



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI



AgroIT

KONTUR



Trøndelag fylkeskommune
Trööndelagen fylhkentjälte



Inderøy kommune

Stiftelsen Trönderfrukt

Kan ny teknologi optimalisere kartlegging av jordsmonn og forbedre vekstforhold for bedre avlinger?

Bruk av georadar i landbruksjord

NIBIO RAPPORT | VOL. 8 | NR. 74 | 2022



Sturite levina¹, Bloem Esther², Sala Jacopo³, Austad Øyvind⁴

¹Divisjon Mat og samfunn, avdeling Fôr og husdyr, NIBIO; ²Divisjon Miljø og naturressurser, avdeling Jordressurser og arealbruk; ³Kontur AS; ⁴Agro IT AS

TITTEL/TITLE

Kan ny teknologi optimalisere kartlegging av jordsmonn og forbedre vekstforhold for bedre avlinger?

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Sturite Ievina, Bloem Esther, Sala Jacopo og Austad Øyvind

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
24.06.2022	8/74/2022	Åpen	52119	20/01079
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03081-2	2464-1162	13		

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Oppdragsgiver Agro IT AS

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Kontaktperson Øyvind Austad

STIKKORD/KEYWORDS:

Stikkord norske: jord sensor, 3D GPR, EM38, Trøndelag, jordegenskaper

Stikkord engelske: soil sensor, 3D GPR, EM38, Trøndelag, soil properties

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Sett inn fagområde: jord

Insert field of work: soil

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Denne rapporten vurderer bruk av georadar 3D GPR for å kartlegge jordsmonn i landbruksjord. Visualisering av data fra 3D GPR ble sammenlignet med data fra EM38 og med jordanalyser som beskriver jordas sammensetning. Bruk av flere metoder på samme areal tydet på at 3D GPR kan være et viktig verktøy for å avdekke jordvariasjon og eksisterende dreneringssystemer i jorda.

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Trøndelag

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Steinkjer

STED/LOKALITET:

Steinkjer

GODKJENT /APPROVED

JANNES STOLTE

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

ESTHER BLOEM



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Innhold

1	Innledning.....	4
1.1	Mandat	4
1.2	Samarbeidspartnere	5
2	Materialer og metoder	6
2.1	Valg av areal for testing	6
2.2	Jordsensorer	6
2.3	Datainnsamling og bearbeiding	8
2.3.1	Jordprøver	8
2.3.2	Målinger med jordsensorene EM38 og 3D GPR	8
3	Resultater	9
4	Diskusjon.....	11
5	Oppsummering	12
5.1	Konklusjon	12
5.2	Videre arbeid	12
5.3	Formidling.....	12
	Litteraturreferanse	13

1 Innledning

Et bærekraftig landbruk og økt matsikkerhet er en viktig del av arbeidet med å nå FNs bærekraftsmål. Betydningen av selvforsyning og verdien av egen matproduksjon har aktualisert seg enda sterkere i siste år. I Norge skal dette sikres gjennom mer bærekraftig landbruk over hele landet.

Det er stor utvikling innen teknologiske løsninger, men presisjonsutstyret som allerede er i landbruket i dag utnyttes ikke godt nok. Kartlegging av jordbruksareal på et detaljert nivå er kjernen i presisjonslandbruket og helt nødvendig for å utnytte jordbrukspotensialet best mulig og sikre bonden lønnsomhet.

I prosjektet "Kan ny teknologi optimalisere kartlegging av jordsmonn og forbedre vekstforhold for bedre avlinger?" ble NIBIO invitert til å bistå AgroIT som er et oppstartsselskap, som primært jobber med presisjonslandbruk og tjenester knyttet til presisjonsjordbruk. Forskningsmiljøet var med på å gi resultatene en troverdighet og kvalitetssikre tjenestene som leveres fra selskapet.

Hovedmålet med prosjektet var å optimere kartlegging av jordsmonn, dreneringstilstand, jordfysiske egenskaper og avdekke avlingspotensialet ved bruk av GeoScope™ Ground Penetration Radar (GPR) og annen ny teknologi i landbruksjord.

Delmål:

1. Kartlegge skifter slik at planteproduzenten kan optimalisere sin produksjon
2. Behandle og sammenligne datagrunnlaget vi framskaffer med eksisterende kunnskap.

Målet for Agro IT var å videreutvikle tjenester innen kartlegging og presisjonslandbruket. En synliggjøring/dokumentasjon av verdien av Agro IT sine tjenester var viktig for bedriftens vekst og videre utvikling. Dette var derfor et svært viktig og strategisk riktig prosjekt for AgroIT.

1.1 Mandat

GeoScope™ GPR skal testes ut etter høsting av korn og engvekster på NIBIOs forsøksareal på Sparbu og på Agro IT lederens egen gård og evt. andre områder. NIBIOs forsøksareal på Sparbu skal også kartlegges med EM38. 'Spademetode' vil bli brukt for å beskrive jordprofilene på gården. Resultatene fra alle målinger skal sammenliknes for å verifisere resultatet fra kartlegging med georadar (GeoScope) og sammenstilles i en NIBIO-rapport.

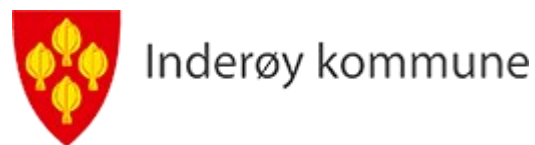
Vi vil sammenligne ny teknologi med eksisterende teknologi i jordbruksnæringen ved å utforske Geoscope GPR og sammenligne med:

- EM38 som avdekker bl.a. variasjon i jordas mekaniske sammensetning
- Eksisterende dreneringskart
- Resultat fra ny jordsmonnskartlegging høst 2020

NIBIO vil stå for jordsmonnskartlegging og kartlegging med EM38. AgroIT vil stå for kartleggingen med georadar (GeoScope). NIBIO vil stå for databehandling, sammenstilling av resultater og utarbeidelse av NIBIO-rapport.

1.2 Samarbeidspartnere

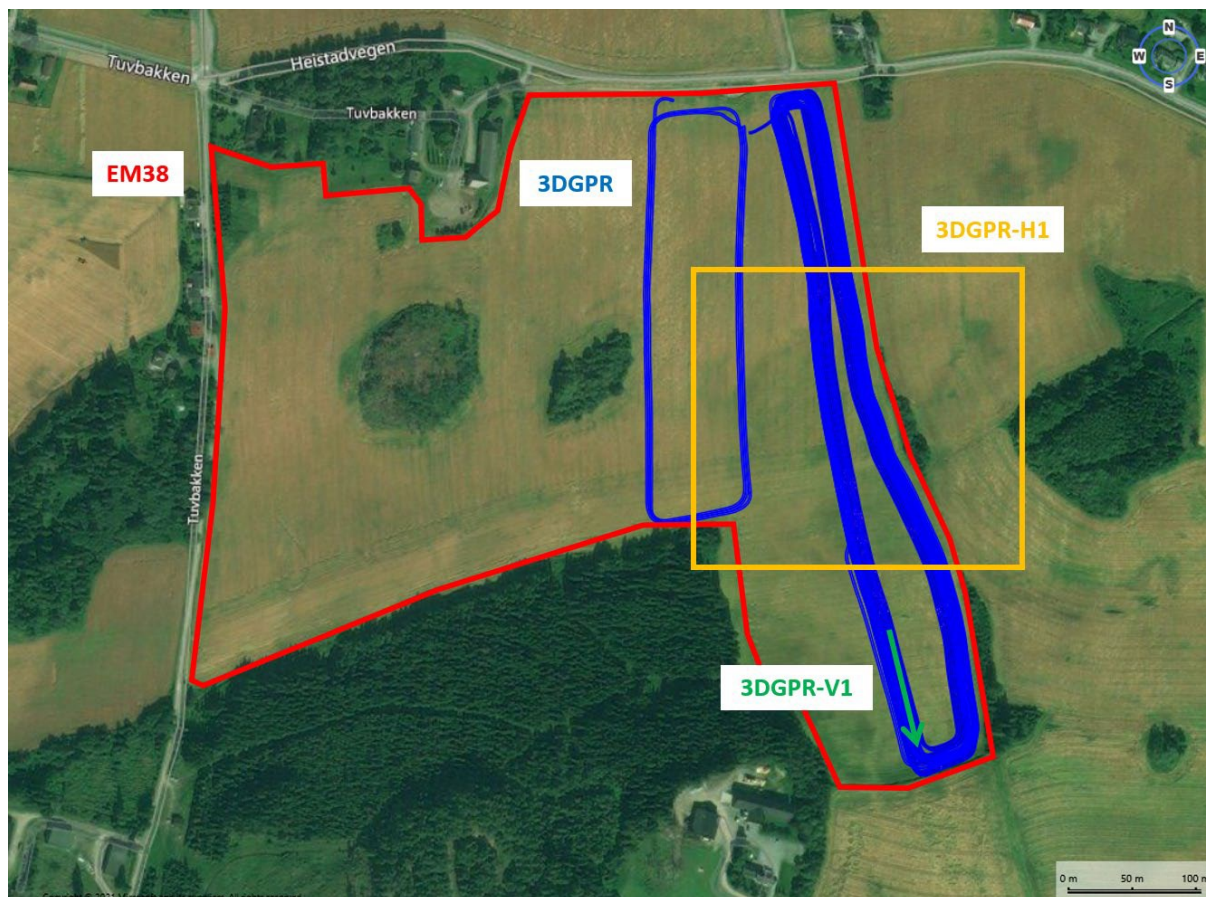
Prosjektet ble ledet av Agro IT. Faglig samarbeidspartnere var NIBIO og Kontur AS. Prosjekt ble finansiert via Distriktsforsk, et program av Trøndelag Fylkeskommune. Ytterlige finansieringsaktører: Inderøy kommune, Stiftelsen Trønderfrukt og Agro IT.



2 Materialer og metoder

2.1 Valg av areal for testing

Ved start av prosjektet hadde NIBIO nylig opprettet et nytt forsøksfelt ved Tuv gård på Sparbu, Trøndelag (63°N, 11°E; Fig.1). NIBIO var allerede i gang med kartlegging av jordsmonn på dette arealet, derfor uttesting av ny teknologi på Tuv var også av stor interesse for NIBIO.



Figur 1. Forsøksareal ved Tuv gård. Ulike farger viser bruk av jordsensorene EM38 og 3D GPR innen feltet. Horizontal (3DGPR- H1) og vertikal (3DGPR-V1) kryss seksjoner er omtalt i resultatdelen.

Arealet har hovedsakelig blitt brukt for korndyrking de siste 10 årene. Det ble tatt 60 jordprøver i 2020 (1 per 1000 m²) for å bestemme jordstruktur og de viktigste næringsstoffene. Prøvene ble tatt fra 0-22 cm i matjordlaget og dannet grunnlaget for videre målinger med jordsensorer.

2.2 Jordsensorer

EM38 er et geofysisk instrument som kan brukes til å kartlegge jordvariasjon på en effektiv måte (Korsæth, 2002). Instrumentet måler elektrisk ledningsevne som korrelerer godt med leirinnholdet på morenejord og andre jordegenskaper (vanninnhold og saltkonsentrasjon av vann) som varierer innen et jordstykke (Korsæth, 2004). EM38 stilles i horisontal stilling og kjøres over jordet (Fig.2). Arealet som var kartlagt med EM38 er tegnet i rød farge i Fig.1. Maksimum måldybde er 1,5m og det ble kjørt i

to retninger over hele arealet i 15-20km/t. Regelmessig sendte signaler fra to ulike jordlag ble lagret i ROS systemet. Avstand mellom hvert kjørefelt var 8 m.



Figur 2. Instrumentet EM 38 brukt i felt på Tuv. Foto: H. Johansen Lindgaard

Andre instrumentet som ble brukt var 3D GPR (Ground Penetrating Radar; Fig. 3). Kartlegging med 3D GPR er en geofysisk metode hvor benyttes elektromagnetiske pulser for grunnundersøkelse av jordlaget. Metoden benyttes for å avdekke gjenstander og beliggenhet av objekter i undergrunnen.

I dette prosjektet testet vi GPR metoden for å kartlegge jordvariasjon og dreneringsrør i jorda. Instrumentet brukt i denne studien ble produsert av 3D-Radar AS og består av sender og mottakerantenne (Eide et al., 2012; Eide et al., 2014). Frekvensen instrumentet opererer innen er mellom 30 MHz - 3000 MHz og kan dermed gi meget detaljert informasjon om grunn og dypt jordlag og eksisterende dreneringssystem. For hvert antenneelement får man en profil av undergrunnen for hver 7,5 cm, og de geofysiske kontrastene som er synlig i disse profilene.



Figur 3. Instrument 3D GPR i arbeid. Foto: Contur

2.3 Datainnsamling og bearbeiding

2.3.1 Jordprøver

I førsommeren 2020 og våren 2021 ble det tatt ut jordprøver for å analysere jordas leireinnhold og organisk materialet i jorda. Prøvene ble tatt punktvis fra 0-22 cm og GPS-festet. Prøvene ble analysert av Eurofins.

2.3.2 Målinger med jordsensorene EM38 og 3D GPR

Alle data ble visualisert og presentert som kart over undersøkt areal. Kart fra EM38 ble laget i QGIS og interpolert med metoden 'Inverse distance weighted'. Data for 3D GPR ble samlet med bakkekoblet antenne enhet DXG1820 (1,8m bred med 20 antenneelementer montert med 7,5cm mellomrom) og luftkoblet antenne DX 1821 (1,8m bred med 21 antenneelementer montert med 7,5cm mellomrom). Parameterne er samlet i tabell 1. Dette ga en god datadekning. Innsamlende data ble behandlet og visualisert. Examiner GPR post-processing software ble brukt av 3D-Radar AS (Kontur AS fra 2022).

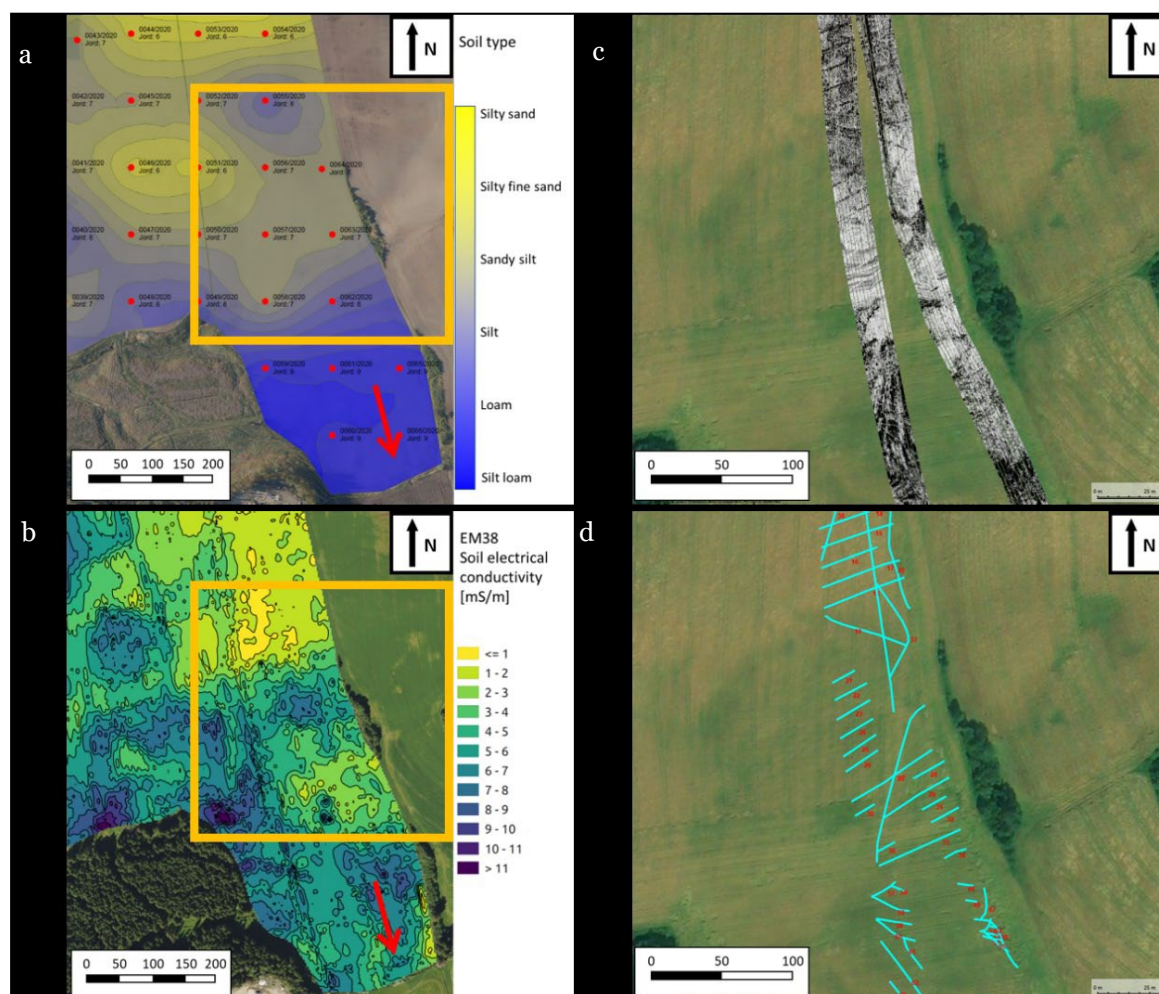
Det er viktig å være klar over at dybdeangivelse er et estimat, der signalet kan bevege seg med ulik hastighet i undergrunnen avhengig av materialet (Stamnes og Kiersnowski, 2020). Ved å måle egenskaper ved enkelte utslag kan dette estimeres omtrentlig, så dybdeangivelser videre i rapporten må ansees å ikke være absolutte.

Tabell 1. GPR parameterne.

	DX1821	DX1820
Frekvens størrelse	30MHz – 3000MHz	30MHz – 3000MHz
Frekvens steg	4MHz	4MHz
Tid	2µs	3µs
Mellomrom mellom antenneelementer	7,5cm	7,5cm
Målingsinterval	7,5cm	7,5cm
Antall antenneelementer	21	20

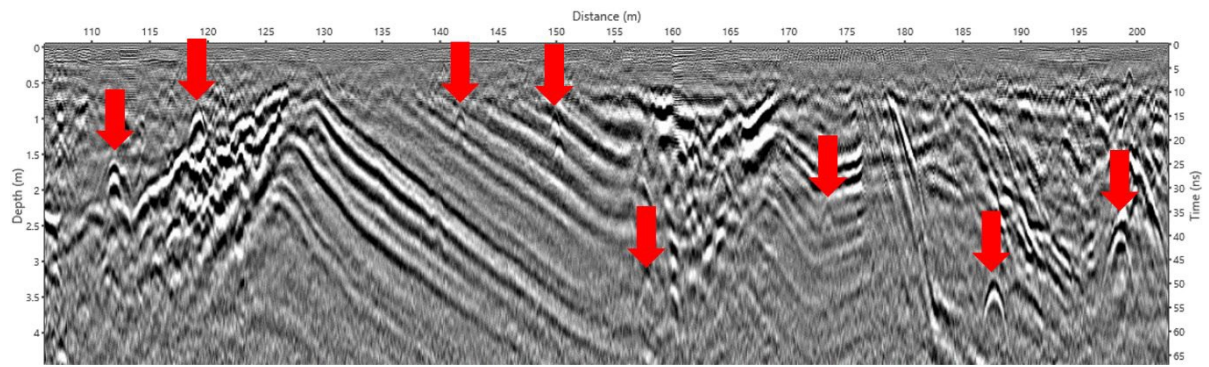
3 Resultater

På forsøksarealet varierer jordas sammensetning i toppskifte fra siltig sand til silt (Fig.4a). Jordprøvene viste en generell overgang fra siltig sand i norddelen av arealet til mer leirinnholdig jord i sør. Målingene med EM38 ga også signaler om at det er variasjon i jordas ledningsevne (mS/m). I Figur 4b kan en se at ledningsevnen øker fra nord til sør (jo lysere farge jo lavere ledningsevne). Dette er i samsvar med jordas mekaniske sammensetning målt i jordprøver som viste høyere leirinnhold i sørlige del av forsøksarealet enn i det nordlige. Videre viser målingene med EM38 at det er enda større jordvariasjon enn en kan oppdage med vanlige jordprøver (Fig. 4a og 4b).



Figur 4. Kart over jordas mekaniske sammensetning basert på a) jordprøver tatt ut punktvis (røde prikker) og analysert av Eurofins, b) jordas ledningsevne målt med EM38, c) frekvensmålinger med 3D GPR-H1 ned til 1,5 m jorddybde (horisontal krossesksjon), d) interpretasjon av 3D GPR-H1 målinger: stripene viser gamle dreneringsrør. Røde piler i figurene 3a og 3b (også vist i Fig.1) presenterer plassering av vertikal krossesksjon målt med 3D GPR-V1 og som er presentert i Fig.4.

Med jordsensoren 3D GPR kan en analysere horisontale jordlag cm for cm. Figur 3c viser jordvariasjon i en av de jordlagene målt med 3D GPR. Plassering av målinger med georadar er merket som 3DGPR-H1 i Fig.1. Videre interpretasjon av datasett ned til 1,5 m dybde har tillatt oss å kartlegge plassering av gamle dreneringsrør (Fig. 4d). Et eksempel på jordas vertikale profil målt med 3D GPR er vist i Fig.4. Målingene går ned til 4m og visualiserer variasjon i jordsmonn. Signaler fra hyperbolisk refleksjon avdekker plasseringen av noen dreneringsrør (røde piler i Fig.5).



Figur 5. Vertikal krosseksjon målt med 3D GPR. Røde piler indikerer plassering av dreneringsrør.

4 Diskusjon

Resultater fra jordprøver og EM38 lagde et godt grunnlag for å teste 3D GPR. Sammenligning av målinger av 3D GPR med EM38 innenfor samme området (Fig.1) virket lovende. Visualisering av datasett fra begge målingsinstrumentene viste variasjon innenfor samme området. Det er godt dokumentert at målinger av jordas elektriske ledningsevne (målt med EM38) korrelerer bra med mange jordegenskaper på ulike jordtyper, men særlig innen samme jordstykke (Korsæth, 2004). Godt samsvar mellom de to instrumentene og også med leirinnholdet i de analyserte jordprøvene tyder på at bruk av 3D GPR for kartlegging av matjordsjiktet kan være mulig. Denne teknologien kan med stor nøyaktighet og på kort tid kartlegge jordas variasjon ned til flere meter. Mulighet til å deretter visualisere jordsjiktet cm for cm kan gi bonden innsikt i områder med pakket jord og dårlig vanninfiltrasjon. Slik kartlegging av jordstykket kan indirekte gi indikasjon på variasjon i avlingspotensialet innen kartlagt område.

Metoden er benyttet for å avdekke gjenstander og beliggenhet av objekter i undergrunnen især i arkeologi (Stamnes og Kiersnowski, 2020). Figur 3d viser at 3D GPR kan avdekke gamle og eksisterende dreneringsrør. Godt drenert jord er grunnlaget for god jordstruktur og gode avlinger. Derfor kan metoden gi tilleggsverdi. Kartlegging av dreneringssituasjon på jordbruksarealer kan resultere i tiltak som forbedrer vanntilstand i jorda. Omtrent 10% av Norges jordbruksjord er dårlig drenert (SSB, 2010).

5 Oppsummering

5.1 Konklusjon

Bruk av flere metoder tyder på at 3D GPR kan være et viktig verktøy for å avdekke jordvariasjon og eksisterende dreneringssystemer i jorda. Samtidig er det behov for videre testing på tvers av teknologier. Videre utviklingsarbeid for datasammensetning og behandling, visualiseringer og tolkning av resultater er også nødvendig. Bruk av 3D GPR-instrumentet for å kartlegge variasjon i jordbruksjord bør kalibreres ut fra jordprøver i hvert enkelt tilfelle.

5.2 Videre arbeid

Meget godt samarbeid mellom Agro IT, Kontur AS og NIBIO har resultert i ny forskningsprosjektidé. Det ble sendt en søknad om midler fra Matfondavtalen i februar 2022, med tittelen "Mapping water variability using a novel approach with complementary sensors – the role of dynamics soil structure and drainage on soil hydrology" (NovelSoilMap).

5.3 Formidling

Resultater fra dette prosjektet ble presentert på konferansen 26th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics i foredrag av Esther Bloem. Det er også publisert en kort artikkel i forbindelse med konferansen: "Combining soil sampling, EM38 and 3D GPR techniques to map key water distribution parameters" (Bloem et al., 2021).

Litteraturreferanse

- Bloem, E., J. Sala, H. Johansen, I. Sturite and Ø. Austad. 2021. Combining soil sampling, EM38 and 3D GPR techniques to map key water distribution parameters. Proceedings 26th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics, Bordeaux, France, September 2021, <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202120210>
- Eide, E., T. Kiessling, and J. Typpo, 2012. "Wideband Antenna Array for Step-Frequency Ground Penetrating Radar", 14th International Conference on Ground Penetrating Radar, Shanghai, China, 2012.
- Eide, E., P.A. Våland, and J. Sala, 2014. "Ground-coupled Antenna Array for Step-Frequency GPR", 15th International Conference on Ground Penetrating Radar, 2014.
- Korsæth, A. 2002. Jordkartlegging med EM38; erfaringer så langt. Planteforsk, Grønn forskning 350-353.
- Korsæth, A. 2004. Bruk av EM38 til kartlegging av jordvariasjon. Planteforsk Grønn forskning 8; 38-47.
- Stamnes, A.A. og Kiersnowski, K. 2020. Arkeologisk georadarundersøkelse ved Bodøsjøen, Bodø Kommune i Nordland fylke. NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 4 75 s.
- SSB, 2010

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.