



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Introduksjon til gode dronemålinger i landbruket

Droneguide

NIBIO RAPPORT | VOL. 8 | NR. 131 | 2022



Malin Larsen Græsdahl

Divisjon for matproduksjon og samfunn, avdeling landbruksteknologi

## TITTEL/TITLE

Introduksjon til gode dronemålinger i landbruket

## FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Malin Larsen Græsdahl

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
08.11.2022	8/131/2022	Åpen	51464	20/00046
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03153-6	2464-1162	14		

## OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Avtalepartene i jordbruksoppkjøret

## KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

## STIKKORD/KEYWORDS:

UAV, drone, multispektral, kvalitetssikrede målinger

## FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Landbruksteknologi

## SAMMENDRAG/SUMMARY:

Denne rapporten er utarbeidet som en del av prosjektet PRESIS og gir en enkel innføring i hvordan gjøre gode målinger ved bruk av drone. I PRESIS-prosjektet bruker vi dronen DJI Phantom 4 Multispectral – derfor brukes den også som referanse i denne rapporten. Prinsippene for å gjøre gode målinger vil også gjelde ved bruk av andre typer droner.


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

## GODKJENT /APPROVED



AUDUN KORSÆTH

## PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



KJERSTI BALKE HVEEM



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Forord

Denne rapporten er skrevet som en del av prosjektet PRESIS.

PRESIS (<https://precisionag.no/nb/project/presis-nb/>) handler om å få presisjonsjordbruk ut i praksis, og innebærer forskningsbasert utvikling og kvalitetssikring av klimavennlige tjenester som er lønnsomme for bonden. Prosjektet er femårig, og finansiert av avtalepartene i jordbruksoppgjøret. Prosjektet ledes av NIBIO og gjennomføres i samarbeid med Norsk Landbruksrådgiving, Norsk bonde- og småbrukarlag og Bondelaget.

Apelsvoll, 08.11.22

Malin Larsen Græsdahl

# Innhold

1	Introduksjon .....	5
1.1	Bakgrunn.....	6
1.2	Beskrivelse av drone.....	6
1.3	Utstyr.....	7
1.4	Dronepilotens kompetanse .....	7
2	Forberedelser før droneflyvning .....	8
2.1	Værmelding .....	8
2.2	Risikoanalyse før flyvning .....	9
2.3	Innstillinger i DJI GS Pro appen.....	10
3	Rett før flyvning .....	11
3.1	Registrering og oppsett .....	11
3.2	Hvitreflektanspanel .....	12
4	Under og etter flyvning .....	13
4.1	Fotografering.....	13
4.2	Databehandling .....	13

# 1 Introduksjon

Gjennom PRESIS-prosjektet bygges en digital infrastruktur som skal gjøre forskningsbaserte modeller for informasjon og beslutningsstøtte i felt tilgjengelig for alle norske gårdbrukere som ønsker. Bonden, eller noen bonden leier inn til å gjøre det, samler inn data fra ønskede skifter med en drone, og disse lastes opp til PRESISnet via <https://gardskart.nibio.no/search> eller en annen tjeneste som er koblet til PRESISnet's programmeringsgrensesnitt. På grunnlag av disse dataene lages for eksempel et tildelingskart for gjødsel, eller et sprøytekart for rotugras. En forutsetning for at disse skal bli riktige og gode, er at datainnsamling er gjort på riktig måte og under riktige forhold.

Denne rapporten er en enkel innføring i hvordan gjøre gode målinger ved bruk av drone. I PRESIS-prosjektet bruker vi dronen DJI Phantom 4 Multispectral (figur 1) – derfor brukes den også som referanse i denne rapporten. Prinsippene for å gjøre gode målinger vil også gjelde ved bruk av andre typer droner.



Figur 1. DJI Phantom 4 Multispektral. Foto: Morten Günther.

## 1.1 Bakgrunn

Datainnsamling med droner er en ikke-destruktiv metode, som raskt kan tas i bruk ved behov. En overflyvning av åkeren vil raskt kunne gi informasjon om plantestatus, og dermed hjelpe bonden med å ta informerte beslutninger om videre behandling av sin åker.

Det finnes mange forskjellige typer droner, påmontert mange forskjellige typer kameraer eller sensorer. Hvilken type drone og sensor som er best egnet, vil avhenge av hva som er hensikten med datainnsamlingen. I noen sammenhenger vil det være tilstrekkelig med et RGB-kamera, enklere sagt et «helt vanlig kamera». I andre tilfeller kan det være hensiktsmessig med mer avanserte sensorer, for eksempel multispektrale eller termiske kameraer.

Forskjellen på et RGB-kamera og et multispektralt kamera er at det multispektrale kameraet registrerer lys i flere forskjellige bølgelengder, også i områder som ikke kan oppfattes av det menneskelige øye. En plante – og alle andre objekter - vil enten absorbere, reflektere eller transmittre lysinnstrålingen. Den delen av lyset som reflekteres, kaller vi reflektans. Vi kan bruke plantenes lysreflektans til å si noe om forskjellige parametere ved planten. For eksempel reflekterer planter mye lys i det grønne området – derfor ser de grønne ut. Planter reflekterer også mye lys i det nær infrarøde området, og ved å inkludere sensorer som kan registrere deler av dette lysspekteret når vi gjør målinger, kan vi også få mer informasjon om planten enn om vi kun hadde benyttet et RGB-kamera.

Ved innsamling av data med multispektrale sensorer bør man i noen sammenhenger benytte et reflektanspanel. Et reflektanspanel er en overflate som har en kjent reflektans, og kan brukes for å bestemme hvor sterk lysinnstrålingen var på det tidspunktet en måling ble gjort. Ved å ta bilde med dronen over panelet er det mulig å knytte dato, klokkeslett og stedsdata til lysforholdene. Dette er nødvendig for kalibrering under databehandling, og må alltid gjøres ved målinger til vitenskapelig bruk. For en gårdbruker som skal gjøre målinger for å benytte seg av mulighetene som ligger i PRESIS, er det ikke nødvendig å bruke et reflektanspanel.

## 1.2 Beskrivelse av drone

DJI Phantom 4 Multispectral (P4MS) er egnet for presis innsamling av plantedata. Dette samles inn av et RGB-kamera og en multispektral kameragruppe med 5 kameraer som dekker blå (ca. 450 nm), grønn (ca. 560 nm), rød (ca. 650 nm), røde kant (RE) (ca. 730 nm) og nær infrarøde (ca. 840 nm) bånd, på en 3-akset stabilisert gimbal. P4MS gjør det enklere og mer effektivt å utføre rutinemessige inspeksjoner som måle biomasse, overvåke skoghelse, kartlegge strandlinje og administrere kantvegetasjon. Den gir også nyttig informasjon til agronomer ved å innhente vegetasjonsindeksdata som NDVI og NDRE, som kan hjelpe bønder med å ta gode og informerte beslutninger om plantebehandling.

## 1.3 Utstyr

Anbefalt utstyr er:

1. DJI P4MS koffert med drone, kontroller, 2 sett propeller, iPad, USB-kabel, SD-kort, batterier x5 og lader
2. Mikrofiberklut
3. Ved behov/vitenskapelig bruk av data:
  - a. Reflektanspanel (eks. Zenith Lite™/Greyscale Coating – Ultra-lightweight Reflectance Targets, 50 x 50 cm, fra SphereOptics) og nødvendig tilbehør for å benytte dette: Kamerastativ/tripod til reflektanspanel, kamerastativ til dronen og libelle,
  - b. UT383/UT383BT Mini Light Meters (luxmeter)
4. Penn og flyprotokoll
5. Kamera/mobiltelefon

## 1.4 Dronepilotens kompetanse

Pass på at du har nødvendig kompetanse og kompetansebevis for å fly dronen, og vær klar over hvilke sikkerhetsregler du må følge. Krav til dronepiloter i Norge er fastsatt i «Forskrift om luftfart med ubemannet fartøy i åpen- og i spesifikk kategori». Mer informasjon finnes hos Luftfartstilsynet, se <https://luftfartstilsynet.no/droner/> for detaljert informasjon om regelverket. Disse reglene bestemmer også blant annet i hvilke områder du kan fly og med hvilke droner, og hvor stor sikkerhetsmargin som må settes til infrastruktur som hus eller veier.



## 2 Forberedelser før droneflyvning

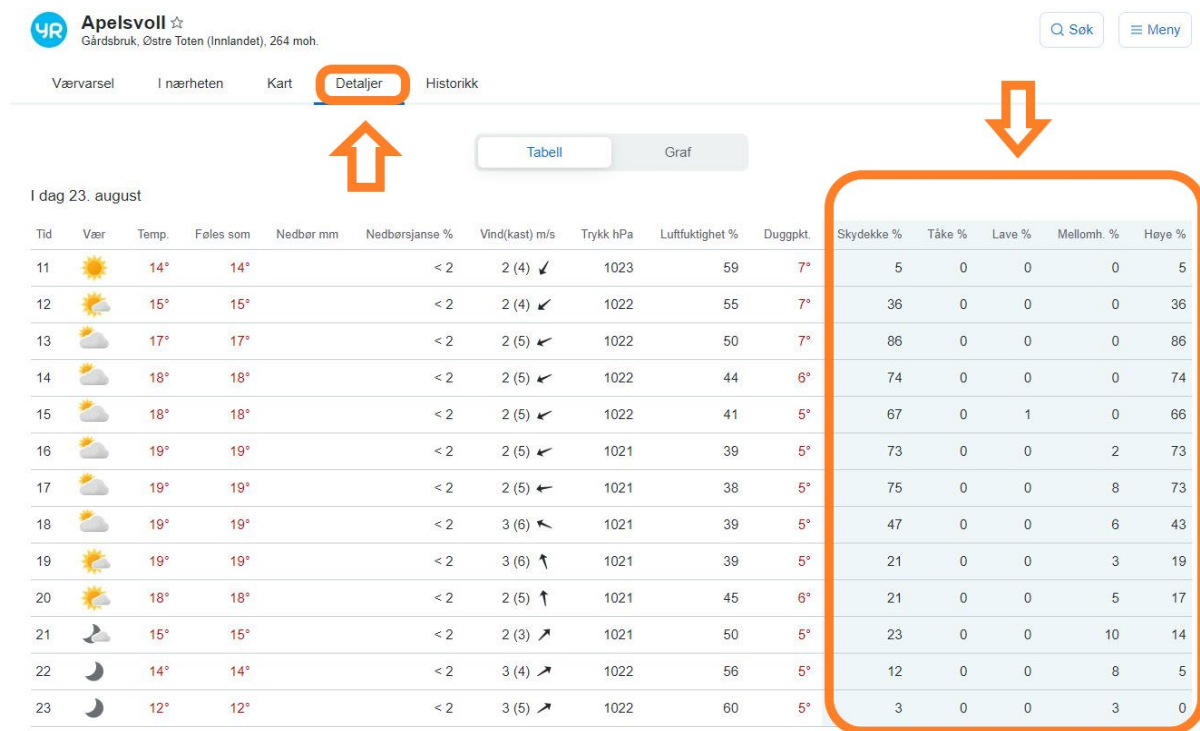
### 2.1 Værmelding

Sjekk værmeldingen for området flyvningen skal finne sted 1 uke i forveien og kontinuerlig i 3 dager før planlagt tidspunkt for flyvning. Sjekk den foretrukne datoen for flyvningen og vurder om flyforholdene blir optimale/tilstrekkelig gode eller om datoen må forskyves.

Optimale forhold:

- Vindstyrke mindre enn 5 m/s
- Ingen nedbør
- Ingen tåke
- Ingen lave skyer
- Uniformt skydekke

Yr (<https://www.yr.no/>) gir en god oversikt over værvarslet den neste uken (figur 2). Vind og sannsynlighet for nedbør er lett synlig, og ved å klikke deg inn på «Detaljer» vil du også få opp en oversikt som viser tåke og skydekke time for time.



Apelsvoll ☆  
Gårdsbruk, Østre Toten (Innlandet), 264 moh.

Værvarsel I nærheten Kart **Detaljer** Historikk

Tabell Graf

I dag 23. august

Tid	Vær	Temp.	Føles som	Nedbør mm	Nedbørsjansje %	Vind(kast) m/s	Trykk hPa	Luftfuktighet %	Duggpkt.	Skydekke %	Tåke %	Lave %	Mellomh. %	Høye %
11	☀️	14°	14°	< 2	< 2	2 (4) ↙	1023	59	7°	5	0	0	0	5
12	☀️	15°	15°	< 2	< 2	2 (4) ↙	1022	55	7°	36	0	0	0	36
13	☁️	17°	17°	< 2	< 2	2 (5) ↙	1022	50	7°	86	0	0	0	86
14	☁️	18°	18°	< 2	< 2	2 (5) ↙	1022	44	6°	74	0	0	0	74
15	☁️	18°	18°	< 2	< 2	2 (5) ↙	1022	41	5°	67	0	1	0	66
16	☁️	19°	19°	< 2	< 2	2 (5) ↙	1021	39	5°	73	0	0	2	73
17	☁️	19°	19°	< 2	< 2	2 (5) ↙	1021	38	5°	75	0	0	8	73
18	☁️	19°	19°	< 2	< 2	3 (6) ↙	1021	39	5°	47	0	0	6	43
19	☀️	19°	19°	< 2	< 2	3 (6) ↗	1021	39	5°	21	0	0	3	19
20	☀️	18°	18°	< 2	< 2	2 (5) ↗	1021	45	6°	21	0	0	5	17
21	☁️	15°	15°	< 2	< 2	2 (3) ↗	1021	50	5°	23	0	0	10	14
22	🌙	14°	14°	< 2	< 2	3 (4) ↗	1022	56	5°	12	0	0	8	5
23	🌙	12°	12°	< 2	< 2	3 (5) ↗	1022	60	5°	3	0	0	3	0

Figur 2. Oversikt over værvarslet time for time med detaljer om skydekke. I dette eksempelet vil det være mest optimalt å fly rundt kl 11, med lav vindstyrke og få høye skyer. Bildet er hentet fra <https://www.yr.no/> 23.08.2022 kl: 1055.



Pass på at det ikke har regnet eller er for fuktig i forkant av flyvningsdagen. Er det synlige dråper på vegetasjonen vil dette kunne reflektere og ødelegge kvaliteten på bildene. Om mulig, gå ut og sjekk området på morgenen, eller ring feltvert og hør hvordan forholdene på området faktisk er. Om det er mulig å stryke hånden gjennom vegetasjonen uten å bli våt på hendene er det ok å fly.

De beste himmelforholdene å fly under er når solen er heldekket av et uniformt skydekke, men pass på at skyene er høye og ikke ligger lavt over området. Dette fordi dronen flyr relativt høyt (120 meter) over bakken. Det nest beste er å fly under en skyfri himmel med eller uten noen høye tynne skyer. Alle andre skydekker/-forhold, som haugskyer, bulkeskyer og lave skyer kan være problematiske for fotografering (figur 3). Vær dermed obs på dette.

Er det driftende skydekke foran sola under flyvningen vil det gi forskjellige lysforhold under fotograferingen. Dette kan ødelegge bildene og gi et flekkete bilde etter prosessering. Dette vil vi helst unngå. Prøv dermed å «time» tidspunktet du starter flyvningen riktig med skydekke. Er det en stor åpning uten skyer eller en stor beleilig sky over solen, som vil bli værende noen minutter, kan flyvningen begynne. Time det slik at det vil gi så likt lysforhold som mulig under hele flyvningen.

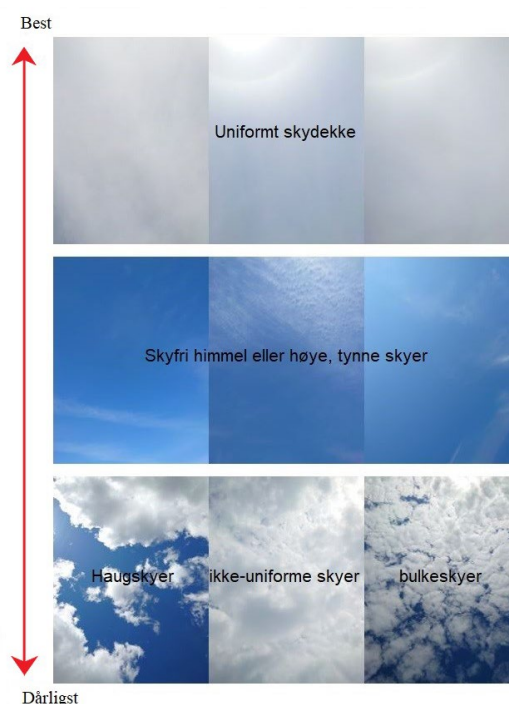
Fordi lysforholdene er viktig for bildekvaliteten, bør flyvning finne sted mellom klokken 10:00 og 17:00, grunnet posisjonen til sola.

## 2.2 Risikoanalyse før flyvning

Gjennomfør alltid en risikoanalyse før flyvning. Innhent nødvendig informasjon om området i forkant av flyvningen, og vær oppmerksom på annen lufttrafikk i området. Tenk gjennom om det er spesielle risikofaktorer som må ta hensyn til, og planlegg slik at risikoen reduseres så mye som mulig. Nærmere enn fem kilometer fra flyplass eller helikopterplass gjelder spesielle regler og tillatelse må innhentes før flyvning kan finne sted.

For å forsikre at området som skal flys ikke er i et risikoområde og at det er lovlig å fly uten tillatelse, bør nettsider som IPPC (<https://www.ippc.no/ippc/>), NOTAM (<https://notaminfo.com/norwaymap>) og DJI fly safe (<https://www.dji.com/no/flysafe/geo-map>) sjekkes grundig.

Er området utenfor noe risikoområde kan nettsider, som gulekart (<https://kart.gulesider.no/>) og norgeskart (<https://norgeskart.no/>) gi oversikt over hva som finnes på området. Avstander til nærgående hus, veier, sykehus eller kraftlinjer kan måles opp for å sikre at riktige sikkerhetsmarginer blir holdt.



Figur 3. Ulike skyforhold kategorisert fra best til dårligst.

## 2.3 Innstillinger i DJI GS Pro appen

Med multispektrale sensorer er det viktig å fly med konsekvente kamerainnstillinger under hver flytur. Det er viktig at innstillingene er satt med samme overlapping, høyde, bildeoppløsning og hastighet hver gang.

Åpne DJI appen (<https://www.dji.com/no/downloads/djiapp/dji-gs-pro>) og marker inn området du ønsker å fotografere (figur 4) og sett innstillingene som beskrevet under.

Innstilling "Basic":

- Navngi oppdraget, (dd.mm.åååå, og sted)
- Camera Model "P4 Multispectral Camera"
- Shooting Angle "Parallel to Main Path"
- Capture Mode "Capture at Equal Dist. Interval"
- Flight Course Mode "Inside Mode"
- Shutter Intv. "4.0 SEC"
- Height "120.0 M"
- Trykk deretter "Advanced"

Innstilling "Advanced":

- Frontlap "75%"
- Sidelap "60%"
- Course Angle "Bestemmes ved flyvning i relasjon til solens posisjon"
- Margin "0"

Hastigheten vil automatisk bli satt til "5.2m/s" når disse innstillingene er satt



Figur 4. Illustrasjonsbilde av et oppdrag i DJI GS Pro appen.

## 3 Rett før flyvning

### 3.1 Registrering og oppsett

Når du har ankommet lokaliteten som skal fotograferes er det lurt å notere ned informasjon om tid og sted. Alt som kan være greit for å kunne forklare om noe skulle skje med bildene under eller etter prosesseringen av bildene.

Bruk en flyprotokoll. Noter dato (dd.mm.åååå), sted, type vegetasjon som skal fotograferes, hvem som er pilot og klokkeslett (HHMM) ved letting og landing. Beskriv værforholdet til flyvningen, noter temperatur, vindstyrke, skydekke og om det er fuktighet på vegetasjonen.

Er det ting på området som kan forstyrre bildene eller være greit å vite til prosessering av dataene, skriv de ned. Som for eksempel:

- Telefonstolper, kraftlinjer
- Legde i kornåker
- Vekststadiet til vegetasjonen
- Jordfuktighet
- Annen lufttrafikk eller stopp under oppdraget.
- Om oppdraget varer over lengre tid, kan det være greit å notere batteriskifte og notere skydekke og vind over tid, siden dette kan variere under fotograferingen.
- Dårlige GNSS-signaler eller kamerafeil

Sett opp dronen: (1) sjekk drone og kontrollerens batterinivå, (2) koble til dronebatteriet, (3) fest og stram til propellene, (4) sett inn SD-kort, (5) fjern kamerabeskyttelsen, (6) koble iPad til kontrolleren, (7) juster antennene på kontrolleren og (8) start dronen og kontrolleren.

Åpne DJI GS Pro på nettbrettet velg oppdrag, sjekk IMU og satellittstatus, og kalibrer kompass etter behov/forespørsel. Pass på at det ikke er noen skader på vingene og at kameraet er rent. Om det skulle være noe bøss på kameraet tørk det forsiktig av med en mikrofiberklut.



## 3.2 Hvitreflektanspanel

Ved innsamling av data med multispektrale sensorer bør man i noen sammenhenger benytte et reflektanspanel. Dette er ikke nødvendig, men brukes ved vitenskapelig bruk av data.

Plasser et referansepanel på bakken i samme retning (course angle) som dronen vil fly i forhold til vinkelen sola står i. Når et reflektanspanel er plassert på bakken reflekterer det lyset på et jevnt nivå under hele flyvningen. **Før** og **etter** hver flytur, bør du passe på å ta bilder med dronen over panelet. Bilder av panelet gjør det mulig å knytte dato, klokkeslett og stedsdata til lysforholdene og er nødvendig for kalibrering under databehandling.

Pass på at panelet er horisontalt («i vater») (figur 5).

Plasser dronen på et stativ over reflektanspanelet, pass på at dronen også er horisontalt over panelet (figur 6). Sett gjerne dronen og panelet i samme retning som dronen skal fly, slik at retning mot solen vil bli den samme. Juster kameraet ned med en 90 graders tilt. Pass også på at alle kameraene er fokusert på panelet, slik at du ikke får med bilde av områder utenfor panelet. Bildet skal kun være av panelet. Dette justeres med høyde og plassering av dronen over panelet.



Figur 5. Libelle i vater på reflektanspanelet.



Figur 6. Oppsett til fotografering av reflektanspanel før og etter flyvning. Pass på at dronen er i vater over reflektanspanelet og at kameraene på dronen kun fotograferer panelet og ikke områder utenfor. Er dronen for høyt over panelet kan det hjelpe å sette panelet høyere med hjelp av for eksempel kofferten eller det, som er tilgjengelig på området.

## 4 Under og etter flyvning

### 4.1 Fotografering

Ved starten av flyvning ta et bilde av himmelen i det dronen letter opp til foretrukken høyde. Dette fordi det gir oss et bilde av faktiske forhold under flyvning, noe som kan være praktisk å ha sammen med notert skydekke ved etterbehandling av bildene.

Ta også et bilde av UT383/UT383BT Mini Light Meters (luxmeteret). Pass på at luxmeteret ligger på en horisontal overflate, for at lyset skal bli målt riktig. Dette meteret måler lysintensiteten fra sola. Dette er ikke nødvendig, men brukes ved vitenskapelig bruk av data.

Ta gjerne et bilde av vegetasjonen du fotograferer eller et bilde av området, som kan ses tilbake på når dataene blir prosessert. Bilde av himmelen og luxmeteret tas ved letting og landing (himmel x2 og lux meter x2) (figur 7).

Når du er ferdig flydd, sjekk gjerne bildene slik at du er sikker på at du har fått med alle bildene og at kvaliteten er bra før du drar fra området.



Figur 7. Illustrasjonsbilder av hva som bør fotograferes under flyvning. Først til venstre bilde av himmelen ved letting, i midten bilde av luxmeteret ved start av flyvning og sist til høyre bilde av vegetasjonen som skal fotograferes med jordforhold. Foto: Malin Larsen Græsdahl.

### 4.2 Databehandling

Gjennom PRESIS-prosjektet utvikles tjenester for dataprosessering. Disse tjenestene er foreløpig under utvikling. For mer informasjon om disse tjenestene, besøk nettsiden til PRESIS-prosjektet, du finner den på <https://precisionag.no/nb/project/presis-nb/>.

For interesserte brukere finnes også andre typer programvare som kan benyttes for dataprosessering. De kommer med egen brukerhåndbok og rutiner for prosessering av data fra RGB og multispektrale kameraer med og uten reflektanspanelmålinger.

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.