

Illustrasjon av JordbrukSat i et kystnært jordbrukslandskap på Jæren i Rogaland.

Veksttyper på jordbruksareal fra satellitt

JordbrukSat er et nasjonalt vektorkart som viser den geografiske fordelingen av ulike veksttyper på jordbruksareal, samt jordbruksareal som er nedbygd. Kartet framstilles fra satellittbilder og offentlig kartdata med bruk av maskinlæring og deler jordbruksarealet i seks klasser.

BAKGRUNN

Norges befolkning vokser og SSB forventer en økning fra dagens 4,5 millioner til over 6 millioner i 2060. Jordbruksarealet utgjør kun 3,5 % av Norges areal; samtidig er det et stort press fra mange aktører for å omdisponere arealene til andre formål enn matproduksjon, som f.eks. utbygging og større infrastrukturprosjekter. Det er også utfordringer knyttet til lønnsomhet og teknologiutvikling som resulterer i at jordbruksareal tas ut av drift. En utvikling som pekte mot økende befolkning og redusert jordbruksareal fikk Stortinget (2011–2012) til å vedta en nasjonal målsetting om å øke matproduksjonen med

1 % hvert år fram mot 2030. For å nå målsettingen er det et stort behov for å bevare jordbruksarealet. Det er derfor behov for overvåking av arealbruken og et årlig arealregnskap over jordbruksarealene.

Omdisponering av jordbruksareal registreres gjennom kommune-stat-rapporteringen KOSTRA, som bl.a. registrerer planlagt nedbygging (omdisponering) av jordbruksareal. KOSTRA viser imidlertid ikke når planlagte nedbygginger blir gjennomført, eller om de blir gjennomført. En del areal bygges også ned uten at dette registreres som omdisponering i KOSTRA.

Satellittfjernmåling har et potensial til å lage årlige kart som viser hvilke veksttyper som dyrkes på arealene og hvilke arealer som har blitt omdisponert til annen bruk eller nedbygd. Det europeiske jordobservasjonsprogrammet Copernicus leverer fortløpende satellittdata fra mange ulike satellitter og gir mulighet til å samle data nesten daglig over vekstsesongen.

JORDBRUKSAT 2021

I JordbrukSat 2021 er jordbruksarealet delt inn i seks klasser (se tabell 1). Veksttyper (produksjoner) er delt tre klasser; nedbygd areal i to klasser; mens én klasse dekker areal med usikker tolkning. Kartet har blitt framstilt ved hjelp av satellittdata fra Sentinel-2 samlet inn over vekstsesongen i 2021. I tillegg har vi brukt data fra flybåren laser (hoydedata.no) for å skille frukttrær fra andre jordbruksvekster.

Nr.	Klasse	Forklaring
1	Korn	Kornproduksjon
2	Gras	Grasproduksjon (fôr)
3	Nedbygd	Bygninger og veiarealer
4	Veksthus	Produksjon av planter
5	Frukttrær	Plantasjer med frukttrær
6	Usikker	Arealer med usikker prediksjon

Tabell 1: Klassene i JordbrukSat

DATA

Satellittdata fra Sentinel-2 for vekstsesongen fra 1. april til 30. september ble lastet ned fra ESAs Collaborative Data Hub. Sentinel-2 består av en flåte på to like satellitter som til sammen passerer det samme området hver 5. dag. Satellitten går i en polar bane og det betyr at nabobaner har stor overlapp på høye breddegrader. For Norge betyr det at vi får opptak hver

2. eller 3. dag de fleste stedene. Vi brukte alle 10 meter båndene og interpolerte to 20 meter bånd til 10 meter. For å få et datasett med et likt antall observasjoner interpolerte vi datasettet slik at vi fikk én observasjon hver uke gjennom hele vekstsesongen.

Arealressurs kart (AR5) årsversjon 2021 ble brukt for å avgrense jordbruksarealet.

Normalisert overflatemodell (nDOM) ble beregnet fra overflate- og terrengmodellen fra den nasjonale laserskanningen (hoydedata.no).

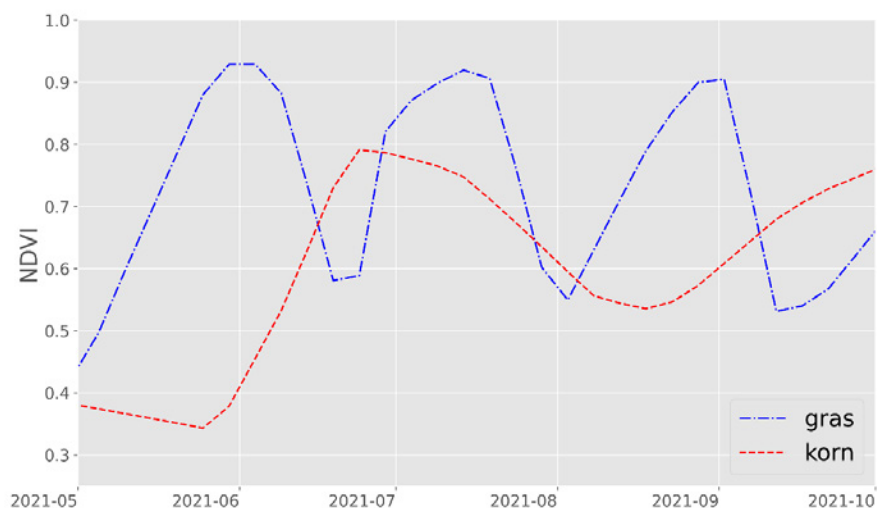
PT-data er basert på søknader om produksjonstilskudd som gårdbrukere sender inn hvert år. Datasettet har opplysninger om hvor stort areal som brukes til de ulike produksjonene som er berettiget støtte.

Felles kartdatabase (FKB) og matrikkel punkter ble brukt sammen med satellittdata i kartleggingen av bygninger og annen omdisponering av jordbruksareal.

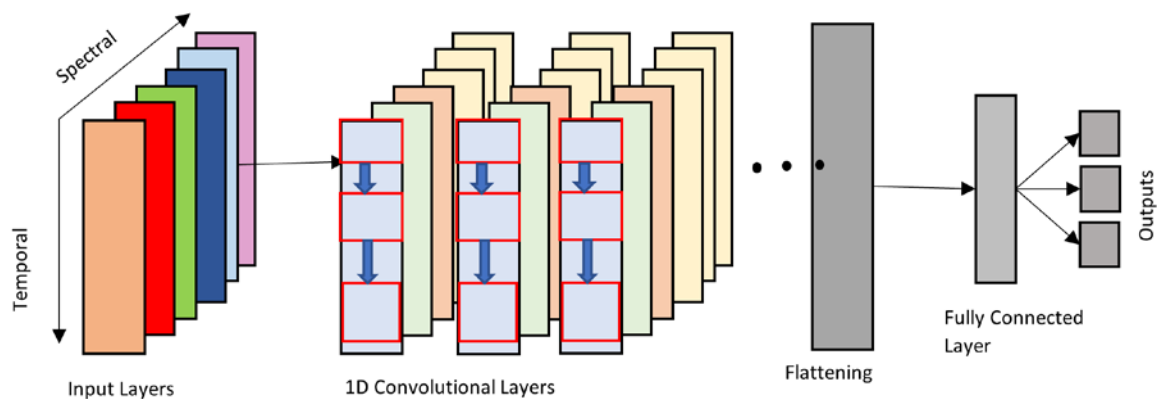
METODER

Korn og gras

Gårdsbruk som kun dyrket én veksttype i 2021 ble identifisert og brukt som grunnlag for å plukke ut data til å trene en maskinlæringsmodell. Punkter ble valgt tilfeldig innenfor eiendommene, og data fra en piksel i satellittdatasettet ble så trukket ut for hvert punkt. Resultatet ble en tidsserie med satellittobservasjoner for hvert punkt. Vi valgte å bruke en maskinlæringsmodell basert på et nevralt nettverk fordi slike modeller kan representere svært komplekse funksjoner med kapasitet til å beskrive sammenhengen mellom et stort sett med uavhengige variabler (prediktorer) og en eller flere avhengige variabler (prediksjon).



Figur 3: Tidsserier med vegetasjonsindeksen NDVI for korn (rød strek) og gras (blå strek).



Figur 1: Arkitektur for nevralt nettverk brukt for å predikere veksttyper.

Vegetasjonsindeksen NDVI er en normalisert differanse mellom nærinfrarød og rød reflektans og høye verdier er korrelert med mengden grønn biomasse. Fordi korn- og grasproduksjoner har ulike vekst- og modningsforløp og høstes på ulike tidspunkter og med ulik frekvens, vil NDVI for de to produksjonene ha ulike særtrekk. Korn gulner og modnes i juli og høstes sent på sommeren, mens gras slås når det er grønt og høstes typisk flere ganger i løpet av sesongen (figur 3). NDVI ble kun brukt i visualisering av tidsseriene, mens de originale båndene ble brukt som inndata til det nevrale nettverket.

Vi brukte et konvolusjonelt nettverk fordi det er godt egnet til å lære lokale særtrekk langs tidsaksen (Debella-Gilo & Gjertsen, 2021). Særtrekk som f.eks. endringer forårsaket av høsting kan skje på ulike tidspunkter, og et konvolusjonelt nettverk er godt egnet til å kjenne igjen slike lokale mønstre i datasettet uavhengig av hvor det opptrer langs tidsaksen (Figur 1).

Prediksjonen produserte sannsynligheter for korn og gras, og basert på dette ble hver piksel klassifisert til enten Kornproduksjon, Grasproduksjon eller Usikker. Usikker ble brukt for arealer der predikert sannsynlighet for både korn og gras var lav; slike arealer var enten ikke i drift eller ble brukt for andre formål.

Dermed er klassen Usikker en blandingsklasse som inkluderer arealer som fremviser andre særtrekk langs tidsaksen enn Korn og Grass. Dette kan være arealer som f.eks. blir brukt for grønnsaksproduksjon, jordbærdyrking eller potetproduksjon. I tillegg kan klassen Usikker inneholde arealer som ikke er i drift eller som brukes til beite for hest; altså arealer uten karakteristiske mønstre som vist i figur 3.

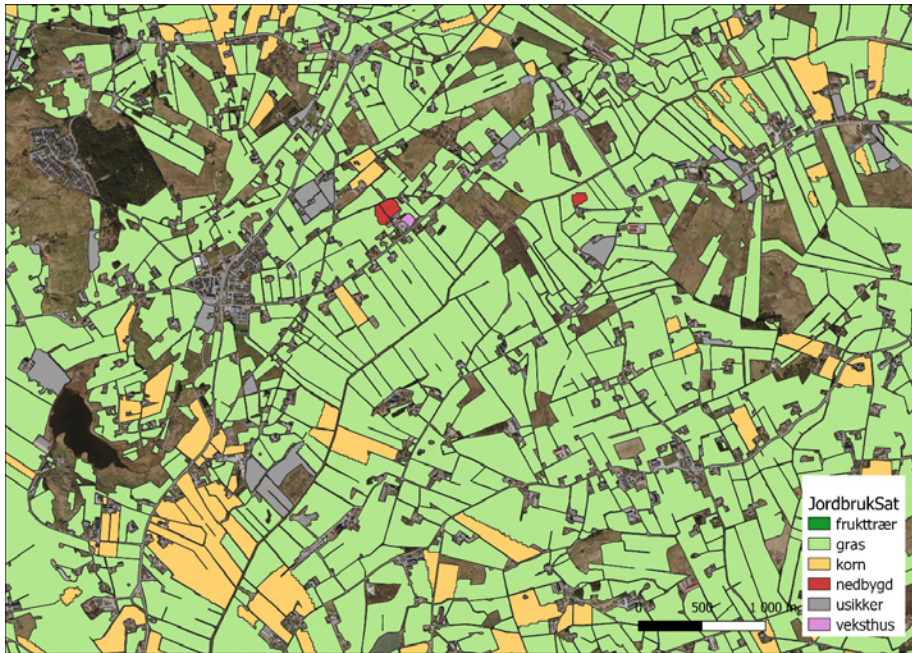
Nedbygde arealer

Deteksjon av nedbygde arealer ble basert på tilsvarende metode som for veksttyper (Debella-Gilo, 2022). Treningsdata ble samlet inn for et sett med tilfeldige punkter klassifisert som bygning i FKB Bygning og som samtidig framsto som nedbygd i et satellittbilde fra 2021.

En nevralt nettverksmodell ble trent til å detektere nedbygde områder på jordbruksmark. Det var et betydelig innslag av arealer uten vegetasjon i deteksjonen. Disse ble skilt fra nedbygde arealer gjennom bruk av FKB Bygning, FKB Vei, FKB Tiltak og matrikkel-punkter: kun arealer som helt eller delvis overlapper med bygninger eller veiarealer ble beholdt som nedbygd areal. Nedbygd areal som i matrikkelen er klassifisert som veksthus ble klassifisert som Veksthus og de resterende som Nedbygd, mens vegetasjonsløse arealer ble tilført klassen Usikker.

Frukttrær

Frukttrær er en permanent jordbruksvekst og trærne står vanligvis i mange år. Vi vurderte at metoden brukt for å skille korn- og grasvekster ikke kan brukes for å skille plantasjer med frukttrær fra andre arealer med permanent vegetasjon. Frukttrær skiller seg imidlertid fra andre kulturvekster med høyden, som ofte er over to meter. Vi brukte derfor nDOM avledet fra den nasjonale laserskanningen for å skille ut frukttrær fra andre kulturvekster. Arealer med nyplanting ble ikke riktig klassifisert fordi høyden var under terskelverdien brukt for å skille trær fra andre kulturvekster.



Figur 2: Et lite utsnitt fra JordbrukSat 2021 over et område på Vestlandet som er dominert av grasproduksjon, men det har også arealer med kornproduksjon. Noen arealer har fått klassen Usikker og slike arealer er typisk brukt til beite for hest, grønnsaksproduksjon eller ikke i drift.

FERDIGSTILLELSE AV KARTET

Produksjonen av JordbrukSat 2021 foregikk i ulike delprosesser som ledet til flere produkter som måtte slås sammen til ett ferdig sluttprodukt. I sammenslåingen der det var konflikt mellom flere klasser var rekkefølgen i prioriteringen Nedbygd og Veksthus, Frukttrær, Korn og Gras, Usikker. I figur 2 vises et utsnitt fra produktet i et område på Jæren ved Stavanger.

USIKKERHET

Usikkerheten i klassifiseringen av klassene Korn, Gras og Nedbygging (tabell 2) har kun blitt vurdert basert på testdatasettet og er derfor kun en indikator på kvaliteten fordi datasettet ikke representerer alle veksttyper som fins på jordbruksarealene.

Klasse	Precision	Recall	F1	Support
Korn	0,98	0,99	0,98	2400
Gras	0,99	0,99	0,99	4026
Nedbygging	0,99	1	1	30000
Nøyaktighet			0,99	36426

Tabell 2: Klassifiseringsnøyaktighet på testdatasettet.

EKSEMPEL PÅ BRUK

Arealfordelingen til klassene i JordbruksSat 2021 er vist i tabell 3. Vi ser at det dyrkes korn på ca. 31,5 % av jordbruksarealet.

Klasse	Areal (dekar)	Andel (%)
Grasproduksjon	5.146.068	58,95
Kornproduksjon	2.748.797	31,49
Usikker	808.452	9,26
Frukttrær	16.180	0,19
Nedbygd	8.649	0,10
Veksthus	1.025	0,01

Tabell 3: Arealfordeling av klassene.

REFERANSER

- Debella-Gilo, M. (2022). Detecting built-up areas in agricultural fields using deep learning on Sentinel-2 Satellite Image Time Series. *Kart og Plan*, 115(2), 136-153. doi:<https://doi.org/10.18261/kp.115.2.4>
- Debella-Gilo, M., & Gjertsen, A. K. (2021). Mapping seasonal agricultural land use types using deep learning on Sentinel-2 image time series. *Remote Sensing*, 13(2), 289. doi:<https://doi.org/10.3390/rs13020289>

FORFATTERE:

Misganu Debella-Gilo
Arnt Kristian Gjertsen
Bjørn Borchsenius
Geir-Harald Strand