



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Kartlegging av Presisjonshektaren

Hvordan kartlegge et skifte som skal presisjonsdyrkes?

NIBIO RAPPORT | VOL. 8 | NR. 162 | 2022

Till Seehusen, Krzysztof Kusnierek, Jakob Geipel, Kjersti Balke Hveem
Divisjon for matproduksjon og samfunn

TITTEL/TITLE

Kartlegging av Presisjonshektaren – Hvordan kartlegge et skifte som skal presisjonsdyrkes?

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Till Seehusen, Krzysztof Kusnierek, Jakob Geipel, Kjersti Balke Hveem

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
03.02.2023	8/162/2022	Åpen	10323	21/00925
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03196-3	2464-1162	30	-	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Innlandet Fylkeskommune

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Tove Linnea Dahl

STIKKORD/KEYWORDS:

Presisjonsjordbruk, jordkartlegging, avlingskartlegging, UAV, satellittdata

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Jordbruksteknologi, presisjonsjordbruk

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Som en del av prosjektet Presisjonshektaren ved NIBIO Senter for Presisjonsjordbruk har det gjennom 2021 og 2022 blitt utført et demonstrasjonsforsøk hvor det ble prøvd ulike verktøy til jordkartlegging på et tilsynelatende homogent skifte gjennom en sesong. Denne rapporten oppsummerer dette arbeidet ved å beskrive resultatet fra kartleggingen og ser på sammenhenger mellom kartleggingsresultater og avlingsnivå.

Resultatene viser at også innenfor et skifte som ser homogent ut, finnes det en god del variasjon på grunn av topografi (Figur 2) og forskjeller i jordegenskaper (Figur 8 - Figur 11) som kan føre til en betydelig variasjon i avling og proteininnhold (Figur 20 og Figur 21). Dette viser at dersom man skal kartlegge jorda som basis for presisjonstildeling av innsatsfaktorer, kan det være verdt å vurdere å ta jordprøver noe tettere enn den generelle anbefalingen.

I dette forsøket viste høsteprøvene et spenn i kornavling tilsvarende 560-800 kg per daa minimum. Proteininnholdet varierte fra 11,2 til 13 %.

Siden dette forsøket ble gjennomført som et ettårig forsøk uten gjentak, er det ikke mulig å konkludere med noen årsakssammenheng mellom de forskjellige variablene som er målt. Det er likevel observert interessante samvariasjoner mellom forskjellige typer kartlegging. Det kan være interessant å gjøre mer detaljerte forsøk for å undersøke disse nærmere på et senere tidspunkt.

Ved konvensjonell, uniform dyrkingspraksis, vil hele skiftet behandles likt ved for eksempel gjødsling og jordarbeiding. Dette fører til at ikke alle områder blir behandlet etter behov og potensiale. Ved homogen gjødsling vil noen områder få mer gjødsel enn nødvendig. Dette reduserer utnyttelsen av innsatsfaktorene og kan føre til økt miljøbelastning og kostnader. Samtidig vil andre områder få for lite gjødsel, noe som kan begrense avlingspotensialet og produksjonseffektiviteten.

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Omfanget av variasjonen i dette forsøket illustrerer derfor behovet for steds spesifikk behandling. Med høye priser på innsatsfaktorer er det et stort innsparingspotensial i å behandle de ulike områdene ut fra behov og potensiale.

Det finnes mange muligheter for kartlegging av åkeren, og gårdbrukeren møter mange ulike tilbud. Det er svært viktig at gårdbrukeren før hen benytter seg av et slikt tilbud ber om dokumentasjon på kvalitet og kalibrering for norske forhold.

Ved omfattende kartlegging genereres også store mengder data som må ivaretas på en god måte for å kunne være til nytte for bonden. Som en del av arbeidet med Presisjonshektaren er det også utarbeidet en oversikt over forskjellige såkalte «*Farm Management Information Systems*» (FMIS) – informasjonsstyringssystemer for gårdsbruk (NIBIO Rapport – FMIS for norske gårdbrukere.)

Et ettårig forsøk slik som det som er gjennomført her gir ikke muligheter for å konkludere om hvilken kartleggingsmetode som egner seg best.

Resultatene og erfaringen fra det første året med forsøk på 'Presisjonshektaren' viser behovet for utvidet forskning på praktisk anvendelse av metodene for kartlegging for å prøve metodene gjennom flere sesonger og på ulike plasser for å også dekke variasjon i jordtype og klimatiske forhold.

NIBIO driver med en rekke spennende forsøk innen presisjonslandbruk i grensesnittet mellom agronomi, jordfag, plantedyrking og teknologi og dette blir også tema i nye forsøk i tida framover.

Følg med på NIBIO's aktivitet innenfor fagområdet:

www.nibio.no

<https://precisionag.no/nb/hjem/>

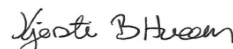
LAND/COUNTRY:	Norge
FYLKE/COUNTY:	Innlandet
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Østre Toten
STED/LOKALITET:	Apelsvoll

GODKJENT /APPROVED



AUDUN KORSÆTH

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



KJERSTI BALKE HVEEM

Innhold

1	Innledning.....	5
1.1	Bakgrunn og kort om Senter for Presisjonsjordbruk og prosjektet Presisjonshektaren	5
1.2	Prosjektet Presisjonshektaren og Senter for Presisjonsjordbruk	5
1.2.1	Definisjonen på presisjonsjordbruk	6
1.3	Presisjonshektaren – beskrivelse av feltforsøket	7
2	Jordanalyse	10
2.1	Behov for jordkartlegging som et grunnlag for presisjonslandbruk.....	10
2.2	Struktur og vannledningsevne.....	10
2.3	Næringsinnhold, moldinnhold og pH	13
2.4	Kartlegging av jordas elektriske ledningsevne med EM38	15
2.5	Kartlegging av jordreflektans med ASD Fieldspec	17
3	Biomassekartlegging med satellitt og UAV med multispektralt kamera	19
4	Avling	23
5	Oppsummering.....	27
6	Litteratur.....	28

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og kort om Senter for Presisjonsjordbruk og prosjektet Presisjonshektaren

Jordbruksproduksjonen i Norge står ovenfor betydelige utfordringer. Som alle andre sektorer må norsk jordbruk redusere klimagassutslippene og miljøfotavtrykket sitt. Klimaendringene medfører mer nedbør, som potensielt reduserer antall dager lagelig for feltarbeid og øker faren for jordpakking og at feltarbeidet ikke kan gjennomføres på gunstigste tidspunkt. Samtidig fører situasjonen i verden til økt fokus på matsikkerhet og nasjonal matberedskap, og det har lenge vært et politisk ønske om økt selvforsyning i Norge.

Kostnadspress og det politiske målet om økt matproduksjon gir behov for ytterligere effektivisering av jordbruket, samtidig som sektoren må tilpasse seg konsekvensene av pågående klimaendringer. Landbruksproduksjonen i Norge er preget av dårlig lønnsomhet. Dette er en av årsakene til stagnerende avlinger. Økende pris på innsatsfaktorer som diesel og gjødsel fører til enda større press. Mer avansert jordbruksteknologi og mer optimal bruk av den kan øke effektiviteten og lønnsomheten i jordbruket gjennom økte avlinger med høyere kvalitet og samtidig gi redusert bruk av innsatsfaktorer, redusert miljøbelastning og redusert klimasårbarhet.

Presisjonsjordbruk (se definisjon i avsnitt 1.2.1) handler om å tilpasse behandlingen av jord og vekst etter behovet. Ved å ta i bruk teknologi for presisjonsjordbruk kan man redusere og/eller optimalisere bruken av innsatsfaktorer ved hjelp av detaljert informasjon om jordas og vekstenes tilstand og behov. Analyser viser at investering i nye redskap og teknologier kan føre til bedre utnyttelse av innsatsfaktorene, bidra til å opprettholde eller øke avlingsnivået samt å redusere negative miljøkonsekvenser som for eksempel avrenning og utvasking. Dette skaper en vann-vinn-situasjon med fordeler både for miljø og gårdbruker og kan bidra til å øke matproduksjonen i Norge.

Det norske landbruket er preget av forholdsvis små arealer med en ikke-optimal utforming. Dette fører til at ikke alle teknologier som egner seg på kontinentet fungerer like bra i Norge. Samtidig kan det heterogene landskapet med forholdsvis små enheter dra svært god nytte av mer stedsspesifikk agronomi.

God informasjon om plantenes og jordas tilstand er en kjernekomponent i godt presisjonsjordbruk. Derfor er det viktig at bonden har tilgang på gode metoder for å kartlegge dette. Denne rapporten beskriver ulike metoder for kartlegging av et areal som presisjonsdyrkes. Hensikten er å gi et bilde av hvilke metoder som finnes og hvilke innsikter disse kan gi. Dette arbeidet er ment som en demonstrasjon og et lite innblikk i hva som kan gjøres og hvilke sammenhenger som kan observeres, det er ikke et forskningsprosjekt og gir ingen fasit på hva som er rett og galt eller absolutte svar på sammenhenger.

1.2 Prosjektet Presisjonshektaren og Senter for Presisjonsjordbruk

NIBIOs Senter for Presisjonsjordbruk (SPJ) (<https://www.nibio.no/om-nibio/senter-for-presisjonsjordbruk>) ble etablert i 2016, og arbeidet ved senteret bygger videre på forskning som har funnet sted ved NIBIO siden begynnelsen av 2000-tallet. Formålet med SPJ er å bidra til et ressurseffektivt og bærekraftig jordbruk gjennom å korte ned veien fra utvikling av ny teknologi til punktet hvor teknologien kommer bonden til gode. I 2021 etablerte SPJ prosjektet Presisjonshektaren på NIBIO Apelsvoll for å ytterligere styrke fokuset på å korte ned veien fra forskning og utvikling av ny teknologi til implementering i norsk jordbruk ved å bygge et reelt skjæringspunkt mellom teknologi, agronomi, plantedyrking, forskning og praksis. Presisjonshektaren er et flerårig prosjekt med forsøksfelt som ligger fast på Apelsvoll og som dyrkes etter de beste tilgjengelige metoder for

presisjonsjordbruk, både basert på egen forskning og allment tilgjengelige kommersielle og open-source løsninger. I prosjektet velger vi forskjellige hovedtemaer som fokusområde fra år til år. I 2021 var dette temaet «Kartlegging av et areal som skal presisjonsdyrkes».

I arbeidet som denne rapporten er basert på er det derfor sett på ulike måter å kartlegge et område som skal presisjonsdyrkes på – og det er også vurdert sammenhenger mellom resultatene fra forskjellige typer målinger av jorda og biomasse og avlingskartlegging.

1.2.1 Definisjonen på presisjonsjordbruk

Det finnes flere definisjoner og oppfatninger av hva presisjonsjordbruk er. Ifølge International Society of Precision Agriculture (ISPA) er presisjonsjordbruk definert som følger:

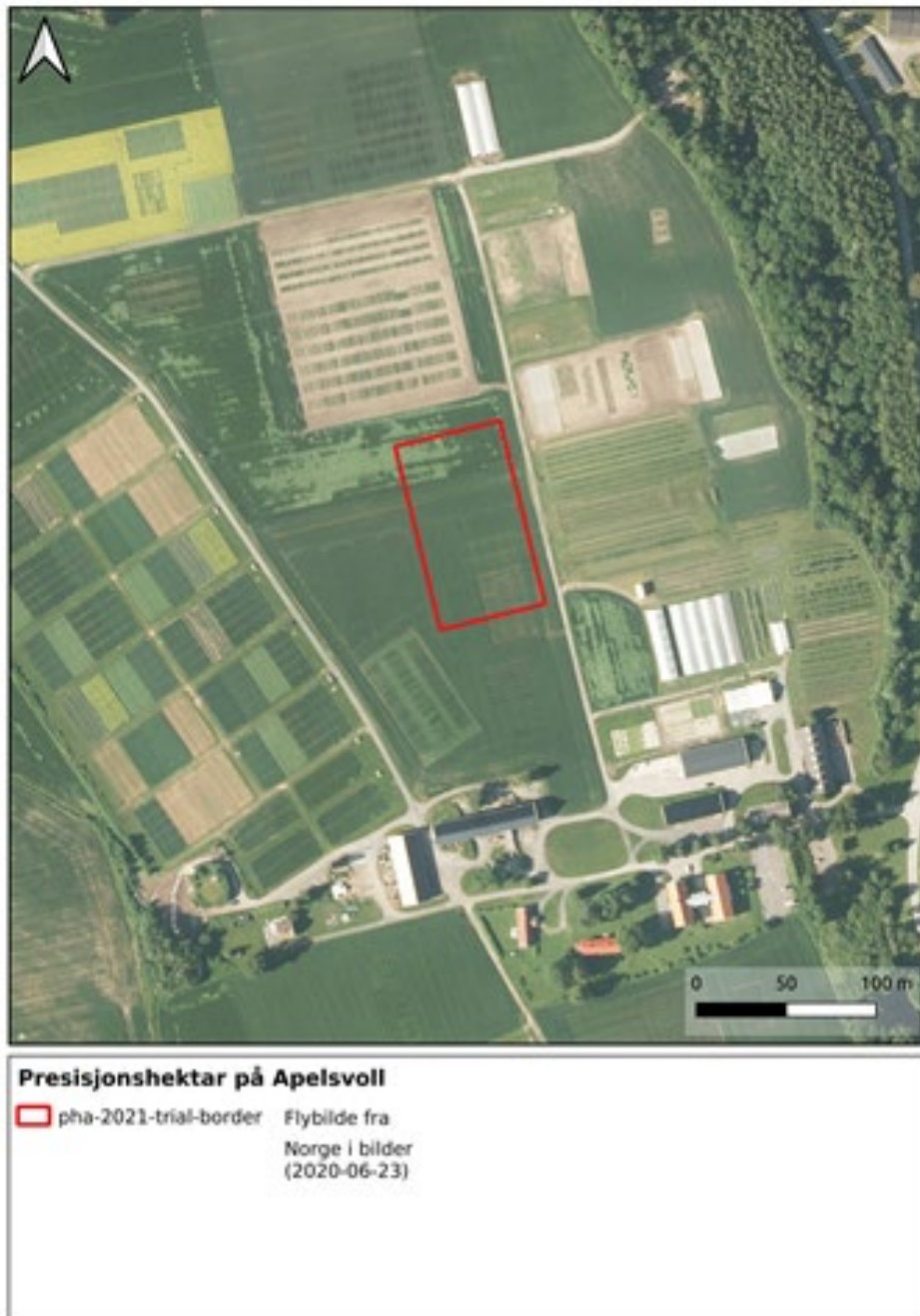
“Precision Agriculture is a management strategy that gathers, processes and analyzes temporal, spatial and individual data and combines it with other information to support management decisions according to estimated variability for improved resource use efficiency, productivity, quality, profitability and sustainability of agricultural production.”

Oversatt til norsk blir dette:

«Presisjonsjordbruk er en styringsstrategi som samler, prosesserer og analyserer temporale, romlige og individuelle data og kombinerer det med annen informasjon for å gi beslutningsstøtte i henhold til estimert variabilitet for bedret ressurseffektivitet, produktivitet, kvalitet, profitabilitet og bærekraft i jordbruksproduksjon.»

Data og informasjon, og utnyttelse av dette for å ta gode beslutninger ligger i kjernen av denne definisjonen.

1.3 Presisjonshektaren – beskrivelse av feltforsøket

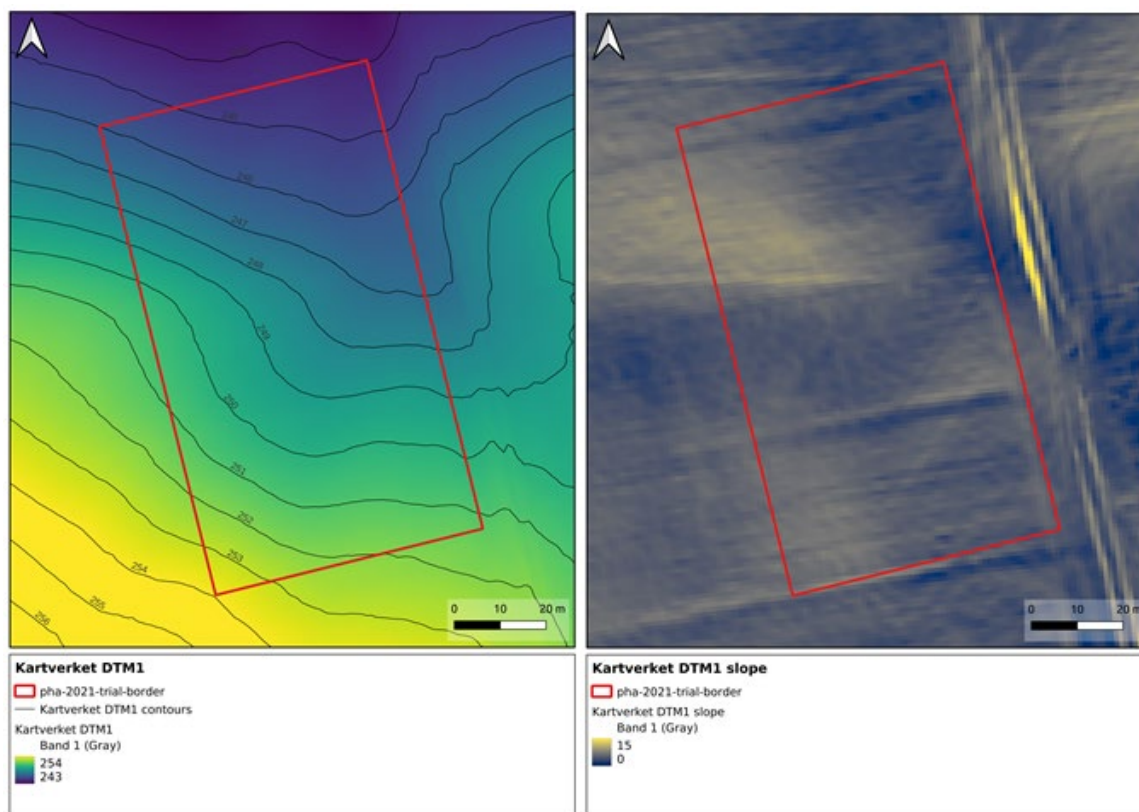


Figur 1. Lokalisering av Presisjonshektaren på Apelsvoll

Feltforsøket på 6 daa ble etablert i 2021 i vårhvete, sort Seniorita. Det ble gjødslet ved såing med YARA Fullgjødsel® 20-4-11 tilsvarende 10,2 kg N per daa. Det ble deretter delgjødslet ved full strekning (Zadoks 39) med 4,3 kg N per daa i form av YARA OPTI-NS ® 27-0-0 (4S), slik at totalt tilført nitrogen ble 14,5 kg N per daa. Feltet er lokalisert slik at det inneholder to forskjellige tidligere felt, se Figur 1. I foregående sesong, 2020, ble den nordlige delen av forsøket dyrket med bygg av sorten Brage (12,7 kg N per daa) og den sørlige delen med vårhvete av sorten Mirakel (13 kg N per daa). Plantevern ble utført etter god faglig praksis som på omkringliggende åker.

Området ble vurdert som relativt homogent, men med litt helning, og noe variasjon i jordegenskaper som kan medføre en viss variabilitet i avling. Som vist i det offisielle høydekartet fra Kartverket

(DTM1, Figur 2a) faller terrenget mot nord, som er vannets hovedavrenningsretning i området. Helningskartet i Figur 2b indikerer områder hvor avrenning av vann er raskere.



Figur 2. a) Terrengets høyde i feltforsøket (til venstre) og b) Terrengets helning i feltforsøket (til høyre).

Høsteprøver ble tatt ut i 40 punkter i forsøket for å representere variasjonen i biomasse induisert av jordvariasjonen. Høsteprøvene ble plassert på en måte som passet med kjørespor og som unngikk områder med legde eller på annet vis påvirkede planter (Figur 3). Rutene hadde en gjennomsnittlig størrelse på 8,75 m² og ble høstet ved bruk av en forsøktresker. Avlingene ble justert til et vanninnhold på 15% (standard), og proteininnholdet ble analysert med et nær-infrarød-instrument (Infratec, Nova)



Harvest plots map over pre-crop

- | | |
|--|---|
| pha-2021-trial-border | Orthoimage_2020_07 |
| pha-2021-harvest-plots | RGB_AH_20200713_1137_SON_RGB |
| | Band 1 (Red) |
| | Band 2 (Green) |
| | Band 3 (Blue) |

Figur 3. Oversikt over forsøksfeltet med plassering av høstprøver. Bakgrunnen viser dyrkede vekster i foregående sesongrøver.

2 Jordanalyse

2.1 Behov for jordkartlegging som et grunnlag for presisjonslandbruk

Jordstrukturen og jordas tilstand er avgjørende for plantedyrking og høye avlinger av god kvalitet. God jordstruktur er viktig for rotvekst, næringstransport og -lagring og omdanning av næringsstoffer. Ulike faktorer viker inn på jordas produksjonspotensial.

Kupert areal med helling kan føre til avrenning og erosjon og at næringsstoffene samles i søkkene. Tett jord med et innskrenket porevolum fører til redusert lufttilgang og videre til problemer for planterøttene, samt redusert omdannelse og utnyttelse av tilført nitrogen. Innskrenket porevolum fører til redusert infiltrasjon og at vannet ikke infiltreres ned til dreneringene. Dette kan føre til stående vann, økt fare for erosjon og avrenning og/ eller forsinket opptørking. I tørre perioder er det særlig viktig med muligheter for vanntransport oppover i profilen slik at plantene kan få nytte vannet som er i dypere sjikt.

Innhold av organisk materiale (som glødetap er et mål for) er viktig for en god jordstruktur, lagring av vann- og næringsstoffer og er dermed et kjennetegn for fruktbar jord.

Forgrøde kan ha avlingseffekt på de påfølgende kulturarter, enten ved at røttene påvirker jordstrukturen (f.eks. ved forgrøde åkerbønner eller oljevekster) og/ eller ved å levere nitrogen til påfølgende vekster (for eksempel kløver, åkerbønner eller erter). Videre kan forgrøde påvirke ugrassituasjonen og smittetrykket til påfølgende vekst, og dessuten kan planterestene fra forgrøden påvirke jordas innhold og fordeling av organisk materiale.

Mens disse punktene er forventet å påvirke jordas avlingspotensiale og kan hjelpe til å planlegge agronomiske tiltak som for eksempel jordarbeiding eller grunnkjødsling deretter, sier de lite om den aktuelle planteveksten. Det er derfor også interessant å kunne følge opp planteveksten gjennom sesongen for å kunne tilpasse blant annet delkjødsling og plantevern.

2.2 Struktur og vannledningsevne

De tre følgende parametere er ofte brukt som viktige indikatorer på jordas struktur og funksjonsevne:

Jordtetthet er et mål på jordens masse per volumenhet og er brukt til å beskrive jordstrukturen samt effekten av jordbearbeiding og pakking. Parameteren påvirkes av innholdet av både organisk materiale og grus. Høy tetthet kan føre til redusert rotvekst og dårlige vekstvilkår for plantene, men trenger ikke å påvirke avlingene så lenge den ikke overstiger en kritisk verdi ($1,6 \text{ g/cm}^3$) (Entrup og Oehmchen 2000), avhengig av jordtype og klima.

Luftfylt porevolum gjenspeiler andelen store porer ($> 30 \mu\text{m}$) i jorda. Disse porene er langstrakte og kontinuerlige og er viktige for rotvekst, drenering og luftutveksling. Redusert lufttilgang kan føre til problemer for planterøttene, det biologiske livet i jorda og gjødselomdanning (nitrifikasjon). En verdi på 10% for luftkapasitet i det øvre og 5% i dypere sjikt anses som en begrensende, nedre terskel for god plantevekst (Riley 1988).

Vannmettet hydraulisk ledningsevne bestemmes av porestørrelse og porekontinuitet og viser i hvilken grad vann kan infiltreres gjennom vannmettet jord. Redusert infiltrasjon og redusert vanntransport nedover i jorda kan føre til problemer med opptørking, reduserer antall dager som er lagelig for feltarbeid og gir redusert lengde på vekstsesongen. Jordas infiltrasjonsevne er et av de viktigste jordegenskapene og blir enda viktigere i sammenheng med klimaendring og større

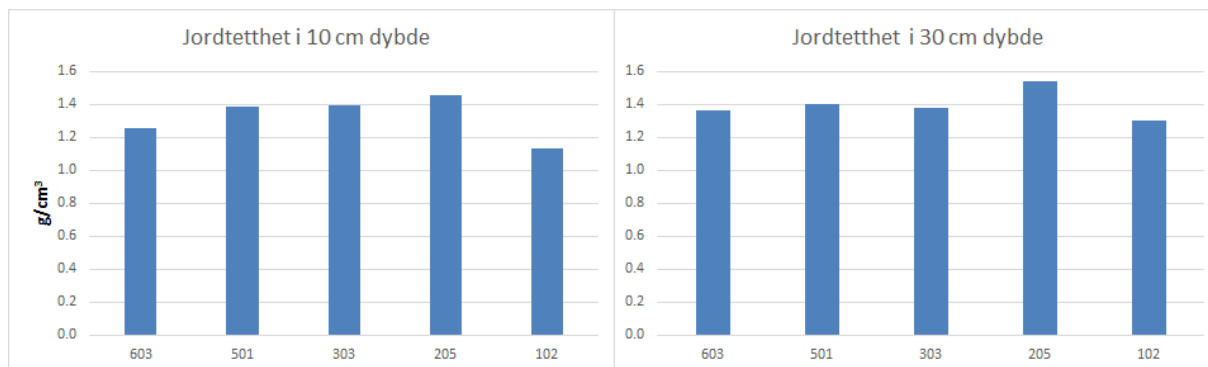
nedbørsmengder. En grenseverdi på <10 cm dag (= 0,4 cm per time) er gitt i litteraturen (Horn og Fleige 2009).

For å analysere disse parameterne ble det tatt uforstyrrede sylinderprøver (100 cm³) i 10 og 30 cm dybdepå 5 representative steder innafor feltet. Jordtetthet ble bestemt ved å veie jorda før og etter tørking (105 °C, 24 timer). Luftfylt porevolumet ble målt på laben. Porestørrelsesfordeling ble estimert basert på vannavledningsegenskapene. Luftpermeabilitet ble målt ved antatt feltkapasitet (-10 kPa). Vannledningsevnen ble beregnet med utgangspunkt i luftpermeabilitet.



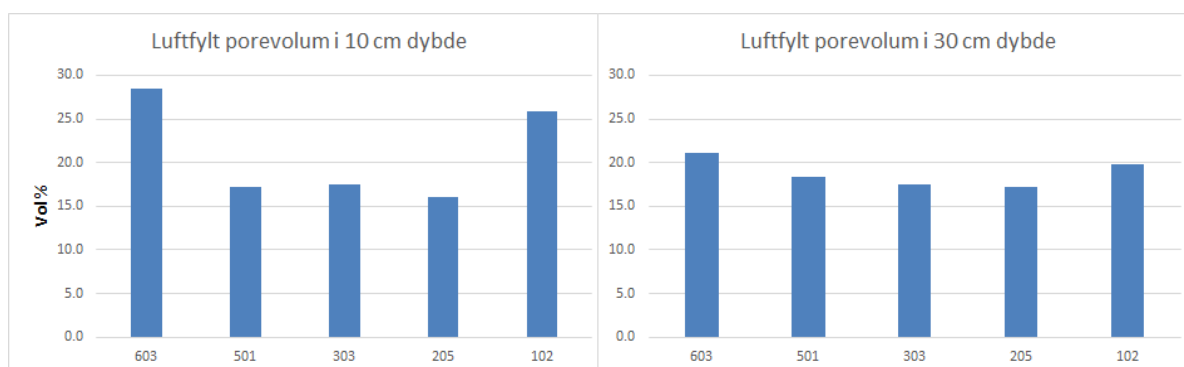
Figur 4. Sylinderprøver til analyse

Det ble ikke funnet stor variasjon i jordtetthet mellom de undersøkte målepunktene. Alle verdiene er lavere enn grenseverdien og forventes ikke å begrense planteveksten (Figur 5). Prøve 102, som ligger i den sørlige delen av feltet (Figur 3), viser den laveste jordtetthetsverdien.



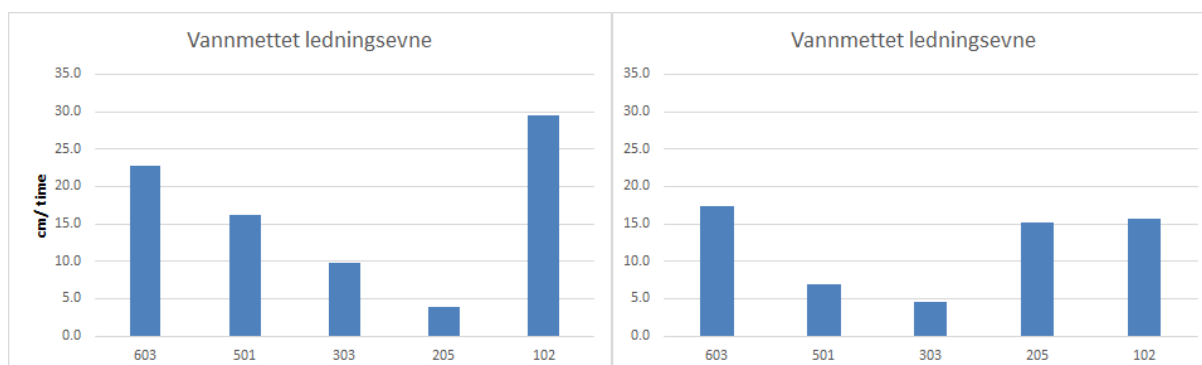
Figur 5. Jordtetthet (g cm^{-3}) i både 10 cm og 30 cm dybde (Punkter, se Figur 3), $n = 2$

Det ble funnet noe variasjon i antall store porer i det øverste jordlaget og lite variasjon under plogsjiktet (30 cm). Siden ingen av verdiene var under grenseverdien, forventes ingen begrensninger for plantevekst (Figur 6). Prøve 102 samt prøve 603, som ligger i den nordlige delen av feltet (Figur 3), viser høyeste verdier.



Figur 6. Luftfylt porevolum (vol. %) i både 10 cm og 30 cm dybde (Punkter, se Figur 3), $n = 2$

Det ble funnet en del variasjon i vannmettet ledningsevne mellom målepunktene, dette er ikke uvanlig for denne variabelen. Disse verdiene ligger over grenseverdien og det er ikke forventet at de er begrensende for infiltrasjonen selv om regnmengder i framtida overstiger dagens regnmengder på 1 cm per time (Maanen m.fl. 2011) (Figur 7). Prøve 205, som ligger i den nordvestlige delen av feltet (Figur 3) har de laveste ledningsevne i det øverste sjiktet, mens prøve 303 i midt av feltet har den laveste ledningsevnen i det nederste sjiktet.



Figur 7. Vannmettet ledningsevne (cm time^{-1}) i både 10 cm og 30 cm dybde (Punkter se figur 3), $n = 2$

2.3 Næringsinnhold, moldinnhold og pH

Det ble samlet 40 jordprøver fra det øvre jordlaget (0-20 cm) i et vanlig 15 x 15 m nett før vekstsesongen i 2021. Prøvene ble analysert for standard agronomiske parametere (Eurofins, pakke 1), inkludert vannløselig fosfor (P-AL) i lufttørket jord, kalium (K-AL), kalsium (Ca-AL), magnesium (Mg-AL), natrium (Na-AL), glødetap og pH. Moldinnhold ble beregnet ut fraglødetap (Figur 8) og leirinnhold etter følgende formel:

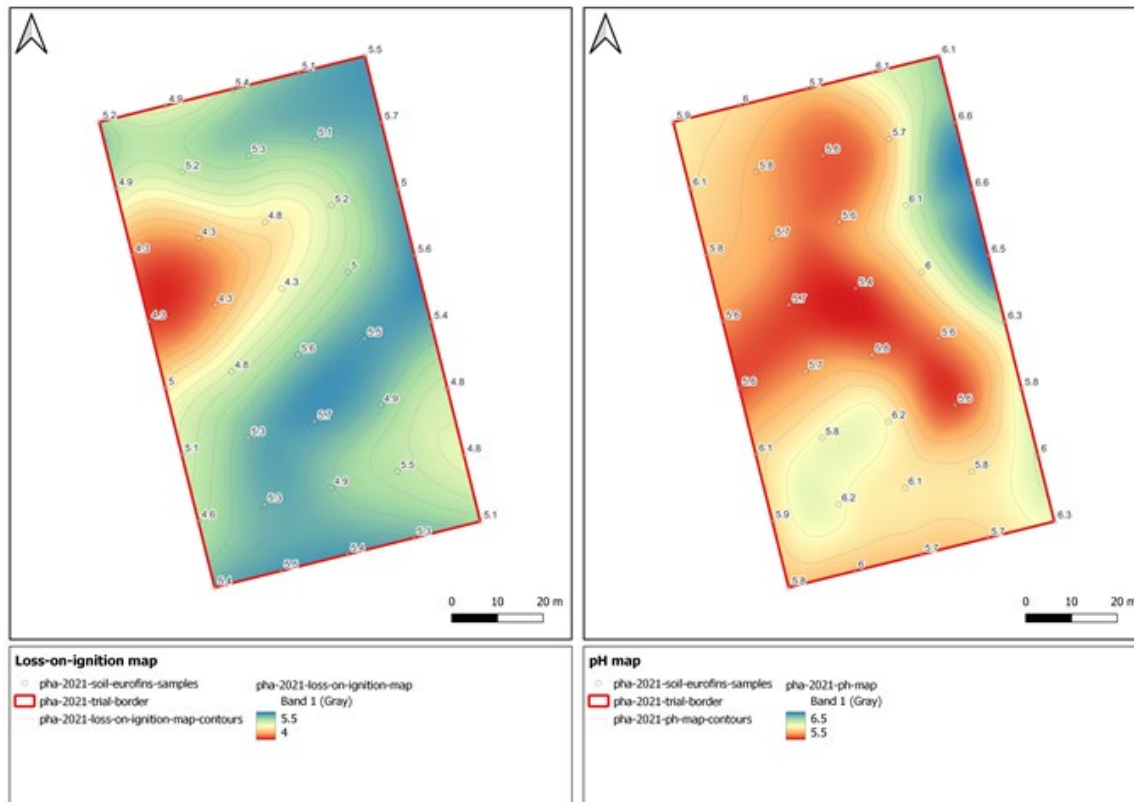
$$OC = 0,446 * \text{glødetap} - 0,039 * \text{leirinnhold}$$

(<https://orgprints.org/id/eprint/34362/1/Hvordan%20måler%20vi%20innhold%20av%20OM%20og%20C%20i%20norsk%20jord%20endelig%20i%20NORSØK%20faginfo%20ISBN.pdf>).

Siden det forventes variasjon av leirinnhold på linje med de andre parameterne og det ikke finnes eksakte opplysninger for leirinnhold for alle jordprøver, blir det i denne sammenhengen vist variasjon for parameteren glødetap i stedet for moldinnholdet.

I typisk norsk jordbrukspraksis anbefales én prøve per 5 daa, eller per 2-3 daa ved variable jordforhold. Her ville 2 prøver derfor være nok til å dekke feltforsøket. I dette tilfellet, kunne prøver lokalisert i midten av de andre radene fra henholdsvis nord og sør (Figur 8) blitt valgt for å representere henholdsvis den nordlige og sørlige delen av feltet. Gjennomsnittsverdier for jordparameterne i de to sonene (aggregert for 20 prøver hver) ble noe avvikende fra de valgte prøvene, noe som betyr at disse prøvene ikke var optimal representativ for de to områdene. For eksempel var pH-nivået i jordprøven valgt for å representere den sørlige delen av feltet 5,6, mens gjennomsnittlig pH i dette området var 5,9. Glødetapverdien for prøven valgt for å representere den nordlige delen av feltet var 4,9, mens gjennomsnittsverdien var 5,2. Avviket mellom disse verdien indikerte en betydelig variasjon innen de to delene av feltet. Variasjonskoeffisienten for glødetap var på henholdsvis 6.1% og 9.2% i de to områdene. Variasjonskoeffisienten for pH var relativt sett lavere, på henholdsvis 4% og 5,7% i de to områdene. Enda større inhomogenitet i feltet ble funnet for de ulike næringsstoffene (data ikke vist).

Stor variasjon i innhold av organisk materiale – her representert av parameteren glødetap – er en faktor som vanligvis assosieres med høy vannholdningskapasitet og kationbyttekapasitet. Begge disse faktorene kan påvirke avling. Glødetap varierte fra 4,3% til 5,7% (Figur 8). Høy variabilitet i denne parameteren (variasjonskoeffisient = 8%) for hele feltforsøket, kunne tilskrives topografien, med høyere innhold av organisk materiale akkumulert i de flate områdene (se helningskart) og mindre organisk materiale i de eroderte områdene i de brattere delene.

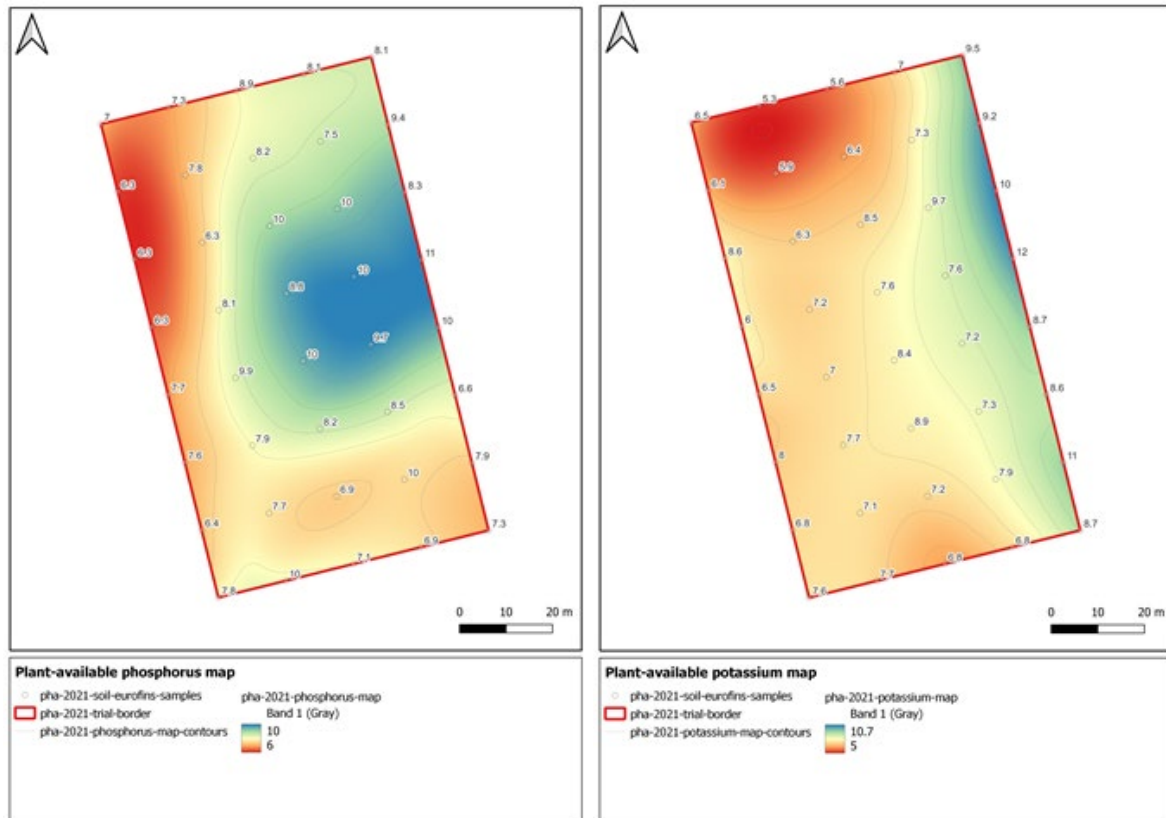


Figur 8. Kart over glødetap, inkludert analyseresultatene i hvert jordprøvepunkt (til venstre)

Figur 9. pH-kart inkludert analyseresultater over jordprøvepunktene (til høyre)

Lav pH i jorda fører til redusert tilgjengelighet av plantenæringsstoffer, særlig fosfor, kalsium, magnesium og molybden. Aluminium og mangan kan løses lettere ved lav pH, noe som forårsaker forgiftning og reduserer rotveksten. De fleste kulturplanter trives derfor dårlig på jord med lav pH.

Videre kan lav pH begrense aktiviteten til mange mikroorganismer, noe som reduserer omsetningen av det organiske materialet samt nitrogenfikseringen. En pH verdi mellom 6 og 6,5 regnes som optimalt for de fleste kulturplantene. Resultatene fra forsøket viser en del variasjon i pH-verdien, som delvis ligger under den optimale verdien (Figur 8 Kart over glødetap, inkludert analyseresultatene i hvert jordprøvepunkt (til venstre) Figur 9).



Figur 10. Kart over plantetilgjengelig fosfor, inkludert analyseresultater over jordprøvepunkter (til venstre)

Figur 11. Kart over plantetilgjengelig kalium, inkludert analyseresultater over jordprøvepunktene (til høyre)

Plantetilgjengelig fosfor (P-AL, mg/100 g) i feltet er på optimalt eller godt nivå. Feltet kunne gjødsles relativt jevnt, med unntak av den sentrale delen av feltet, hvor fosformengden kan senkes litt.

Plantetilgjengeligheten av kalium (K-AL, mg/100 g) i feltet er generelt sett jevn. Feltet ligger på et middels eller optimalt nivå med et område nord-vest i feltet med lavere kaliumforekomst. Den østlige delen av feltet viser økt nivå av dette næringsstoffet, som sannsynligvis har blitt transport med grunnvannet nedover terrenget og hindret fra videre avrenning av veien lokalisert ved siden av feltet.

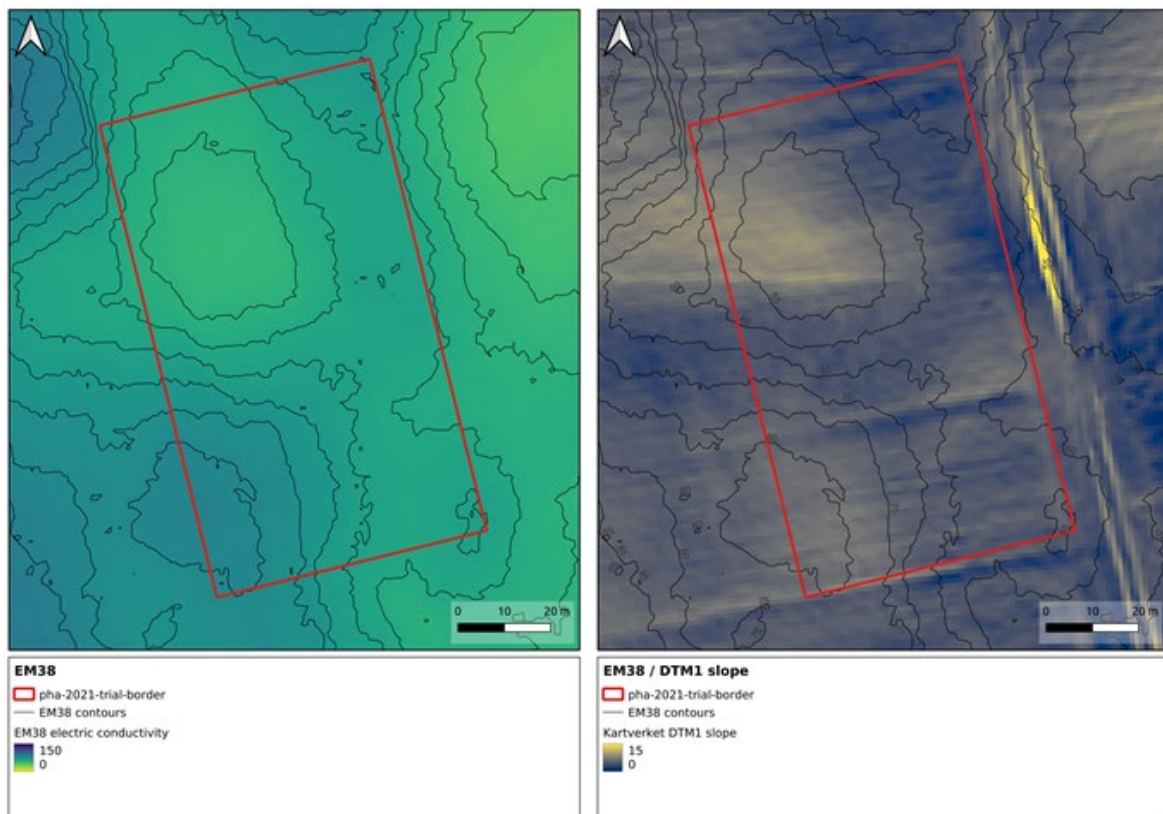
2.4 Kartlegging av jordas elektriske ledningsevne med EM38

Jordas elektriske konduktivitet påvirkes av en rekke jordparametere, slik som leirinnhold, jordfuktighet, innhold av organisk materiale og saltinnhold, og kan derfor brukes til å illustrere jordvariabilitet. Elektrisk konduktivitet ble målt med instrumentet EM38. Sensoren ble plassert i en vertikal? posisjon på en slede som ble dratt av en ATV (Figur 12) på langs av forsøksfeltet med 5 m avstand mellom kjøresporene, og med målinger for hver 1-2 m langs hver transekt. Alle målinger ble georeferert ved bruk av en standard GNSS-mottaker. Kart over jordens elektriske konduktivitet viser relativt lav variabilitet over området for feltforsøket, og reflekterer noen av jordens fysiske og kjemiske egenskaper (Figur 13).



Figur 12. Målinger med EM38

Feltet har et medium nivå av elektrisk konduktivitet, noe som korresponderer med jordteksturklassen «letteleire» (Eurofins). Relativt høye nivåer av elektrisk konduktivitet ble målt i den sørøstlige delen av feltet, som er høyereliggende enn det mer hellende terrenget i den nordøstlige delen hvor jorderosjon ble observert. Dette området er potensielt mer utsatt for tørkestress. Generelt sett observeres det ofte en god forbindelse mellom topografi og konduktivitet. Dette er primært på grunn av erosjonsprosesser som gjennom årene transporterer leirepartikler og organisk materiale fra høyereliggende områder til lavere områder. Vanninnholdet er også vanligvis høyere i søkk enn på bakkedopper, og økt innhold av både vann og leire gir høyere konduktivitet. Variasjon i verdiene i elektrisk konduktivitet tilsvarer variasjonen i terrenget (for eksempel helning, Figur 2 og Figur 13).



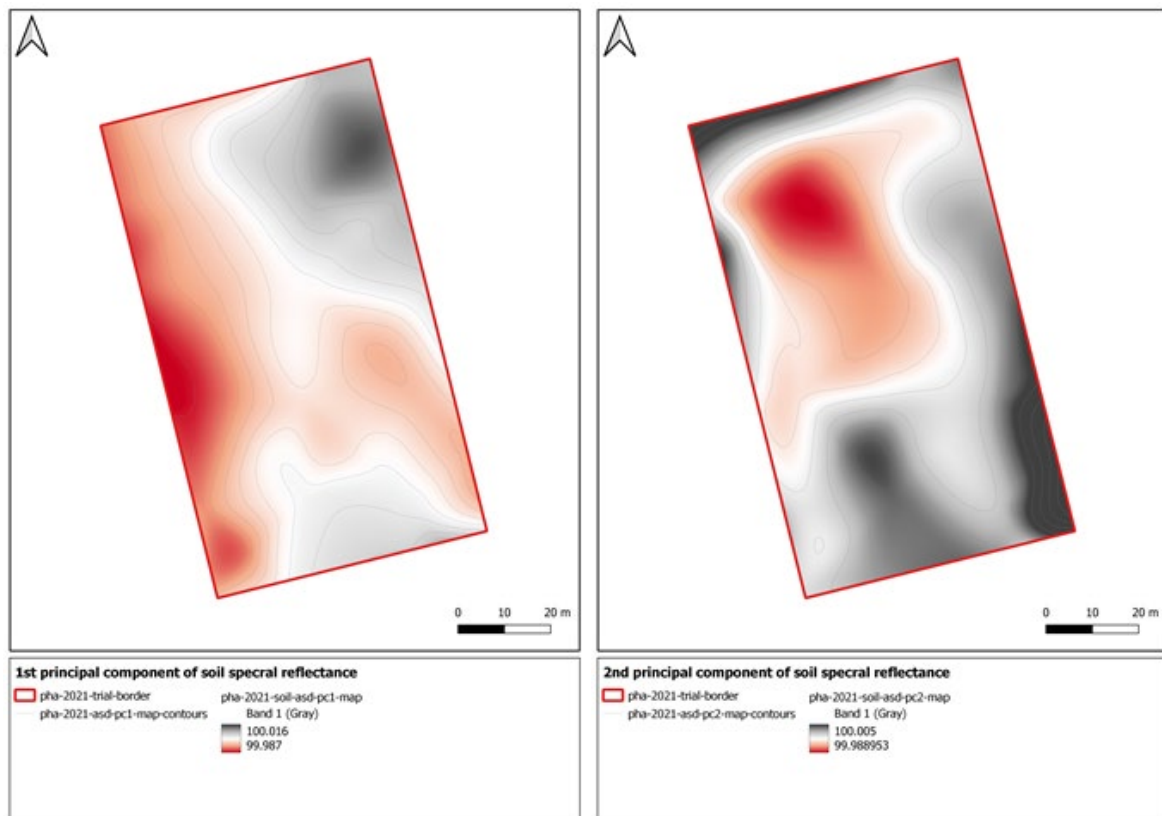
Figur 13. Kart over jordens elektriske ledningsevne (til venstre) og konturene med elektrisk ledningsevne sammen med helning (til høyre)

2.5 Kartlegging av jordreflektans med ASD Fieldspec



Figur 14. Jordreflektansmålinger med ASD Fieldspec spektrofotometer utstyrt med tungsten halogen lyskilde.

Spektrale målinger av det øvre jordlaget i feltet ble gjort ved bruk av ASD Fieldspec 3 spektrofotometer (Malvern Panalytical, Malvern, UK) utstyrt med tungsten halogen lyskilde (Figur 14) i et målenett på 10 x 10 m. Et Spectralon-panel med kjent spektral reflektans (Lagsphere Inc., Boulder, Colorado) ble brukt som referanse for innkommende stråling. Målingene ble utført før såing. Etter jordarbeiding og flere dager med tørre værhold var det øvre jordlaget relativt tørt. Jordoverflaten ble forstyrret litt for måling for å unngå å måle jordskorpe eller værpåvirket jord. Over 100 jordreflektansspektra (400 – 2500 nm, 2101 bånd med 1 nm båndbredde) ble samlet. Spektra ble pre-prosessert (ved logaritmisering, normalisering ved standard normalvariant og differensiering) for å fjerne uønsket varians relatert til sensorstøy og lysspredning. Preprosserte spektra ble så konvertert til skalerte prinsipalkomponenter for å redusere dimensjonaliteten i datasettet. Informasjonen i de komprimerte spektraldataene har tidligere blitt relatert til en rekke jordegenskaper. Det er kjent at organisk karbon og leirinnhold kan bli estimert relativt godt ved bruk av jordspektroskopi. Dette krever riktignok robuste kalibreringsmodeller som er tilpasset til lokale jordforhold. En slik oppgave er tids- og ressurskrevende og var ikke en del av dette prosjektet. Her illustreres potensialet av spektraldata for å avdekke lokal jordvariasjon ved å plote målingenes komprimerte representasjon i form av prinsipalkomponenter (Figur 15). Prinsipalkomponent 1 viser en vest-øst-gradient med de høyeste verdiene i den nord-østlige enden av feltet og relativt høye verdier i den sør-østlige delen. Effekten kunne skyldes fordeling av leire i jorda. Dette har ikke blitt undersøkt i forsøket, men burde gjøres ved en senere anledning. Prinsipalkomponent 2 viser en nord-sør-gradient med de laveste verdiene i den nordlige delen av feltet, og et variasjonsmønster som tilsvarer feltets fordeling av organisk karbon og variasjon i elektrisk konduktivitet. Det må utvises forsiktighet ved direkte analyse av spektraldata, da nivået på prinsipalkomponentene avhenger sterkt av metoden brukt for preprosessering av data og modellbygging. Mer uttalte modeller som bruker spektralreflektans vil bygges i framtida.



Figur 15. Variasjonen i de første to prinsipalkomponentene til preprosessert jordspektralreflektans.

3 Biomassekartlegging med satellitt og UAV med multispektralt kamera

En annen kartleggingsmulighet er å bruke bilder fra satellitt og/eller UAV (unmanned aerial vehicle, også kalt drone) for å få en oversikt over variasjonen i jordegenskaper og vekstforhold. Både satellitter og UAVer har ofte multispektrale kameraer som måler reflektert stråling fra jord og planter i synlige og nær-infrarøde deler av sol-spekteret (VIS-NIR).



Figur 16. DJI S1000+ med sensorer brukt for å gjøre målinger

Satellittdata ble lastet ned fra ESAs offisielle Sentinel databank

(<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/sentinel-data-access>) på to datoer, tidlig i starten av vekstsesongen (med bar jord) og ved aksskyting. Begge satellitt-bildene kommer fra Sentinel-2-programmet. Med sine 13 spektrale bånd, 290 km bildebredde og en høy besøksfrekvens, støtter Sentinel-2's multispektrale kamera et bredt spekter av landstudier og programmer og tilbyr data for landdekke/-endringsklassifisering (<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2/mission-objectives>). Figur 17 (til venstre) viser et eksempel på det første satellittbildet ved en romlig oppløsning på 10 m per pixel. Det kan observeres direkte fra dette bildet at satellittbilder med denne oppløsningen har begrensninger når det kommer til å vise variasjon med høy detaljeringsgrad. Det samme gjelder, som forventet, for det senere satellittbildet som viser variasjon i grønt plantedekke (Figur 17, til høyre). Bladverket vises som relativt homogent og med en lav detaljeringsgrad. Generelt sett passer satellittbilder godt for store feltstørrelser og til å se mer generelle trender i innomfelts variasjon.



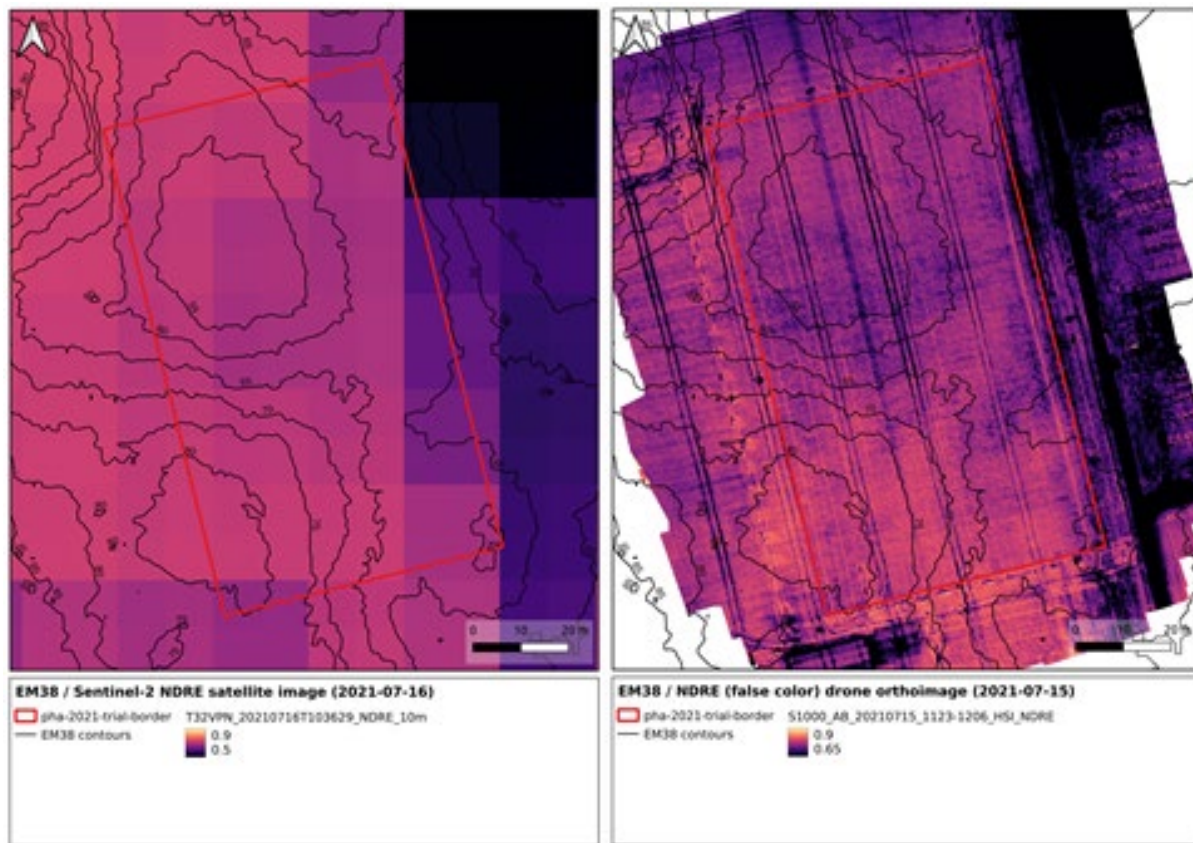
Figur 17. Sentinel-2 satellitt-bilder av Presisjonshektaren med bar jord (7. mai 2021, til venstre) og ved aksskyting (Z 51) zoomet mer inne (16. juli 2021, til høyre). Begge bilder vises kun i RGB og ved den høyeste romlige oppløsningen tilgjengelig (10 meter per piksel).

UAV-data ble generert ved jevnlige flyvninger gjennom hele vekstsesongen, inkludert tidligere nevnte datoer. En modifisert multirotor UAV (spreading Wings S1000+, DJI, Shenchen, Kina) ble brukt som sensorplattform. Den var utstyrt med en presis, 3-akse-stabilisert gimbal (Ronin-M, DJI, Shenzhen, Kina) med to kameraer påmontert: et standard RGB-kamera med 24 mega-pixel oppløsning (a5100, Sony, Tokyo, Japan) som fanger 3 bølgebånd i VIS, og Rikola Hyperspectral Imager (Rikola, HSI, Senop Optronics, Lievstuore, Finland). Sistnevnte er et lite, robust multi-/hyperspektralt kamera med en oppløsning på bare 1 mega-pixel, men som kan fange opp til 32 forskjellige bølgebånd i VIS-NIR, og som derfor gir mer spektralinformasjon. Dataprosesseringen, som gir et geometrisk og radiometrisk korrekt ortofoto, var hovedsakelig basert på Rikola HSI software (Hyperspectral Image Software, v.2.0.1-beta, (Senop Optronics, Lievestuore, Finland) og 3D-rekonstruksjons-software'en Metashape (Metashape, Agisoft, St. Petersburg, Russland) og er beskrevet mer i detalj i Geipel et al. 2021.



Figur 18. Sony a5100 RGB ortofoto (til venstre) og Rikola HSI multispektralt ortofoto (til høyre) av presisjonshektaren ved aksskyting (15. juli 2021). Romlig oppløsning på henholdsvis 0,01 m og 0,04 m per piksel. Det multispektrale ortofotoet er sammensatt av tre red-edge bølgebånd som tydeliggjør variasjonen i klorofyllinnhold sammenlignet med det standard RGB ortofotoet.

Multispektrale kamerasystemer, båret av enten satellitter eller UAVer, registrerer ofte bølgebånd i NIR-området, for eksempel som vist i Figur 18 (til høyre). Disse kan brukes til å beregne såkalte jord- og vegetasjonsindekser som uthever jord- og vegetasjonsegenskaper. Slike indeks beregnes piksel for piksel fra passende bølgebåndkombinasjoner og tillater visuell inspeksjon av variasjon, men også kvantifisering av fysiske, kjemiske og biologiske jord- og planteegenskaper ved bruk av ekspertkunnskap eller passende prediksjonsmodeller. Figur 19 viser normalized difference red-edge index (NDRE) beregnet ved bruk av følgende formel, hvor NIR og RE er spektralreflektans i henholdsvis nær-infrarød og red-edge spektralområder: $NDRE = (NIR - RE) / (NIR + RE)$. Indeksen er sensitiv for klorofyllinnhold og er indirekte relatert til biomasse og nitrogen-innhold. Ved aksskyting kan det observeres en variasjon i mønsteret for bladverket som til en viss grad følger jordvariasjonsmønsteret observert med EM38, og ser ut til å være plantenes respons på de heterogene jordforholdene i feltet.



Figur 19. Sentinel-2 NDRE satellittbilde (til venstre) og Rikola HSI NDRE ortofoto (til høyre) av presisjonshektaren at heading growth stage (2021-07-15/16) og romlig oppløsning på henholdsvis 20 m og 0,04 m per piksel.

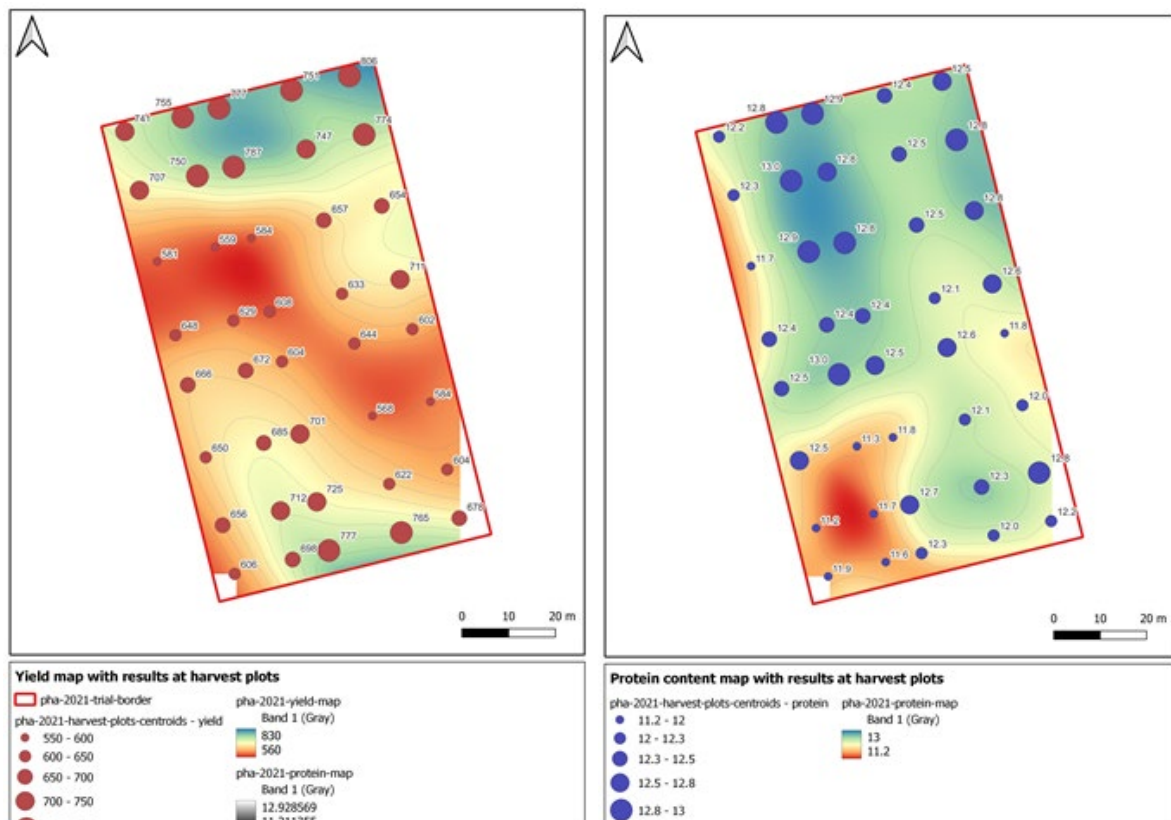
Begge bildene viser en lignende variasjon i plantebestanden, men det er åpenbart at NDRE-ortofotoet gir mye mer informasjon og en høyere detaljeringsgrad sammenlignet med NDRE-satellittbildet fra Sentinel-2. Uansett følger variasjonsmønsteret i begge til en viss grad jordvariasjonsmønsteret til EM38, og virker å være plantenes respons til feltets heterogene jordegenskaper.

UAVen brukt i denne kartleggingen er en stor og relativt dyr forskningsdrone med kostbare sensorsystemer montert på av forskerne ved SPJ. Det finnes også rimeligere hylleware-modeller som vil være mer aktuelle i bruk for den enkelte gårdbruker. I prosjektet PRESIS (<https://www.nibio.no/prosjekter/presis?locationfilter=true>) benyttes en slik drone, og det bygges modeller og infrastruktur for å kunne gi gode anbefalinger blant annet for tildeling av gjødsel og sprøytemidler basert på målinger gjort med denne.

4 Avling

Avlingsmengde og kvalitet er avgjørende for hvor mye gårdbrukeren får betalt. Informasjon om avlingsparameterne er også viktig informasjon for å kunne evaluere virkningen av agronomiske tiltak og gir informasjon som kan benyttes for å gjøre justeringer for kommende sesong.

Gjennomsnittlig avling i de 40 prøvepunktene var 677 kg per daa, med en betydelig variasjon (variasjonskoeffisient CV = 10,2). Avlingen var 560 kg per daa i de vestlige og østlige områdene av feltet og over 800 kg per daa i den nordøstre delen. Avlingsnivået på forsøksfeltet ligger litt over gjennomsnitts-hveteavlingen på Apelsvoll det året (620 kg/ daa). Avlingskart for feltforsøket ble laget ved å interpolere høsterutedata. Kartet (Figur 20) ble inspirert visuelt for å finne eventuell korrelasjon med kart laget fra andre datakilder. Forgrødeeffekten på avlingen er tilsynelatende betydelig, men på grunn av den underliggende variasjonen i terreng og jordforhold bør dette analyseres nøye. I gjennomsnitt ga høsterutene i området som tidligere hadde hatt bygg 102 kg mer korn per dekar enn områdene hvor det hadde vært hvete tidligere, og 83 kg per dekar mer enn feltets gjennomsnitt. I fravær av tilleggsdata fra foregående sesong, er hypotesen at forrige års hvete har brukt mer N enn bygg, og at det har vært mindre N-mineralisering etter endt planteopptak i hvete, siden hvete har normalt N-opptak lengre utover i sesongen enn bygg. Det ble i 2020 målt på Apelsvoll (Russenes et al., 2021) at hvete hadde et relativt sett høyere N-opptak enn bygg (som et produkt av avling og proteininnhold). Det er også kjent at å dyrke samme vekst år etter år påvirker rotforhold og avling (REF: <https://core.ac.uk/download/pdf/82288433.pdf>). På grunn av de varierende vekstforholdene er det likevel ikke sikkert at denne er like uttalt som det som kan deduseres ut fra gjennomsnittsdata.



Figur 20. Kornavling i høsteruter og fordeling i feltforsøket (til venstre)

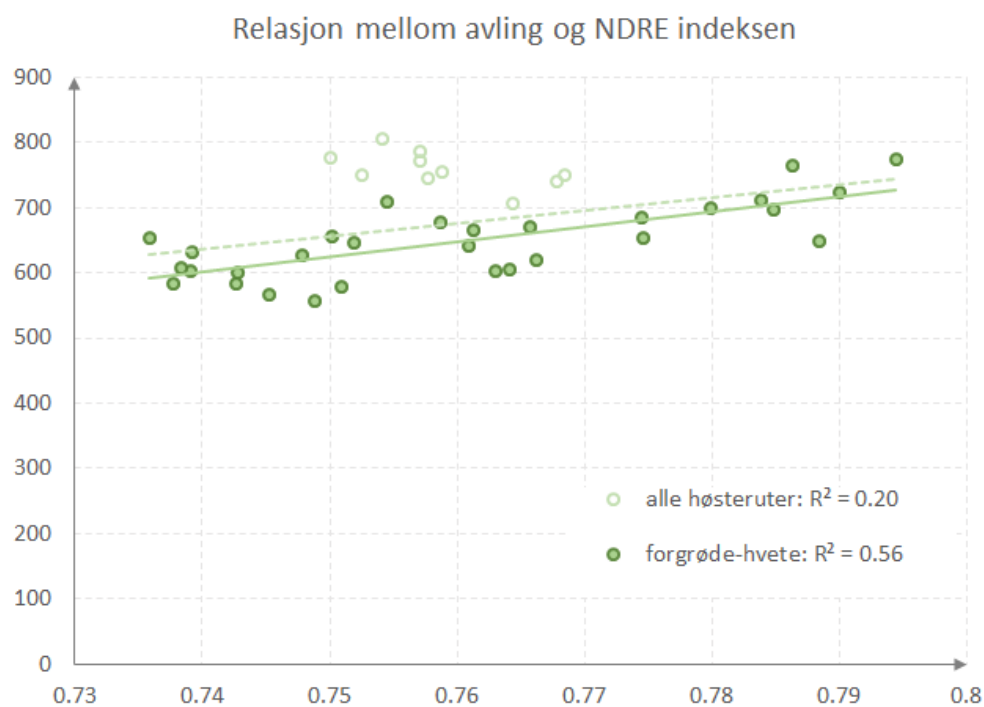
Figur 21. Kornets proteininnhold i høsterutene og fordeling i feltforsøket (til høyre)

Proteininnhold er en annen viktig parameter for hvete som er direkte relatert til inntekt. Det er for tiden en 11.5% grenseverdi for mathvete, korn med proteininnhold lavere enn dette er klassifisert som fôrhvete og oppnår en betydelig lavere pris. Korn med proteininnhold på 12.3% og høyere får progressivt økende pris (<https://www.felleskjopet.no/alle-artikler/kornguiden-20212022/>).

Proteininnholdet i avlingen, som er en av variablene i kvalitetsvurdering av mathvete, hadde i feltforsøket et gjennomsnitt på 12.5% og varierte mindre enn avlingen (variasjonskoeffisient CV = 3.7%), med bare to prøvepunkter under «matkravet» og en tredjedel av prøvene under 12,5%. Et proteinkart ble laget på samme måte som avlingskartet, og viser de områdene i feltet som ga høyere proteininnhold og de med begrenset proteininnhold (Figur 21). Under praktiske forhold ville dette feltet blitt høstet samlet, og inneholder en blanding av korn med forskjellig proteininnhold, som i noen tilfeller kan lede til redusert gjennomsnittsverdi og dermed redusert inntekt. Ved hjelp av presisjonsgjødning kunne områdene med lavt proteininnhold ha blitt gjødslet på en optimal måte, og redusert risikoen for inntektsreduksjon som følge av kornkvalitet. Dette er spesielt kritisk i sesonger med krevende værforhold.

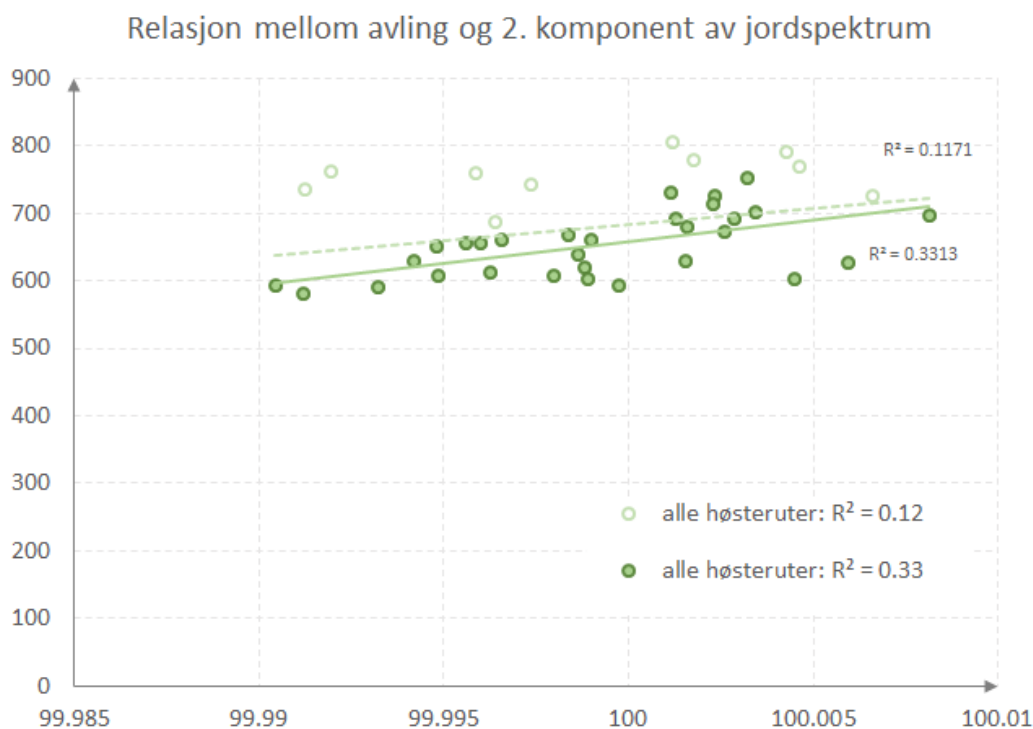
Sammenheng mellom jord eller vekstparametere og kornavling eller proteininnhold

Det er vist flere metoder for digital kartlegging av jord og vekstvariasjon i feltet som kunne styres ved hjelp av metoder for presisjonsjordbruk. Kornbønder er i praksis interessert i å maksimere inntekten sin ved å øke avlingens størrelse og proteininnhold, samtidig som driftskostnadene reduseres. Det er kjent at størrelsen på biomassen i vekstsesongen har en sammenheng med størrelsen på kornavlinga. Biomasse kan estimeres godt ved bruk av forskjellige spektrale karakteristikk, tilnærmet blant annet med indeksen NDRE. Vi har her undersøkt direkte korrelasjon mellom kornavling og NDRE-indeks (Figur 22). Ved å analysere data samlet over hele feltet, var korrelasjonen relativt svak ($R^2 = 0,2$). Ved å ekskludere prøvene lokalisert i området som tidligere var dyrket med bygg, ble korrelasjonen sterkere, med $R^2 = 0,56$.



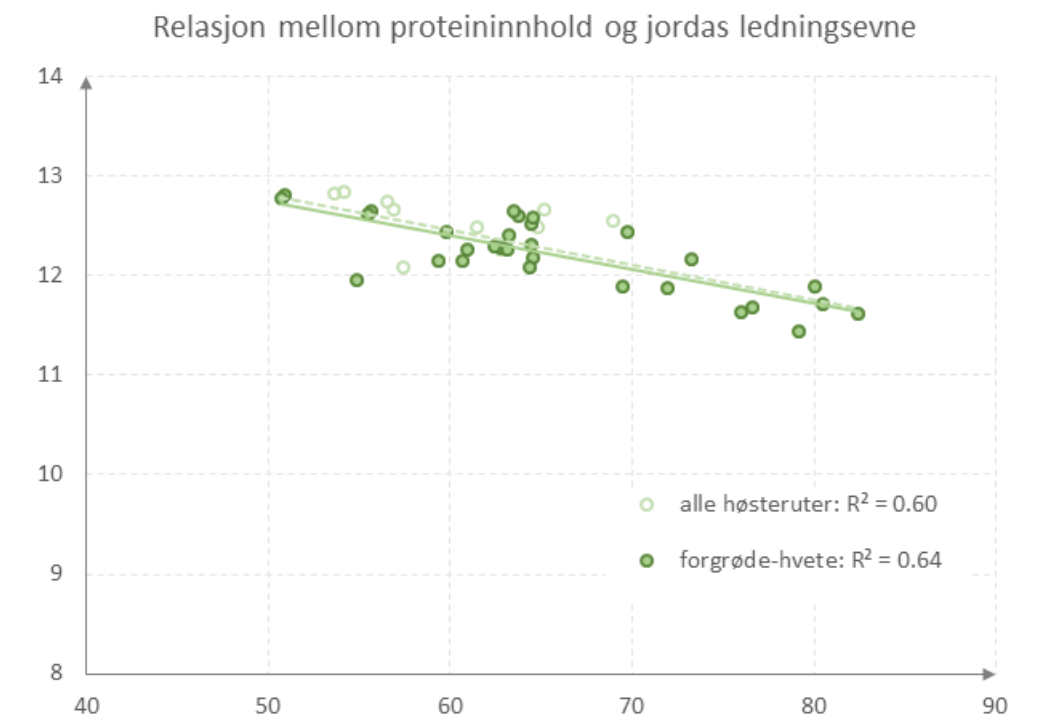
Figur 22. Relasjon mellom avling og spektralindeksen NDRE (kombinasjon av 2 nær-infrarød bølgelengder) for alle avlingsruter og avlingsruter over fjorårets hvete felt

Dette illustrerer at registrering av avlingsstørrelse basert på biomassekartlegging ved aks-skyting (Z51) (Kapittel 3) er realistisk. Figuren viser at sammenhengen påvirkes av forgrøden. Det at spektralindeksen ikke var påvirket på tidspunktet bildet ble tatt (Figur 22), viser at endringene skjedde etter aksskyting. Dette antyder at disse effektene først kommer til syne først i sesongen. Varierende soppangrep på områdene med ulike forgrøder kan ha vært en årsak til forskjellene. Det er kjent at ensidig korndyrking, som på den nederste delen av skiftet, kan føre til økt forekomst av soppangrep. Dette er mest sannsynlig også årsaken til lavere avling i dette området (Figur 20).



Figur 23. Relasjon mellom avling og 2. komponent av jordspektrum (ASD Fieldspec) for alle avlingsruter og avlingsruter over fjoråretshvetefelt

I tillegg til digital kartlegging av planteveksten, ble det også laget en digital representasjon av jordvariasjonen (de første fire hovedkomponentene i jordspekteret og jordas elektriske ledningsevne) som ble korrelert med avlingsdata. Av disse datakildene var det den andre jordkomponenten som korrelerte sterkest ($R^2 = 0,33$, Figur 23). Det var også denne gangen nødvendig å utelate prøver i den nordlige delen av feltet og beholde prøvene fra der det tidligere var dyrket hvete. Disse to figurene indikerer at mangel på vekstskifte i dette feltet (med mulig påvirkning av et patogen) førte til omtrent 100-150 kg avlingsreduksjon per daa.



Figur 24. Relasjon mellom proteininnhold og jordledningsevne (EM38) for alle avlingsruter og avlingsruter over fjorårets hvetefelt

De digitale jordmålingene ble også sammenlignet med kornets proteininnhold. Jordas ledningsevne korrelerte relativt godt med denne parameteren ($R^2 = 0,6$, Figur 24). En interessant observasjon er at korrelasjonen var negativ, slik at områder med lavt proteininnhold hadde høy elektrisk konduktivitet. Høy elektrisk konduktivitet kan ha sammenheng med høy salinitet og/eller høyt innhold av leire eller organisk materiale. Videre er det verdt å notere seg at de to forgrødene ikke hadde noen signifikant påvirkning på proteininnholdet.

Årsakene til relasjonen mellom proteininnhold og jordas elektriske ledningsevne er komplekse og har ikke blitt videre analysert i dette prosjektet.

Jordprøver og samspill med de andre parameterne

Resultatene fra jordanalysene viser at det er noe variasjon innenfor skiftet, men det ble kun tatt et begrenset antall jordprøver slik at det er vanskelig å vise noe signifikant sammenheng med andre parametere. Nesten alle parametere var over grenseverdiene slik at det ikke forventes negativ effekt av jordstrukturen på avling. Det ble heller ikke funnet relevante samspill mellom jordparametere og andre parametere i forsøket.

5 Oppsummering

Resultatene viser at også innenfor et skifte som ser homogent ut, finnes det en god del variasjon på grunn av topografi (Figur 2) og forskjeller i jordegenskaper (Figur 8 - Figur 11) som kan føre til en betydelig variasjon i avling og proteininnhold (Figur 20 og Figur 21). Dette viser at dersom man skal kartlegge jorda som basis for presisjonstildeling av innsatsfaktorer, kan det være verdt å vurdere å ta jordprøver noe tettere enn den generelle anbefalingen.

I dette forsøket viste høstprøvene et spenn i kornavling tilsvarende 560-800 kg per daa minimum. Proteininnholdet varierte fra 11,2 til 13 %.

Siden dette forsøket ble gjennomført som et ettårig forsøk uten gjentak, er det ikke mulig å konkludere med noen årsakssammenheng mellom de forskjellige variablene som er målt. Det er likevel observert interessante samvariasjoner mellom forskjellige typer kartlegging. Det kan være interessant å gjøre mer detaljerte forsøk for å undersøke disse nærmere på et senere tidspunkt.

Ved konvensjonell, uniform dyrkingspraksis, vil hele skiftet behandles likt ved for eksempel gjødsling og jordarbeiding. Dette fører til at ikke alle områder blir behandlet etter behov og potensiale. Ved homogen gjødsling vil noen områder få mer gjødsel enn nødvendig. Dette reduserer utnyttelsen av innsatsfaktorene og kan føre til økt miljøbelastning og kostnader. Samtidig vil andre områder få for lite gjødsel, noe som kan begrense avlingspotensialet og produksjonseffektiviteten. Omfanget av variasjonen i dette forsøket illustrerer derfor behovet for steds spesifikk behandling. Med høye priser på innsatsfaktorer er det et stort innsparingspotensial i å behandle de ulike områdene ut fra behov og potensiale.

Det finnes mange muligheter for kartlegging av åkeren, og gårdbrukeren møter mange ulike tilbud. Det er svært viktig at gårdbrukeren før hen benytter seg av et slikt tilbud ber om dokumentasjon på kvalitet og kalibrering for norske forhold.

Ved omfattende kartlegging genereres også store mengder data som må ivaretas på en god måte for å kunne være til nytte for bonden. Som en del av arbeidet med Presisjonshektaren er det også utarbeidet en oversikt over forskjellige såkalte «*Farm Management Information Systems*» (FMIS) – informasjonsstyringssystemer for gårdsbruk, se NIBIO Rapport 8/163/2022 (Hveem 2022).

Et ettårig forsøk slik som det som er gjennomført her gir ikke muligheter for å konkludere om hvilken kartleggingsmetode som egner seg best.

Resultatene og erfaringen fra det første året med forsøk på 'Presisjonshektaren' viser behovet for utvidet forskning på praktisk anvendelse av metodene for kartlegging for å prøve metodene gjennom flere sesonger og på ulike plasser for å også dekke variasjon i jordtype og klimatiske forhold.

NIBIO driver med en rekke spennende forsøk innom presisjonslandbruk i grensesnittet mellom agronomi, jordfag, plantedyrking og teknologi og dette blir også tema i nye forsøk i tida framover.

Følg med på NIBIO's aktivitet innenfor fagområdet:

www.nibio.no

<https://precisionag.no/nb/hjem/>

6 Litteratur

Entrup, N.L.; Oehmchen, J. Lehrbuch des Pflanzenbaues. Band 2: Kulturpflanzen; Entrup, N.L., Oehmchen, J., Eds.; AgroCooncept GmbH: Bonn, Germany. 2000; ISBN 378620117X.

Geipel, J.; Bakken, A. K.; Jørgensen, M. & Korsæth, A. 2021. Forage yield and quality estimation by means of UAV and hyperspectral imaging. Precision Agriculture 22, 1437-1463.

Horn, R. Fleige, H. 2009. Risk assessment of subsoil compaction for arable soils in Northwest Germany at farm scale Soil & Tillage Research 2009 Vol. 102 Issue 2 Pages 201-208

Hveem K.B. 2022. FMIS for presisjonsjordbruk. Gjennomgang av FMIS og hvordan de egner seg ved presisjonsdyrking. NIBIO Rapport 8/163/2022, 18 sider. Norge.

Riley H. 1988. Cereal yields and soil physical properties in relation to the degree of compactness of some Norwegian soils. Proc. 11th Conf. Int. Soil Tillage Res. Org.; Edinburgh, Scotland; 1: 109–114.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.