på 42-65 mm hos pakkeriene. Dagens trend hvor gårdsbruk blir stadig større og færre, gjør at høyere presisjon i alle ledd blir enda viktigere og dagens praksis stadig må videreutvikles. Det stilles høyere krav til kvalitet på produktene, og til kunnskap og presisjon hos produsentene. Teknologi som kan øke andel omsettelig vare ved å redusere knoller i fraksjoner som blir sortert ut, finnes allerede på flere redskaper på norske gårdsbruk. Dessverre blir teknologien oftest ikke brukt på grunn av manglende erfaring og kunnskapsgrunnlag.

De senere årene har NIBIO Landvik i samarbeid med NLR gjort setteavstandsforsøk under utprøving av nye tidligpotetsorter (Stubhaug et al., 2022). Formålet her er å se på hvilken settepotetstørrelse og setteavstand som gir best størst avling og best økonomi for bonden. For å få frem forskjeller er det viktig at forsøkene ligger på jevn jord slik at resultatet ikke forstyrres av jordvariasjonene. Hos NIBIO Apelsvoll er det senere år ikke gjort systematiske setteavstandsforsøk. Det har vært tidligere forsøksserier som har undersøkt setteavstand, men vi kjenner ikke til forsøk hvor variasjon i setteavstand etter jordvariasjon er undersøkt.

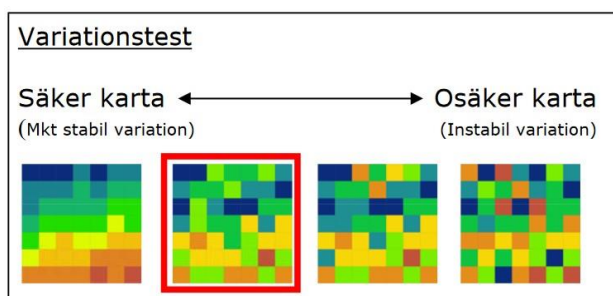
2. Forsøk fra utlandet og litteratur

Nye potetsettere med hydraulisk drift på setteorganet som kan variere setteavstand blir brukt i Norge, uten at det finnes noe forskning på norske forhold som bonden kan bruke. Blant utenlandske forsøk finnes noen publikasjoner på variabel setteavstand.

Yves Reckleben ved Universitet i Kiel har veiledet to masterstudenter på dette teamet, og publisert resultatet i tidsskrifter (Reckleben et al., 2017; Yves Reckleben & Sönke Schulz, 2014). Resultatene fra begge utprøvingene viste at det å variere setteavstand innad på skiftet etter

jordvariasjon, ga bedre lønnsomhet ved større prosentandel salgbar avling. Muhammad A. Munnaf ved Universitet i Gent har i tre publiserte artikler også kommet til samme konklusjon (Munnaf et al., 2020a; Munnaf, Haesaert, & Mouazen, 2021; Munnaf, Haesaert, Van Meirvenne, et al., 2021). Corne Kempanar og kollegaene ved Univeristet i Wageningen anslo 2% økt avling som følge variabel setteavstand ut ifra jordvariasjon når de undersøkte ny presisjonsteknologi med variasjon i setteavstand i nederlandsk potetproduksjon (Kempenaar et al., 2017). En annen nederlandsk rapport fra 2012 av Eddie Loonstra undersøkte effekten i settepotetproduksjon ved å variere etter leirinnhold og fikk gode resultater (Loonstra, 2012).

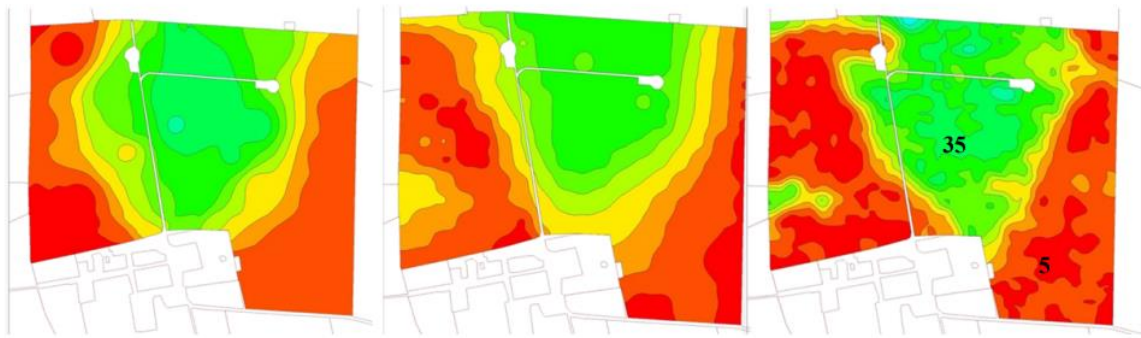
En viktig faktor i utnyttelsen av ny teknologi er krysningspunktet med agronomien. Hva skal vi basere variasjonen på? Her er det mange ulike fremgangsmåter. Det er nærliggende å tenke at jordanalysene som er lovpålagt i forbindelse med gjødslingsplanlegging kan benyttes, men dette er ingen selvfølge. Jordanalysene må være posisjonsfestet ved uttak og vil uansett bare fortelle om jorda akkurat der uttaket ble gjort. Det er vanlig å utføre en form for interpolering for å si noe om jordforholdene mellom prøvepunktene. Til dette finnes det mange ulike geostatistiske modeller, som alle har sine fordeler og ulemper. Söderström (2010) gir en god innføring i temaet. En oppsummering er at data som har en stabil variasjon kan interpoleres, mens data som har en ustabil variasjon uten noe form for mønster ikke vil gi gode kart ved interpolering (Figur 1). En løsning når det man jobber med har ustabil variasjon kan tilføre mer informasjon, enten ved å øke prøvetettheten eller sammenstille det med en annen måling. En annen måling kan for eksempel være satellittdata eller jordsensorer.



Figur 1: Troverdigheten av et interpolert kart avhenger av hva slags variasjon som finnes. Uten systematikk vil interpolerte kart bli usikre. Figur hentet fra Söderström (2010).

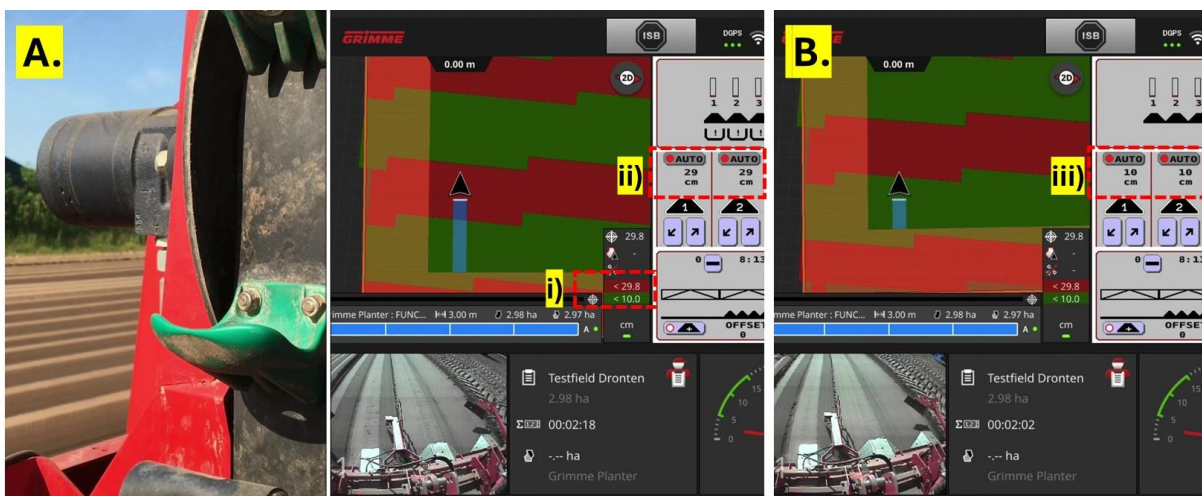
Danske SEGES har sett på en modell som kombinerer jordprøver og satellittdata. Utprøvingen deres viser at modellen passer godt på skiftetnivå for leirinnhold og moldinnhold, men at den ikke er god nok til å bruke på posisjonsbestemt dyrkning som styrefiler til setteavstand (Knudsen et al., 2023). De har også sammenlignet uttakelse av systematiske jordprøver i rutenettmønster og uttak etter en SoilOptix-jordsensor. Med SoilOptix overkjøres skiftet med et måleinstrument som måler jordens gammastråling hengende bak en ATV. Etter overkjøringen tas det kalibreringsprøver på plasseringer utvalgt av programvaren. Konklusjonen her var at metodene var jevn gode (Knudsen, 2022). NIBIO har gjennomført av en lignende sensor, Veris MSP3, i Norge. Denne sensoren måler pH, mold og elektrisk ledeevne i jorda. Dataanalysen viste dårlig samsvar mellom tradisjonelle jordprøveanalyser og Veris for pH og mold (Rindal et al., 2019). Det er mulig sensoren hadde gjort det bedre under mindre steinete forhold enn på Toten, for eksempel i Solør. I Sverige er det laget digitale kart over leirinnhold av data fra geologiske data om jordart, gammastrålingsdata fra fly, høydedata og referanseprøver. Det digitale kartet kan kombineres med gårdbrukerens egne jordprøver for å best mulig kartlegging (Söderström & Piikki, 2016) (Figur 2). Innhenting av sensordata er altså ikke rett frem, og teknologien i seg selv må testes.

Den har allikevel et betydelig potensial. For å kartlegge variasjonen innenfor et skifte er det beste er å kombinere all tilgjengelig informasjon, selv om dette er utfordrende.



Figur 2: Kartet til venstre viser leirinnhold i plogsjiktet ved den tradisjonelle svenske metoden med en leirinnholdsprøve per 30 dekar. I midten er kartet fra den digitale modellen, Digitala åkermarkskartan, uten referanseprøver. Til høyre er den digitale modellen kombinert med referanseprøver. Figur hentet fra Söderström & Piikki (2016).

Etter å ha gjort beslutningen om hvilken setteavstand som skal være hvor på skiftet, må informasjonen overføres til potetsetteren på noe vis. Først må det utarbeides en styrefil/kartfil der områdene er inndelt etter aktuell setteavstand og med informasjon om setteavstanden. Det er flere ulike programmer som kan produsere en slik fil. Maskinprodusentene Grimme og AVR samarbeidet i et EU-finansiert prosjekt om utviklingen av en standard for hvordan slike tildelingskart skal se ut og hvordan dette kommuniseres til maskinen (IoF2020, u.å.). Filformatet på tildelingsfilen avhenger av skjermen/terminalen som benyttes, men de fleste aktuelle støtter både shape-filer og ISOXML. Setteavstanden må angis i cm i filen. Deretter er det viktig at terminalen som benyttes har alle nødvendige opplåsninger og funksjoner. Det er mulig å sjekke en terminal sin funksjon i 'the Agricultural Industry Electronics Foundation' (AEF) sin database, som er fritt tilgjengelig på internett, eller høre med forhandleren. En annen naturlig forutsetning er at potetsetteren er klargjort for variabel setteavstand over ISOBUS. Figur 3 viser hvordan det kan se ut med en Grimme-setter og en CCI-terminal til tildelingsfil og redskapskontroll.



Figur 3: Bildet viser hvordan en innlastet tildelingsfil ser ut i terminalen. Bildene er hentet fra en video fra Grimme. I A. til venstre ser vi koppebeltet skal transportere potetene. I videoen ser man hvordan hastigheten på dette beltet endres. Ved A.i) ser vi de to nivåene i tildelingsfilen; setteavstand 10 cm og setteavstand 29,8 cm. Ved A.ii) ser vi at

setteren setter poteter med 29 cm avstand ettersom setteren er innenfor det røde område i kartet. Vindu B. er hentet fra senere i videoen der setteren nå befinner seg i det grønne området og setteavstanden er justert til 10 cm, B.iii).

3. Aktivitet i prosjektet

Arbeidet med prosjektet og prosjektsøknaden begynte tidlig i 2023. Relevante samarbeidspartnere og aktører ble kontaktet. Alle samarbeidspartnere var positive til prosjektet og det ble søkt midler utviklingsmidler hos Fylkeskommunen i Innlandet.

I startfasen identifiserte vi noen utfordringer som måtte løses for å fullføre prosjektet som planlagt. Det ene var den tekniske delen med å overføre en tildelingsfil til en terminal som kunne styre potetsetteren. En annen utfordring var å finne en feltvert som hadde riktig utstyr, både traktor og terminal, og som skulle ha poteter på et skifte med tilstrekkelig jordvariasjon. En tredje utfordring var det agronomiske bak hvordan setteavstanden burde varieres innenfor skifte, hvilke faktorer og datakilder skulle benyttes til å dele inn skiftet i soner. En fjerde utfordring var hvordan storskalafeltet skulle utformes for å få svar på problemstillingen. Feltplanen og tildelingsfilen måtte tilpasses setting, innhøstning og andre arbeidsoperasjoner i åkeren.

Den første utfordringen med utforming og datateknisk oppsett av tildelingsfilen for at potetsetteren skulle kunne variere setteavstand etter den ble løst gjennom epost-utveksling med tyske Grimme-teknikere og samtaler med norske representanter. Vi fikk tilsendt en presentasjon med de nødvendige spesifikasjonene og en demonstrasjonsvideo (Figur 3).

Under planleggingen av prosjektet hadde vi kontaktet mulige feltverter som hadde riktig utstyr. Her støtte vi på et problem ved at den første feltverten vi samarbeidet med hadde hydraulisk drift på setteorganet der setteavstanden kunne justeres fra betjeningen, men manglet ISOBUS-ledningsnett som er påkrevd for å kunne benytte en tildelingsfil. Vi fikk videre god hjelp fra Grimme til å bekrefte at den neste feltverten vi begynte å planlegge med hadde en potetsetter med riktig utstyr og opplåsnings. Skiftet hos denne feltverten hadde mindre tydelige variasjoner, men nok for at det var mulig å planlegge. Uheldigvis støtte vi på problemet at feltverten manglet en traktorterminal med de riktige funksjonene som kunne sende informasjonen fra tildelingsfilen til potetsetteren. Alternativer ble undersøkt, men i ei travel våronn, ble det bestemt å ikke gjennomføre storskalafelt dette året. I stedet bestemte vi oss for å fokusere på mindre, håndsatte felt for å øke kunnskapen og erfaringene med hvordan ulik setteavstand virker inn på ulike jordforhold.

For å finne anbefalinger på inndeling av skiftene i ulike områder med ulik setteavstand ble det sett på artikler og rapporten fra utenlandske forsøk. Litteraturen er beskrevet i et kapittel tidligere, men det var ingen absolutt fasit på hvilken fremgangsmåte som var best. Mange av forsøkene beskriver kartlegging av skiftet med en form for jordsensor som målte elektrisk konduktivitet i jorden, og brukte dette til å dele inn skiftet i ulike soner. I vårt arbeid valgte vi å fokusere på fritt tilgjengelige flybilder fra deler av året der forskjeller innenfor skiftet var tydelig. For eksempel etter jordarbeiding om våren eller tidlig i vekstsesongen før plantedekket var fullstendig etablert. Detaljerte høydedata fra høydedata.no var også til stor nytte for å identifisere dråg og kuler (Kartverket, 2023). I kombinasjon med koordinatfestede jordprøver og bondens erfaring var dette nok informasjon til å kunne lage kartene. Noen eksempler av dataene vises i Vedlegg 1 og Vedlegg 2.

Ettersom storskalafeltet av prosjektet uteble fikk vi ingen erfaring med hvordan tillagingen av styrefilen passet med oppslagene under opptak. Det var planlagt å ha rader med og uten variabel setteavstand om hverandre, og deretter ta opp disse radene hver for seg og sortere de

på Hverbergsmoen potetpakkeri for å se om vi fikk utslag for teknikken. Ulempen med et slikt oppsett er at registreringsområdet vil strekke seg over et stort område og andre faktorer kan føre til feilkilder og variasjon som er større enn effekten av å variere setteavstand. Det er også en viss usikkerhet knyttet til settingen med potetsetteren. Sprang i radene og dobbeltsetting må minimeres for å ikke påvirke resultatet. Settepotetene må også være jevne i størrelsen slik at ikke de fører til utilsiktet variasjon. En mulighet for å verifisere at en setting etter tildelingsfil har gått riktig kan være å kontrollere maskinen godt i forkant, slik Seges har beskrevet en rapport om tildelingsfil for såmaskin eller ved å fly over med drone i etterkant og telle antall planter ved hjelp av dataanalyse (Havmand & Geert-Jørgensen, 2021; Mhango et al., 2021). Som et alternativ til å utføre størrelsessorteringen på pakkeri har det kommet kommersielle løsninger for å vurdere avlingsmengde og størrelse på opptakeren (HarvestEye, 2024). Fordelen med denne teknologien er at det blir enklere å gjøre analysen fordi ikke hele raden må sees under ett. Det kan naturligvis være noen problemer med nøyaktigheten, men med store nok datasett vil det allikevel kunne gi ganske sikre resultat.

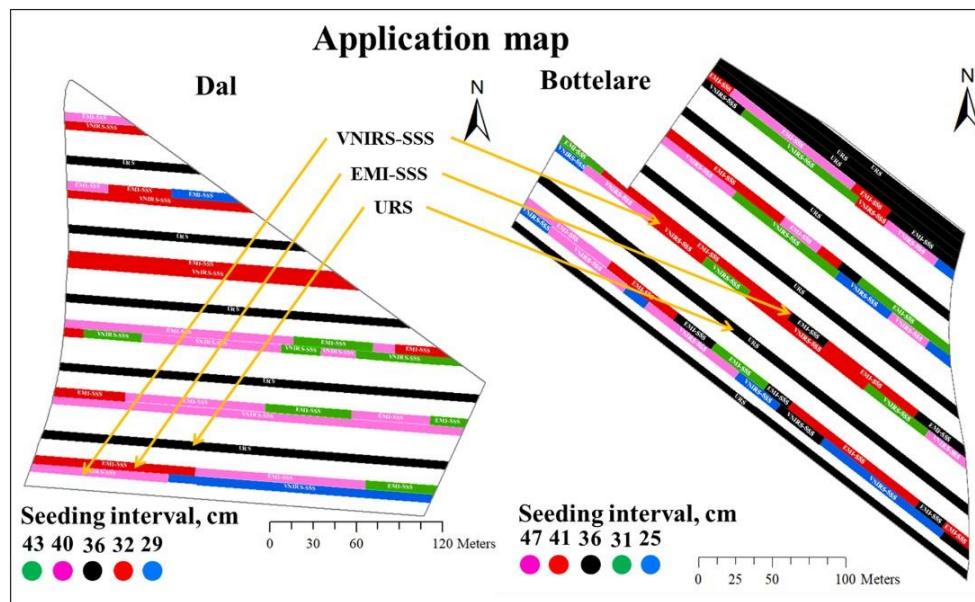


Fig. 2. Application map of strip experiment to compare three potato seeding treatments of EMI-SSS, VNIRS-SSS and URS. EMI-SSS, site-specific seeding (SSS) based on management zone (MZ) delineated with soil apparent electrical conductivity (Eca) measured with an electromagnetic induction (EMI) sensor; VNIRS-SSS, SSS based on MZ delineated with the fusion of visible and near infrared spectroscopy measured soil data and Sentinel-2 retrieved crop normalized difference vegetation index (NDVI); URS, uniform rate seeding. It illustrated only the strips that were harvested for further analyses since manual harvesting of all strips was quite a laborious task.

Figur 4: Viser hvordan Munnaf og kollegaene laget sitt forsøksoppsett da de testet variabel setteavstand. Oppsettet er ganske likt i andre utprøvinger og. Figuren er hentet fra (Munnaf et al., 2020b).

Prosjektet gikk derfor videre til å fokusere på delen med graveprøver sammen med to bachelorstudenter fra Blæstad. Det ble etablert feltforsøk på to skifter på hjemgårdene deres, der tre mindre felt der ulike setteavstander ble sammenlignet på ulike jordforhold. Feltet ble fulgt opp gjennom sesongen av NLR og studentene. Etter opptak ble all avlingen størrelsessortert med en optisk sorterer hos NIBIO Apelsvoll. Feltforsøkene er nærmere beskrevet i neste kapittel.

4. Ruteforsøk med ulik setteavstand i Asterix

4.1 Feltoppsett

På to skifter anla vi forsøksfelt på lett, normal og tyngre jord innenfor et skifte for å undersøke interaksjonen mellom vekstforholdene og valg av setteavstand. Sorten Asterix ble benyttet med settepoteter i størrelsen 40–42 mm. Settepotetene var sertifisert vare som ble sortert innenfor en liten fraksjon for at ikke ujevn settepotetstørrelse skulle påvirke resultatet. Setteavstandene som ble utprøvd var 20 cm, 27,5 cm og 35 cm. Det var to gjentak og de to midterste radene i hvert ledd ble høstet. Endeknollene ble fjernet før høsting. Oppsettet vises i Figur 5 og ruteplasseringen innenfor skiftet i Figur 6.

Feltene ble fulgt opp gjennom vekstsesongen, og det ble blant annet tatt nitratprøver, tatt mikronæringsanalyser og fløyet over med drone på tre tidspunkt.

2 m grense mot feltvert													2 meter
Gjentak 2	Rute 201				Rute 202				Rute 203				6,6 meter
	Ledd 3 Lang setteavstand: Per rad: 17+2 knoller med 35 cm avstand (395cm)				Ledd 1 Kort setteavstand: Per rad: 30+2 knoller med 20 cm avstand (600cm)				Ledd 2 Middels setteavstand: Per rad: 22+2 knoller med 27,5 cm avstand (605cm)				
Lengde på den lengste ruten inkl. endeknoller: 6,65 m													
Høsterute: 6 meter													
	4 rader – totalt 76 knoller på ruten Skal høste 17 per rad, fjern endeknoller				4 rader – totalt 128 knoller på ruten Skal høste 30 per rad, fjern endeknoller				4 rader – totalt 96 knoller på ruten Skal høste 22 per rad, fjern endeknoller				
1,5 m grense mellom gjentakene													1,5 meter
Gjentak 1	Rute 101				Rute 102				Rute 103				6,6 meter
	Ledd 1 Kort setteavstand: Per rad: 30+2 knoller med 20 cm avstand (600cm)				Ledd 2 Middels setteavstand: Per rad: 22+2 knoller med 27,5 cm avstand (605cm)				Ledd 3 Lang setteavstand: Per rad: 17+2 knoller med 35 cm avstand (595 cm)				
Lengde på den lengste ruten inkl. endeknoller: 6,65 m													
Høsterute: 6 meter													
	4 rader – totalt 128 knoller på ruten Skal høste 30 per rad, fjern endeknoller				4 rader – totalt 96 knoller på ruten Skal høste 22 per rad, fjern endeknoller				4 rader – totalt 76 knoller på ruten Skal høste 17 per rad, fjern endeknoller				
2 m grense mot feltvert													2 meter

Figur 5: Oppsett av ruter og setteavstand for hver av plasseringene.

Feltvert: Ivar Bredalen, Gjesåsen

Jordart: Silt/ sandig silt Settedato: 7. juni. Høstedato: 13. september.

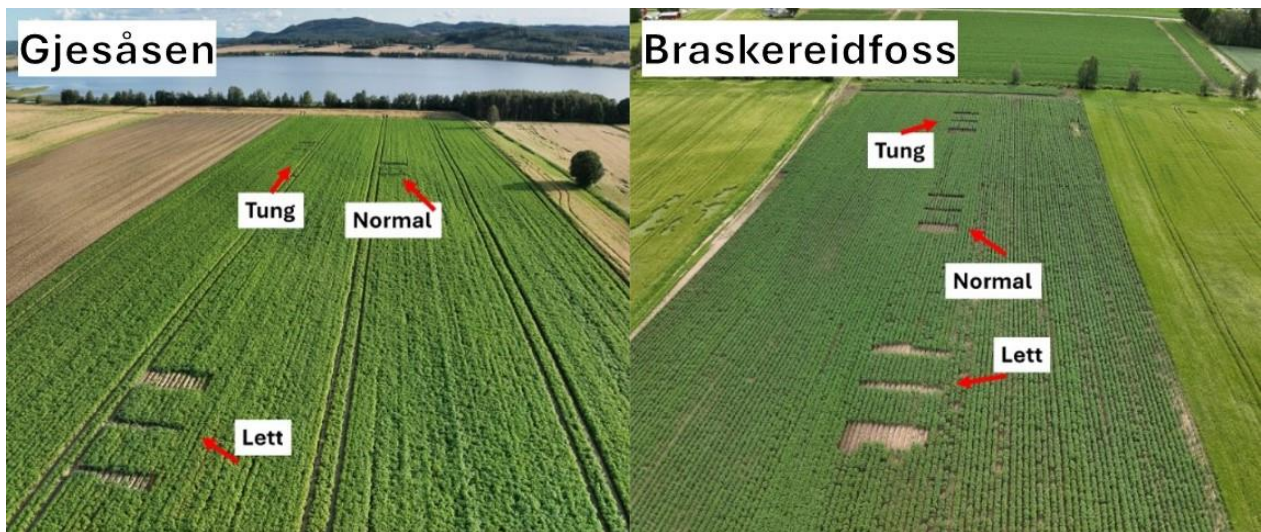
Gjødsling: Vår: 70 kg Fullgjødsel 12-4-18 + 13 kg Opti-Start 12-23-0

Ved oppspiring: 10 kg Nitrabor

Feltvert: Kåre Magne Sæther, Braskereidfoss

Jordart: Silt/ sandig silt Settedato: 5. juni. Høstedato: 9. oktober.

Gjødsling: Vår: 80 kg Fullgjødsel 12-4-18 + 8 kg Opti-Start 12-23-0



Figur 6: Skråfoto fra drone av skiftene med feltplassering. Flygetidspunkt Gjesåsen 22. august, Braskereidfoss 23. juli.

4.2 Resultat og diskusjon

Resultatene fra forsøket er presentert i Figur 7, Figur 8, Tabell 1 og Tabell 2. Dronebilder av forsøksfeltene er vedlagt i Vedlegg 3 og Vedlegg 4.

Potetplantene med Asterix så ut til å kompensere godt for setteavstand med ved å justere knollantallet på disse feltene (Figur 8). Ved høy setteavstand ga hver enkeltplante flere knoller. Det var små forskjeller i avling mellom de ulike setteavstandene. Effekten av de ulike jordforholdene var tydeligst hos Bredalen der den letteste jorda ga 1000 kg mindre per daa. Det var også her på den lette jorda at flest knoller hadde liten størrelse, men økt setteavstand så ikke ut til å øke mengden salgbar avling. På de andre feltene ser vi en tendens til flere små knoller og færre store knoller ved den minste setteavstanden, sammenlignet med de to andre setteavstandene.

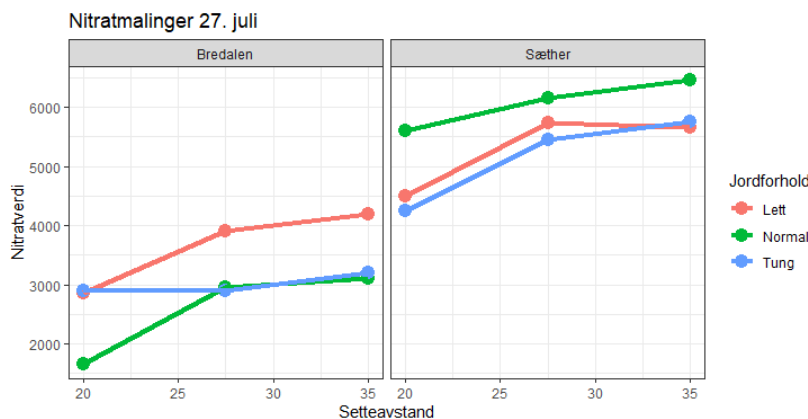
Tabell 1: Avlingsresultater fra forsøksfeltene.

Jordforhold	Setteavstand, cm	Feltvert Sæther					Feltvert Bredalen				
		Avling, kg/dekar				Knoll/plante	Avling, kg/dekar				Knoll/plante
		Total	> 65 mm	42-65 mm	< 42 mm		Total	> 65 mm	42-65 mm	< 42 mm	
Lett	20	4731	345	3698	688	10	2834	0	1747	1087	9,8
Lett	27,5	5597	559	4466	572	14,2	2745	30	1710	1005	12,4
Lett	35	5057	637	3965	455	15,6	2716	0	1692	1024	16,1
Middels	20	4751	303	3886	562	8,8	4044	65	3377	602	9,2
Middels	27,5	4752	714	3533	505	11,6	4122	95	3569	458	11,8
Middels	35	4502	987	3205	310	12,2	3746	68	3315	363	13,5
Tung	20	5265	604	4069	592	9,6	3790	82	3137	571	8,7
Tung	27,5	4959	633	3864	462	11,5	4050	46	3422	582	12,4
Tung	35	5058	722	3962	374	13,7	3912	41	3319	552	15,1

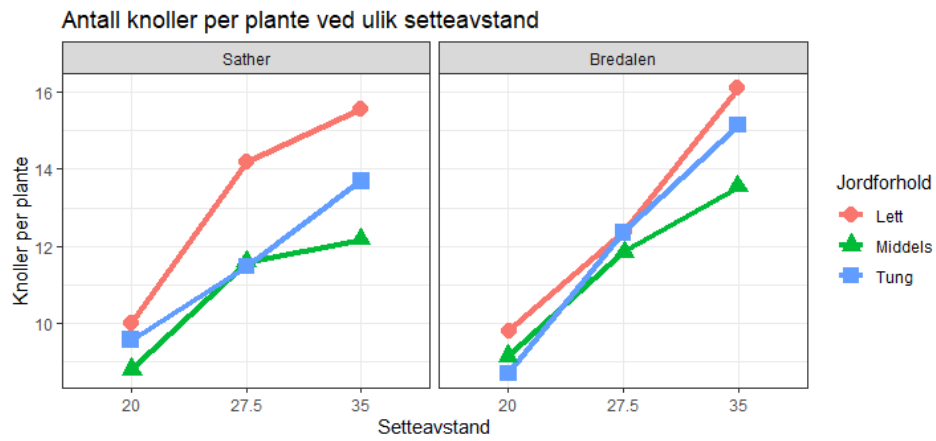
Tabell 2: Avlingsresultat i forsøksfeltene med mer detaljert inndeling i fraksjoner prosentvis.

Jordforhold	Setteavstand cm	Feltvert	Avling, kg/dekar	Prosent av avling innenfor fraksjon i mm							
				< 40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	>70
Lett	20	Sæther	4731	10,1	13,8	19,7	21,4	17,3	9,8	5,0	2,9
Lett	27,5	Sæther	5597	6,9	9,1	15,8	22,2	22,1	14,0	6,7	3,3
Lett	35	Sæther	5057	6,0	8,5	13,9	21,6	21,0	15,7	8,9	4,3
Middels	20	Sæther	4751	7,8	9,7	16,7	19,8	24,7	13,6	4,8	2,9
Middels	27,5	Sæther	4752	8,2	8,2	13,3	21,8	21,2	12,2	7,4	7,6
Middels	35	Sæther	4502	5,3	5,7	10,9	19,5	19,9	16,8	15,0	6,9
Tung	20	Sæther	5265	8,0	10,1	14,1	21,9	20,6	13,9	8,0	3,5
Tung	27,5	Sæther	4959	7,0	7,4	14,2	21,5	21,8	15,4	7,1	5,7
Tung	35	Sæther	5058	5,6	6,6	11,2	18,0	21,2	23,1	11,3	3,0
Lett	20	Bredalen	2834	27,1	25,5	22,7	15,8	7,0	1,9	0,0	0,0
Lett	27,5	Bredalen	2745	28,0	23,4	26,7	13,2	5,3	2,2	1,1	0,0
Lett	35	Bredalen	2716	27,1	29,2	25,2	11,6	5,0	1,9	0,0	0,0
Middels	20	Bredalen	4044	9,6	15,5	28,9	27,3	12,9	3,7	1,1	1,0
Middels	27,5	Bredalen	4122	7,1	11,0	25,3	28,7	18,2	5,9	1,7	2,0
Middels	35	Bredalen	3746	6,5	10,2	23,3	32,0	17,8	7,4	1,7	1,1
Tung	20	Bredalen	3790	10,2	16,5	25,8	24,2	16,6	4,5	2,2	0,0
Tung	27,5	Bredalen	4050	9,6	14,7	24,5	25,4	15,9	7,7	1,1	1,1
Tung	35	Bredalen	3912	9,9	12,9	26,4	24,9	17,8	6,0	1,0	1,2

Som de vedlagte dronebildene viser var det vanskelig å skille setteavstandene fra hverandre på avstand når det nærmet seg radlukking. Det var også i dette tidsrommet vi tok ut nitratprøver og bladstilker til mikronæringsanalyser. På nitratprøvene så det ut til å være en tendens at det var lavere verdier med 20 cm setteavstand. Mikronæringsanalysen viste litt lave verdier for kalsium og svovel på feltet i Braskereidfoss, og litt lave kalsiumverdier på Gjesåsen.



Figur 7: Resultat fra nitratmålinger med LaquaTwin nitratmåler. Bladstilkenes ble samlet inn 27. juli. Figuren viser gjennomsnittet av de to gjentakene for hver setteavstand.



Figur 8: Antall knoller per potetplante ved ulike jordforhold og setteavstand på de to skiftene.

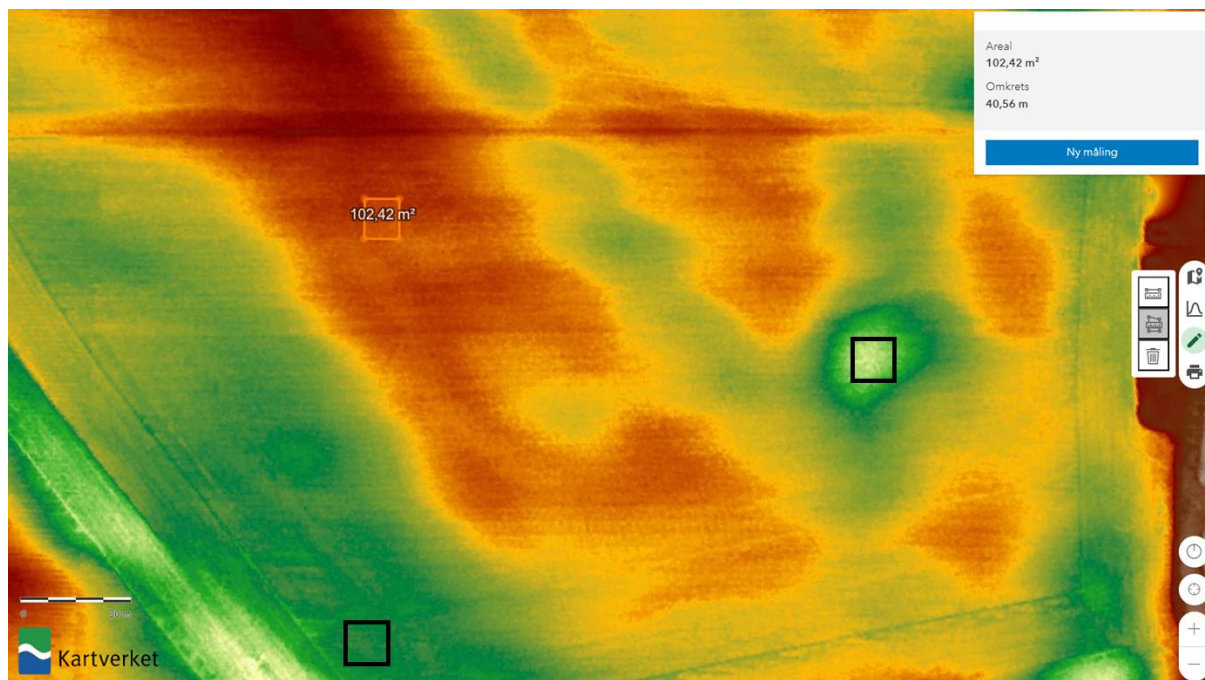
Resultatene vil bli videre analysert og diskutert i bacheloroppgaven til de to studentene. Vi ønsker å takke alle samarbeidspartnere i prosjektet.

5. Referanser

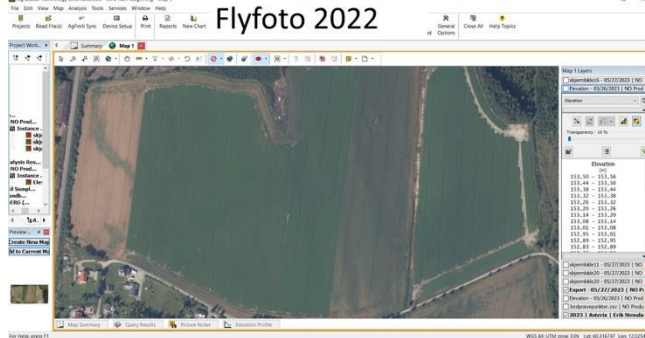
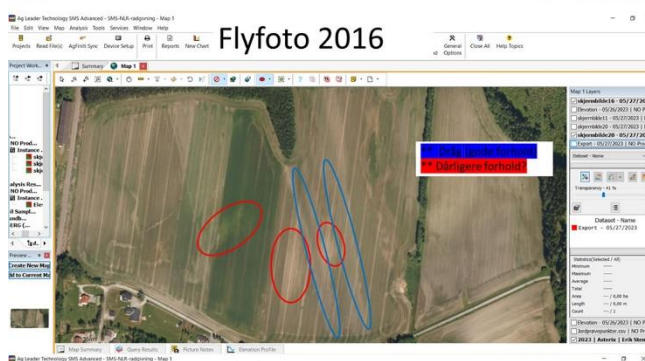
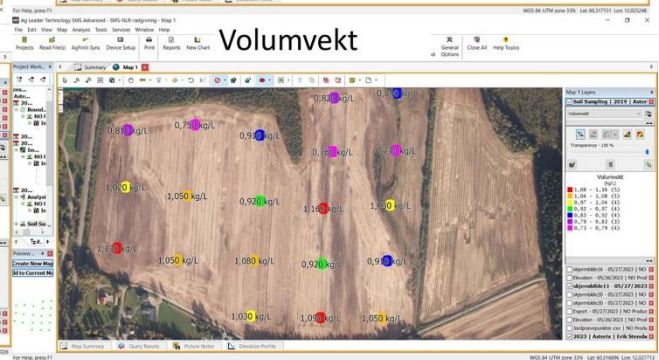
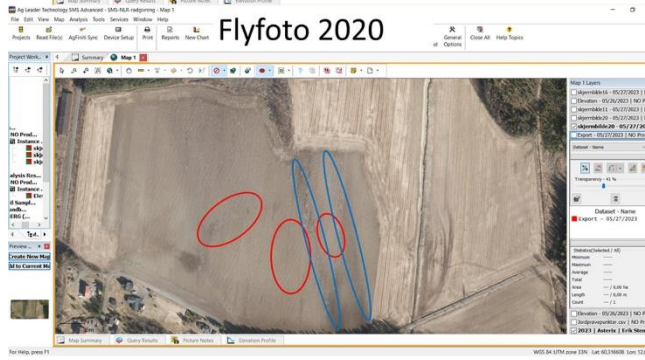
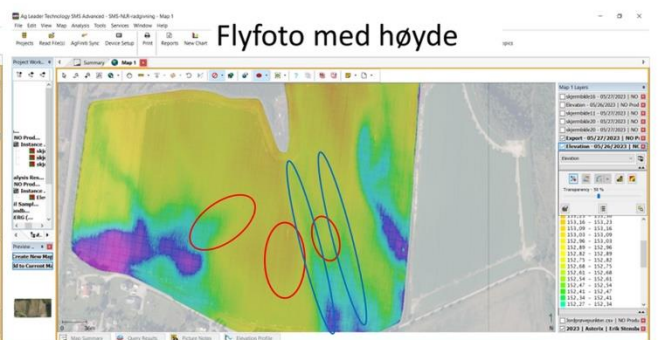
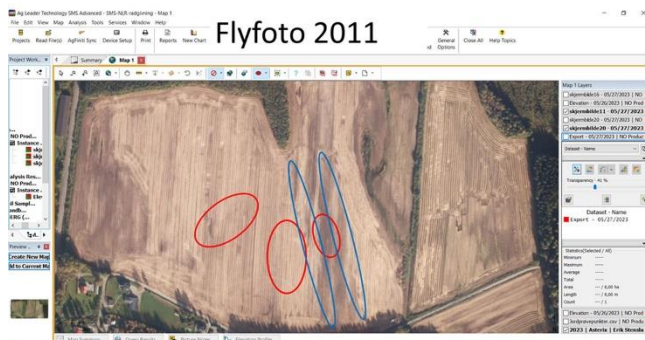
- HarvestEye. (2024). *Root Crop Technology—Crop Mapping*. HarvestEye. <https://www.harvesteye.com/>
- Havmand, R., & Geert-Jørgensen, S. (2021). *Validering af udsædsmængde ud fra tildelingskort (SMART AGRICULTURE HUBS)*. smartagrihubs.eu
- Internet of Food and Farm 2020—Competing potato planting machine builders join forces on Variable Planting—IoF2020*. (u.å.). Hentet 29. februar 2024, fra <https://www.iof2020.eu/blog/2020/05/varplant>
- Kartverket. (2023). *Nasjonal detaljert høydemodell*. Kartverket.no. <https://kartverket.no/geodataarbeid/nasjonal-detaljert-hoydemodell>
- Kempenaar, C., Been, T., Booi, J., van Evert, F., Michielsen, J.-M., & Kocks, C. (2017). Advances in Variable Rate Technology Application in Potato in The Netherlands. *Potato Research*, 60(3), 295–305. <https://doi.org/10.1007/s11540-018-9357-4>
- Knudsen, L. (2022, september 2). *Sammenligning af jordprøveudtagning efter grid-princippet og efter SoilOptix*. LandbrugsInfo. https://www.landbrugsinfo.dk/basis/e/9/6/godskning_sammenligning_jordproveudtagning
- Knudsen, L., Møller, K. D., & Hørfarter, R. (2023). *VALIDERING AF DIGITALE TEKSTURKORT - UDARBEJDET I EFTERÅRET 2023*. SEGES Innovation P/S.
- Loonstra, E. H. (2012). *Benefits of VRA technology for potato production based on Mole soil maps*. Information Technology, Automation and Precision Farming. International Conference of Agricultural Engineering-CIGR-AgEng 2012: Agriculture and Engineering for a Healthier Life, Valencia, Spain, 8-12 July 2012.
- Mhango, J. K., Harris, E. W., Green, R., & Monaghan, J. M. (2021). Mapping Potato Plant Density Variation Using Aerial Imagery and Deep Learning Techniques for Precision Agriculture. *Remote Sensing*, 13(14), Artikel 14. <https://doi.org/10.3390/rs13142705>
- Munnaf, M. A., Haesaert, G., & Mouazen, A. M. (2021). Map-based site-specific seeding of seed potato production by fusion of proximal and remote sensing data. *Soil and Tillage Research*, 206, 104801. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104801>
- Munnaf, M. A., Haesaert, G., Van Meirvenne, M., & Mouazen, A. M. (2020a). Chapter Five - Site-specific seeding using multi-sensor and data fusion techniques: A review. I D. L. Sparks (Red.), *Advances in Agronomy* (Bd. 161, s. 241–323). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.08.001>
- Munnaf, M. A., Haesaert, G., Van Meirvenne, M., & Mouazen, A. M. (2020b). Map-based site-specific seeding of consumption potato production using high-resolution soil and crop data fusion. *Computers and Electronics in Agriculture*, 178, 105752. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105752>
- Munnaf, M. A., Haesaert, G., Van Meirvenne, M., & Mouazen, A. M. (2021). Multi-sensors data fusion approach for site-specific seeding of consumption and seed potato production. *Precision Agriculture*, 22(6), 1890–1917. <https://doi.org/10.1007/s11119-021-09817-8>
- Reckleben, Y., Grau, T., Schulz, S., & Trumpf, H. G. (2017). Effects of precision potato planting using GPS-based cultivation. *Advances in Animal Biosciences*, 8(2), 450–454. <https://doi.org/10.1017/S2040470017000036>
- Rindal, K., Lindgaard, H., & Geipel, J. (2019). Test av Veris MSP3 under norske forhold. I 19. NIBIO. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2588444>
- Stubhaug, E., Seljåsen, R., Hetland, O., & Leidal, S. (2022). *Settepotetstørrelse og setteavstand til Colomba*. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/3061637>
- Söderström, M. (2010). Interpolerade markkartor. *Teknisk Rapport (Precisionsodling Sverige, Avdelningen För Precisionsodling, Sveriges Lantbruksuniversitet)*, 21. <https://res.slu.se/id/publ/32315>
- Söderström, M., & Piikki, K. (2016). Digitala åkermarkskartan – detaljerad kartering av tekstur i åkermarkens matjord. *Precisionsodling Sverige, Teknisk Rapport nr 37*.
- Yves Reckleben & Sönke Schulz. (2014). Teilflächenspezifisches Kartoffelpflanzen durch eine GPS-gestützte Pflanzgutablage. *LANDTECHNIK*, 69(4). <https://doi.org/10.1515/lt.2014.189>

6. Vedlegg

Vedlegg 1: Farget høydekart og flyfoto av skiftet hos den først tenkte feltverten. Høydedataene gjør det mye enklere å kartfeste og identifisere ulike områder i åkeren enn hva flyfotoet viser. Kvadratene viser områder hvor det var tenkt å håndsette feltforsøk.



Vedlegg 2: Ulike kartutsnitt som ble brukt til å vurdere variasjon innenfor skiftet til den andre mulige feltverten. Flyfoto fra ulike årganger. Høydedata fra lasermålinger og resultat fra systematiske jordanalyser. I noen av bildene er det identifisert dråg med tilsynelatende bedre vekstforhold med blå ellipser og kuler med dårligere vekstforhold med røde ellipser.

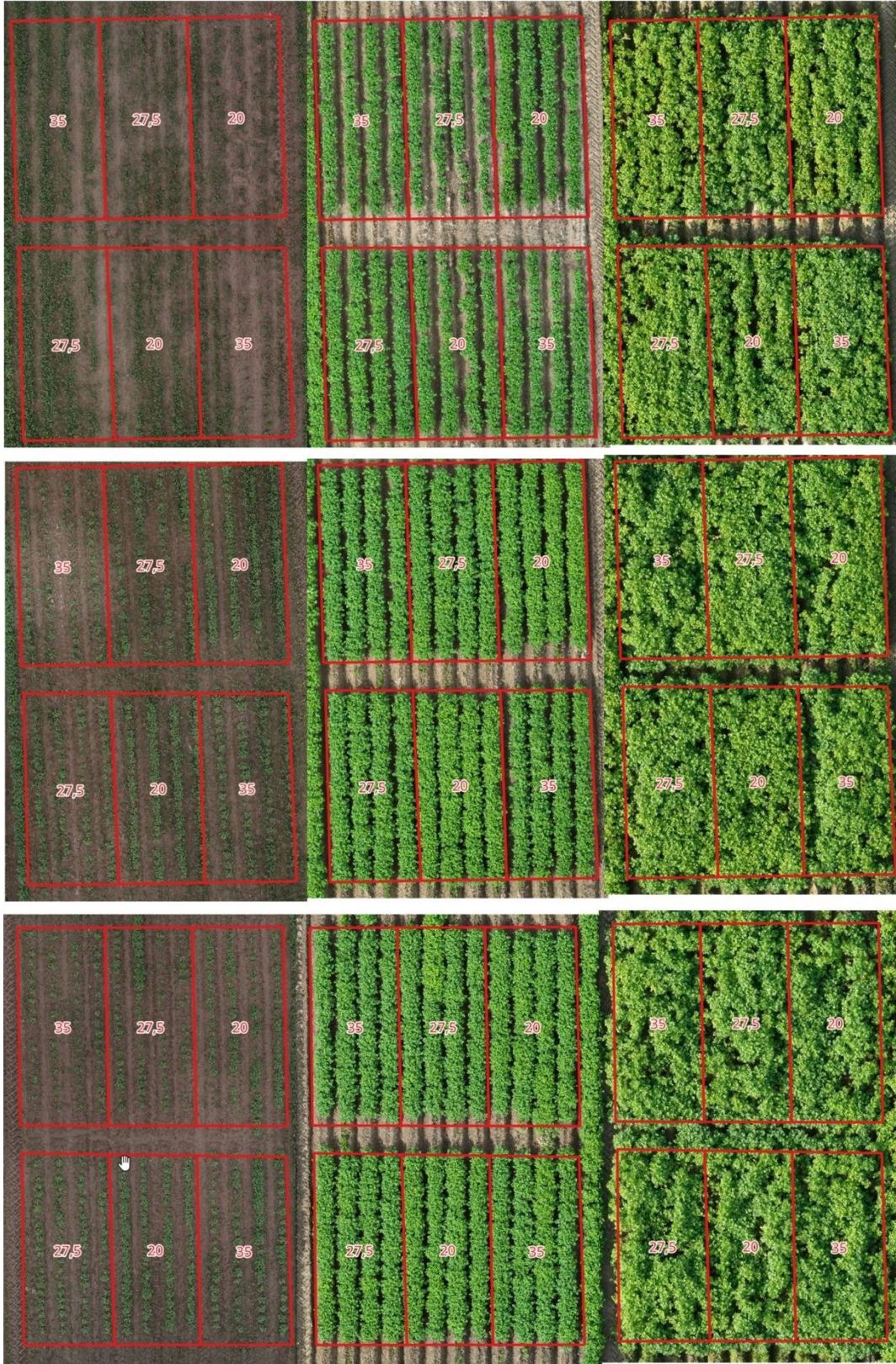


Vedlegg 3: Dronefotografi av feltene hos Bredalen ved ulike tidspunkt i vekstsesongen.

7. Juli

23. juli

22. august



Lett

Normal

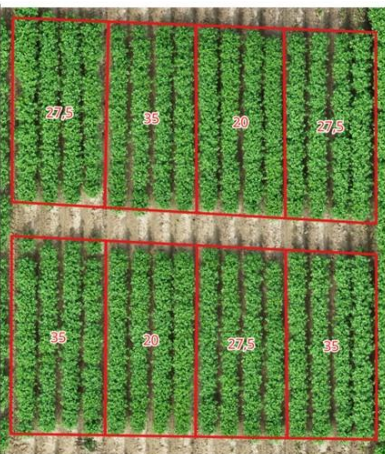
Tung

Vedlegg 4: Dronefotografi av feltene hos Sæther ved ulike tidspunkt i vekstsesongen.

7. Juli

23. juli

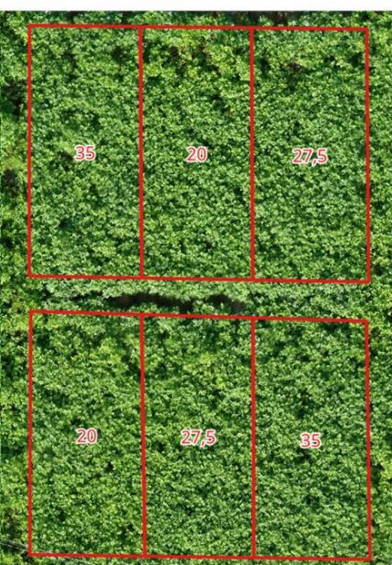
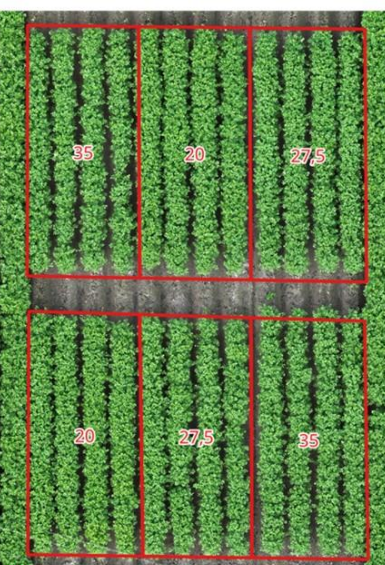
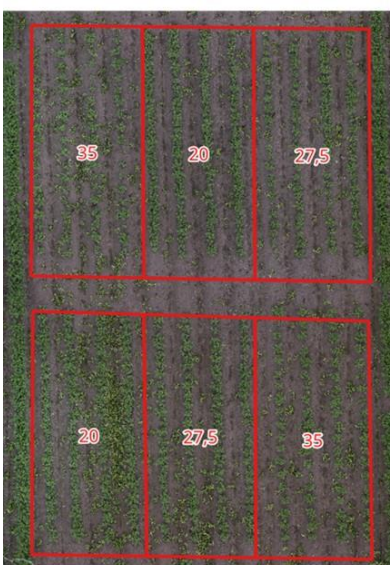
22. august



Lett



Normal



Tung