



Gjenkjenning av vekster i jordbruket basert på satellittdata

Utprøving av metode for Akershusområdet

TALL

SOM FORTELLER

NOTATER / DOCUMENTS

2020 / 27

Margrete Steinnes, Geir Inge Gundersen
og Damian Bargiel (Darmstadt teknologiske universitet)

I serien Notater publiseres dokumentasjon, metodebeskrivelser, modellbeskrivelser og standarder.

© Statistisk sentralbyrå

Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen skal Statistisk sentralbyrå oppgis som kilde.

Publisert 30. juli 2020

ISBN 978-82-587-1159-6 (elektronisk)

ISSN 2535-7271 (elektronisk)

Standardtegn i tabeller	Symbol
Tall kan ikke forekomme	.
Oppgave mangler	..
Oppgave mangler foreløpig	...
Tall kan ikke offentliggjøres	:
Null	-
Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	0
Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	0,0
Foreløpig tall	*
Brudd i den loddrette serien	—
Brudd i den vannrette serien	
Desimaltegn	,

Forord

I dette arbeidet prøves det ut metoder for å gjenkjenne og stedfeste ulike typer jordbruksvekster ved bruk av radarsatellittdata. Resultatet sammenlignes med data fra søknader om produksjonstilskudd. Metoder for å stedfeste tilskuddsarealene i størst mulig grad, er også del av prosjektet.

Arbeidet med avlingsgjenkjenning er utført av Damian Bargiel ved det tekniske universitetet i Darmstadt, Tyskland. Stedfesting av produksjonstilskuddssøknader og sammenligning med disse er utført av SSB.

Ideen til prosjektet er utviklet i forbindelse med forskningsprosjektet Urban Experimental Ecosystem Accounting (Urban EEA). Dette prosjektet er ledet av David N. Barton fra NINA.

Prosjektet er finansiert av Eurostat som del av grants-prosjektet «Improving agricultural and land use statistics by using satellite images». Søknad om finansiering ble sendt inn som svar på utlysningen «Merging statistics and geospatial information in Member States» i 2018.

Statistisk sentralbyrå, 13. juli 2020

Per Morten Holt

Sammendrag

I dette arbeidet tester vi ut en satellittbasert metode for å identifisere jordbruksvekster. Metoden er utviklet i Tyskland, og brukt med godt resultat der. Her testes den ut for et studieområde som i hovedsak består av gamle Akershus fylke, samt noen nabokommuner. I området finnes totalt 969 km² fulldyrka areal.

Resultatet av arbeidet er et digitalt kart der skifter som er i bruk til ulike jordbruksvekster er kartfesta som flater. Dette kartet er planlagt brukt videre i geografiske analyser som krever høy grad av korrekt stedfesting. I første omgang en analyse av nærheten mellom leveområder for naturlige pollinator (ville bier, humler), og jordbruksvekster som har nytte av insektpollinering.

Metoden bruker data fra de to radarsatellittene Sentinel-1. Denne typen satellitter kan fange opp tekstur og volum av vekster på jordoverflaten. Radarsatellitter kan gjøre opptak uavhengig av lysforhold og gjennom skydekke. Det er derfor mulig å få mange opptak gjennom plantenes vekstsesong. Metoden for typegjenkjenning er avhengig av hyppige opptak, da den er basert på vekstenes fenologi, det vil si gjenkjenning av vekststadier som spiring, blomstring og utvikling av blader.

For å kunne vurdere metodens treffsikkerhet, sammenlignes resultatet med data fra jordbruksbedriftenes søknader om produksjonstilskudd. En del av arbeidet er å stedfeste disse i størst mulig grad. Selv om det finnes søknader for 95 prosent av det fulldyrka arealet, er det bare mulig å stedfeste deler av det nøyaktig nok til å bruke i analysen. For om lag 100 km² kan type vekst stedfestes entydig. Disse arealene kan brukes som «treningsområder» som øker kvaliteten på satellittanalysen. Om lag 250 km² kan stedfestes entydig på bedriftsnivå. Dette datasettet brukes til å sjekke treffsikkerheten på den ferdige analysen.

For alle vekstene sett under ett, oppnår metoden en treffsikkerhet på 82 prosent. Resultatene er best for areal i bruk til korn. Havre oppnår 90 prosent korrekt stedfesting, bygg 84 prosent og høsthvete 82 prosent. Rug og vårhvete treffer langt dårligere med 48 og 29 prosent treffsikkerhet. Disse tallene viser imidlertid bare i hvilken grad vekster blir rett klassifisert på områder der de virkelig dyrkes. Vekstene er også utsatt for overestimering, det vil si at metoden sier at et areal er i bruk til en vekst som ikke dyrkes der. Fulldyrka areal i bruk til eng oppnår korrekt stedfesting for 95 prosent av arealet, men overestimeres også i stor grad.

Vekstene som har nytte av pollinering dyrkes bare på 3 prosent av arealet i studieområdet. Av disse får oljevekster god treffsikkerhet (83 prosent). For de øvrige, det vil si erter/bønner, jordbær, frukt og andre bær, kan vi se en tendens til både lav grad av treffsikkerhet i områdene der de dyrkes, og overestimering i områder der de ikke dyrkes. Det begrensa arealet og jordleie over kommunegrenser gjør imidlertid valideringen usikker, og grad av treffsikkerhet kan ikke fastslås nøyaktig. Enkeltkommuner som har godt med treningsområder for spesielle vekster kan likevel få gode resultater.

Både over- og underestimering vil være en svakhet når datasettet skal brukes i detaljerte geografiske analyser, som pollineringsberegninger. Å begrense analysene til kommuner/områder der man kan fastslå god treffsikkerhet for vekstene man vil se på, kan være en god løsning. Andre analyser, basert på vekstene som dyrkes i større omfang, på større skifter, og som har høyere treffsikkerhet, vil være mindre problematiske.

Innhold

Forord.....	3
Sammendrag.....	4
1. Innledning.....	6
1.1. Bakgrunn	6
1.2. Formålet med analysen	8
2. Definisjoner og begreper	9
3. Datagrunnlag.....	11
3.1. Radarsatellittdata	11
3.2. AR5- arealressurskart	12
3.3. Matrikkelen	12
3.4. SSBs arealbrukskart	13
3.5. Landbruksregisteret	13
3.6. Søknader om produksjonstilskudd	13
3.7. Registrerte vekster, georefererte foto	14
3.8. Norge i bilder	15
3.9. Google street view	15
3.10. Meteorologiske data.....	15
4. Metode	16
4.1. Gjenkjenning av vekster fra radarsatellittdata	16
4.2. Inndeling av teiger med ulike vekster	17
4.3. Stedfesting av vekster fra søknader om produksjonstilskudd	18
4.4. Sammenligning av endelig resultat	23
5. Treningsdata i Akershusområdet.....	24
5.1. Manuell prosess. Stedfesting på teignivå basert på stedfesta bedrifter	25
6. Om studieområdet.....	27
6.1. Høydeforskjeller innen studieområdet.....	28
6.2. Jordbruksvekster innen studieområdet	29
6.3. Temperatur innen studieområdet.....	31
6.4. Såtidspunkt, våren 2019	32
7. Resultat	33
7.1. Treffsikkerhet, overordna	33
7.2. Vekstene som dyrkes i stort omfang.....	34
7.3. Vekstene som dyrkes i mindre omfang	36
7.4. Sammenligning, kommunenivå	38
8. Feilkilder og diskusjon.....	41
8.1. Betydning av treningsdata	41
8.2. Areal som ikke er omsøkt	43
8.3. Vekster med ulik fenologi.....	43
8.4. Sammenligning på kommunenivå	43
8.5. Vekster som har nytte av pollinering	44
Referanser.....	45
Vedlegg A: Vekster fra produksjonstilskudd	47
Vedlegg B: Vekster som har nytte av pollinering	48
Vedlegg C: Eksempel på mange-til-mange forhold i søknad om produksjonstilskudd	49
Vedlegg D: Jordbruksvekster per kommune i studieområdet. Fra søknader om produksjonstilskudd 2019	50

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

Jordbruksarealer og bruk av jordbruksarealer påvirker omgivelsene gjennom hvilke vekster som dyrkes, hvordan dyrkingsmetoder kan medføre forurensing, og hvordan jordbrukets kulturlandskap gir mulighet for rekreasjon. Hvilke vekster som dyrkes har betydning for blant annet pollinering, da ulike vekster gir leveområde for ulike pollinerende insekter. Dersom vi kjenner til hvor de ulike vekstene dyrkes kan vi få bedre kjennskap til hvordan jordbruket påvirker de lokale økosystemene, og videre hvordan det påvirker økosystemtjenestene de leverer tilbake til oss.

Kartfesting av hvilke jordbruksvekster som dyrkes hvor, kan gi grunnlag for nye geografiske analyser som kan belyse økosystempåvirkningene. Det er særlig på seks områder vi ser for oss at geografisk stedfesting av ulike avlingstyper kan være nyttig.

1) Brukes rett jordkvalitet til rett type jordbruksvekst? Produksjon av gress øker i områder som tidligere har vært i bruk til korn. Tilsier jordkvaliteten at det fortsatt burde dyrkes korn, poteter og grønnsaker her? Og omvendt, fører dyrking av gress på god dyrkingsjord til at det blir mindre bruk av utmark til beite og høsting av gress, og dermed gjengroing og tap av biologisk mangfold? Dette er blant annet tatt opp i jordbrukspolitisk debatt av organisatorisk nestleder i Norsk Bonde- og småbrukarlag, Kathrine Kinn (Kinn, 2020).

2) Det er jordbruksområdene rett utenfor byer og tettsteder som i størst grad er utsatt for utbygging (Gundersen et.al, 2017). Her ligger ofte jorda av best kvalitet. Hvilke vekster dyrkes i de områdene som går tapt ved utbygging? Det er viktig å dokumentere både matproduksjon i dag som går tapt, og grunnlaget for framtidens matsikkerhet.

3) Hvor dyrkes vekstene som har behov for insektpollinering, og hvor er disse plassert i forhold til leveområder for de naturlige pollinatorene?

4) Dyrkes de samme vekstene på de samme arealene over tid? Vekstskifte, eller skifte av plantearter på samme skifte (jordstykke hvor samme vekst blir dyrket), er et viktig jordforbedrings- og planteverntiltak. Videre kan det ha positiv effekt på avlingsmengde og -kvalitet (NIBIO, 2020). Særlig innen økologisk jordbruk brukes vekstskifte for å utnytte jordas produksjonskapasitet ved å veksle mellom nærende og tærende vekster (Valde, 2010).

5) Klimarisiko kan, som påpekt i NOU 2018:17 «Klimarisiko og norsk økonomi», s. 81, øke behovet for norsk produksjon av mat og fôr. Kunnskap om lokalisering av jordbruksvekster er viktig for å få kunnskap om jordbruksarealene brukes på best mulig måte. (NOU, 2018).

6) Hvordan påvirker fordeling av jordbruksvekster grunnlaget for økosystemtjenester generelt? Her kan man se på egenskaper ved jordbrukets økosystem som er nødvendig for jordbruksproduksjonen, bl.a. jorddannelse og jordbearbeiding, næringsstoffer, beiteressurser, monokulturer, pollinering, vegetasjonens betydning for vannkretsløpet og plante- og dyregenetiske ressurser.

Det tredje aspektet, pollinering, ønsker vi å legge spesiell vekt på her. Mange av vekstene som dyrkes i Norge har ikke behov for pollinering fra insekter, dette gjelder de fleste kornslag, poteter, gresseng og mange grønnsaker. Vekster som

frukt og bær derimot, samt erter, åkerbønner, oljevekster som rybs og raps, og semi-naturlige blomsterenger, er enten avhengig av pollinering fra insekter, eller vil kunne få større avlinger dersom slik pollinering skjer. Pollinering er viktig for å kunne dyrke mange av de jordbruksvekstene som sikrer et variert kosthold.

Hos NINA er det utviklet en metode for detaljert modellering av insekters habitat basert på kart og satellittbilder. Modellen (ESTIMAP) kan estimere ulike landskapselementers biofysiske kapasitet som leveområder for naturlige pollinatorer (Stange et.al, 2017). Med et godt kartgrunnlag over ulike jordbruksvekster, ville man hatt et interessant datagrunnlag for å se på sammenhengen mellom leveområder for naturlige pollinatorer, og jordbruksvekstene som har nytte av pollinering.

Rapporteringssystem for jordbruksvekster

I EU-landenes system for landbrukssubsidier (Integrated Administration and Control System, IACS) er alle jordbruksteiger identifisert i et register (The Land Parcel Identification System), og man har et grafisk/kartgrensesnitt i rapporteringen som gjør at gårdbrukere kan indikere på hvilke teiger de søker støtte for hvilken vekst (The Geospatial Aid Application). Systemet brukes i alle EU-land, for alle jordbruksbedrifter som søker tilskudd, og gjør at man oppnår detaljert rapportering av jordbruksvekster på teignivå (Europakommisjonen, 2020).

Et slikt system har vi ikke i Norge, men vi har jordbruksbedriftenes søknader om produksjonstilskudd. Søknadene om produksjonstilskudd fylles ut årlig av så godt som alle jordbruksbedrifter med aktiv drift. I søknadene oppgis det hvor mye areal som er i bruk til ulike typer vekster. Arealtallene er imidlertid gitt samla på bedriftsnivå, ikke på den enkelte eiendom eller teig. Så selv om bedriftene også oppgir hvilke eiendommer de enten eier eller leier areal fra, og hvor mye areal de bruker på hver enkelt eiendom, så kan det ikke med sikkerhet identifiseres akkurat hvilken vekst som dyrkes hvor. Jordleie er blitt svært utbredt i Norge (Bjørlo og Rognstad, 2019). Når flere bedrifter driver jord på samme eiendom, blir geografisk stedfesting av avlingstyper ytterligere komplisert.

Satellittbasert gjenkjenning av vekster

I 2014 ble den første Sentinel-1 satellitten skutt opp som del av EUs Copernicus program. Data fra denne radarsatellitten kan brukes til mange formål, blant annet til overvåkning av avlingstyper og avlingsmengder i jordbruket. I 2016 ble den andre satellitten skutt opp. Data fra Sentinel-satellittene er fritt tilgjengelige, og mange ulike aktører har utviklet metoder for gjenkjenning av ulike typer jordbruksvekster basert på disse. I Norge kjenner vi ikke til at metoder for vekstgjenkjenning har blitt prøvd ut, men NIBIO har gjort et beslektet arbeid med metoder for å identifisere avlingsmengder (NIBIO, 2016).

Ved det tekniske universitetet i Darmstadt har Damian Bargiel utviklet en metode, basert på data fra Sentinel-1, som gjør det mulig å identifisere avlingstyper på jordbruksarealer automatisk og i stor skala. Det spesielle med studien er at den bruker avlingsfenologi i gjenkjenning av de ulike vekstene. Fenologi er studiet av periodiske (sykliske) fenomener (fenofaser) hos planter. Studien identifiserer fenologiske stadier (f.eks. tidspunkt for fremkomst av blader og blomster), og fenologiske sekvensmønstre. Ved å overvåke plantenes utvikling i hele vekstperioden, kan metoden skille de ulike jordbruksvekstene fra hverandre.

Metoden har vært testet i Tyskland for korn (vår- og høstbygg, rug, hvete og havre), raps, poteter, mais, sukkerroer og eng, og viser seg å gi bedre og mer stabile resultat enn standard satellittbaserte klassifiseringsmetoder. Da metoden ble utført i Tyskland, lå treffsikkerheten for eng, mais og raps over 95 prosent. For poteter var

andel korrekt klassifisert areal rundt 80 prosent, mens den for bygg, hvete og rug lå mellom disse. Metoden var svakest for vårbygg med om lag 70 prosent treffsikkerhet (Bargiel, 2017).

1.2. Formålet med analysen

I dette arbeidet undersøker vi om det er mulig å identifisere hvilke jordbruksvekster som dyrkes hvor, ved bruk av radarsatellittdata. Ambisjonsnivået er å få god nok stedfesting på skiftenivå, til å kunne bruke datagrunnlaget videre i andre geografiske analyser.

Studieområdet er gamle Akershus fylke, samt nabokommunene, Lier, Hole, Jevnaker, Lunner, Oslo og Østre Toten. Nabokommunene er med for å få med flere områder der det dyrkes frukt/bær og andre vekster som har nytte av pollinering.

Resultatmål

- 1) Bruke metode for avlingstypegjenkjenning, utviklet ved universitetet i Darmstadt, til å identifisere hvilke vekster som dyrkes hvor. Vekstene skal identifiseres på skiftenivå, innen fulldyrka areal i Akershusområdet
- 2) Georeferere så mye som mulig av informasjonen fra søknadene om produksjonstilskudd
- 3) Bruke georefererte opplysninger fra søknader om produksjonstilskudd til å
 - a) Finne treningsområder for å gjøre analysen i punkt 1 så treffsikker som mulig
 - b) Sammenligne og vurdere kvaliteten på satellittdataanalysen i punkt 1. Legge ekstra vekt på kvaliteten av analysen for vekster som har nytte av pollinerende insekter.

2. Definisjoner og begreper

Avlingstype

Avlingstype blir i dette arbeidet brukt som et synonym for «vekster i jordbruket». Liste over inndeling av vekster/avlingstyper er gitt i Vedlegg A.

Driftssenter

Landbrukseiendommen stedfestes med et punkt for driftssenteret. Etter hovedregelen vil dette være tunet hvis eiendommen har tun.

Fenologi

Fenologi er studiet av periodiske (sykliske) fenomener (fenofaser) hos planter. Fenologi identifiserer fenologiske stadier som tidspunkt for blomstring, løvsprett, fruktmodning, eller bladfelling hos forskjellige arter. Fenologiske stadier er påvirket av breddegrad, solhøyde og lokalklima. (Universitetet i Oslo, 2011)

Fulldyrka jord

Jordbruksareal som er dyrka til vanlig pløvedjup, og kan benyttes til åkervekster eller til eng, og som kan fornyes ved pløying (Bjørndal og Bjørkelo, 2006).

Grunneiendom

En grunneiendom, eller eiendomsteig, er minstenheten i eiendomsstrukturen. For større eiendommer vil som oftest flere grunneiendommer samlet utgjøre eiendommen. Små eiendommer, for eksempel boligtomter, består i hovedregelen av én grunneiendom. Der vil den ene grunneiendommen være sammenfallende med tomten som huseieren eier (Gundersen, 2012).

Hovednummer

Identifikasjonsnøkkel for landbrukseiendom. Hovednummer består av kommunenummer, gårdsnummer, bruksnummer og festenummer (altså matrikelnummeret) for den grunneiendommen som er mest representativ for landbrukseiendommen (tunteig/driftssenter).

Jordbruksbedrift

Virksomhet med jordbruksdrift, medberegnet hagebruk og husdyrhold. Bedrifta omfatter alt som blir drevet som en enhet under en ledelse og med felles bruk av produksjonsmidler. Jordbruksbedriften er uavhengig av kommunegrenser. En jordbruksbedrift skal ha driftssenter på en landbrukseiendom (SSB, 2020 a).

Jordbruksareal

Jordbruksareal er sterkt kulturpåvirka mark, med permanent vegetasjonsdekke (eng/beite) eller periodisk vegetasjonsdekke (åker). Det skilles mellom 3 klasser: Fulldyrka jord, Overflatedyrka jord og Innmarksbeite (Bjørndal og Bjørkelo, 2006).

Landbrukseiendom

En landbrukseiendom er en eiendom som benyttes eller kan benyttes til jord- og/eller skogbruk. Alt som tilhører samme eier i en kommune hører til samme landbrukseiendom uten hensyn til om den omfatter flere matrikelnumre (grunneiendommer). Noen eiendommer følger ikke hovedregelen. Det gjelder f.eks. en del offentlig eide eiendommer som tilhører ulike forvaltningsområder (SSB, 2020 b).

Landbruksregisteret

Landbruksregisteret er et offentlig register over grunneiendommer som inngår i landbrukseiendommer, dets eiere og brukere (Gundersen, 2012).

Leiejord

Leiejord er jordbruksareal der bruker og eier av arealet er forskjellige personer, inklusive ikke-fysiske personer (SSB, 2020 c).

Matrikkelen

Norges offisielle register over fast eiendom, herunder bygninger, boliger og adresser.

Matrikkelnummer

En eiendoms unike id, bestående av kommune-, gårds-, bruks- og festenummer.

Skifte

Et skifte er den delen av et jordstykke eller hele jordstykket hvor samme vekst blir dyrket i en vekstsesong (SSB, 2020 d).

Teig

Med teig menes jordbruksareal som er helt omsluttet av areal tilhørende andre eiendommer. Dersom offentlig veg eller jernbane deler en eiendom i flere deler, skal dette som hovedregel ikke regnes som teiger. En teig består av ett eller flere jordstykker. Med jordstykke menes sammenhengende jordbruksareal som er avgrenset av veg, bekk, skog mv. (SSB, 2002).

Treningsdata

Område der vi kjenner til hvilken type overflate området har, i denne sammenheng hvilken type jordbruksvekst som dyrkes der. En samling av slike sikre observasjoner brukes til å «trene» klassifiseringsalgoritmen til å kjenne igjen andre områder med samme type vekst.

Det er brukt 3 ulike treningsdatasett i dette arbeidet. Det mest omfattende dekker 113 km².

Valideringsdata

Brukes her om datasettet vi sjekker resultatet mot. For at en eiendom skal bli del av valideringsdatasettet må kun én bedrift drive jorda der, og det samla arealet av de ulike vekstene i produksjonssøknaden må stemme med det fulldyrka areal i kartet.

Valideringsdatasettet brukt i dette arbeidet dekker 250 km².

Vekster som har nytte av insektpollinering

Blant vekster som har nytte av insektpollinering finner vi blant annet oljevekster (rybs/raps), erter, åkerbønner, jordbær, andre typer frukt og bær (eple, pære, bringebær osv). Noen lite brukte vekster, som bokhvete, har også nytte av pollinering. Det samme gjelder noen grønnsaker (purre, gulrot) dersom de brukes til frøproduksjon. Fullstendig liste er gitt i vedlegg B.

3. Datagrunnlag

3.1. Radarsatellittdata

Satellittdataene som brukes i denne analysen er hentet fra Sentinel-1. Sentinel-1 er et sett av 2 radarsatellitter, skutt opp i henholdsvis 2014 og 2016, som går i polarkretsende baner, og har høy besøkshyppighet i Nord-Europa. I Sør-Norge går det 2 dager mellom hvert opptak (ESA, 2020 a). Satellittene er del av EUs Copernicus-program, og data er derfor fritt tilgjengelig.

I motsetning til optiske satellitter, som er avhengig av at sollys reflekterer mot bakken for å gi et bilde, kan radarsatellittene gjøre opptak uavhengig av vær og lysforhold (SNL, 2020). Radarsatellitter sender aktivt ut signaler som går gjennom skyer, reflekterer mot jordoverflaten, og fanges opp igjen av satellitten. Det er derfor mulig å få en lang rekke opptak i løpet av en vekstsesong. Dette er svært viktig for metoden som benyttes her, da den er basert på overvåkning av hele vekstperioden, fra før spiring til etter høsting.

Radarsatellittene skiller seg også fra optiske satellitter i måten de observerer jordoverflaten på. Optiske satellitter fanger opp lys i synlige bølgelengder, og «ser» jordoverflaten stort sett på samme måte som et menneskeøye. Radarsatellitter derimot fanger opp informasjon om jordoverflatens tekstur. Dersom signalet sendt fra satellitten treffer en hard overflate, som bebyggelse eller en rolig vannflate, vil bølgen reflekteres direkte tilbake. Dersom den treffer vegetasjon, vil deler av bølgen spres i vegetasjonen, og signalet som sendes tilbake vil være påvirket av dette.

Sentinel-1 er utstyrt med et C-SAR instrument (Synthetic-aperture radar). SAR-instrumenter kan sende og motta data i horisontal (H) eller vertikal (V) retning, eller kombinasjoner av disse. Dette gir en effekt kalt “dual polarization”, som gir mer informasjon om hvordan signalene fra satellitten spres på overflaten den treffer, enn alminnelige radarsignaler. Dette er nyttig for kartlegging blant annet av areal/vegetasjonsdekke, da det forteller mer om volum og tekstur for vegetasjonen på bakken (ESA, 2020 b). I dette arbeidet er VV og VH polarisering brukt.

Opptak fra Sentinel-1 har en rekke anvendelser knyttet til blant annet jordbruk, skogbruk, hydrologi og oseanografi (ESA, 2020 c).

Opptakene som benyttes her, er gjort i IW-mode (Interferometric Wide swath), som gir bred opptaksbredde (250 km) kombinert med moderat geometrisk oppløsning. Det er brukt data fra 6 ulike satellittbaner (tabell 3.1).

Totalt er det brukt 382 bilder, tatt i perioden 1. september 2018 til 15. oktober 2019 (tabell 3.1). Disse er brukt til å identifisere vekster på fulldyrka jord sommeren 2019. Resultatet er gitt i en pikselstørrelse på 10 x 10 meter.

Til tilretteleggingen av satellittdataene er det brukt Sigma nought Terrain-Correction på digital terrengmodell (DTM) med 10-meters oppløsning fra Kartverket.

Tabell 3.1 Satellittbilder brukt i analysen, tekniske fakta

Satellittbaner	A146, A44, A73, D139, D37, D66
Polariseringer	VV, VH
Totalt antall bilder	382
Tidsrom	01.09.2018 til 15.10.2019

3.2. AR5- arealressurskart

AR5 følger et nasjonalt klassifikasjonssystem for markslag etablert av Norsk institutt for skog og landskap, senere Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO). Klassifikasjonssystemet bygger på det som ble benyttet for markslag i Økonomisk kartverk (ØK). Landarealet deles inn i polygoner som kan beskrives med samme verdier for egenskapene arealtype, skogbonitet, treslag og grunnforhold (Bjørndal og Bjørkelo, 2006).

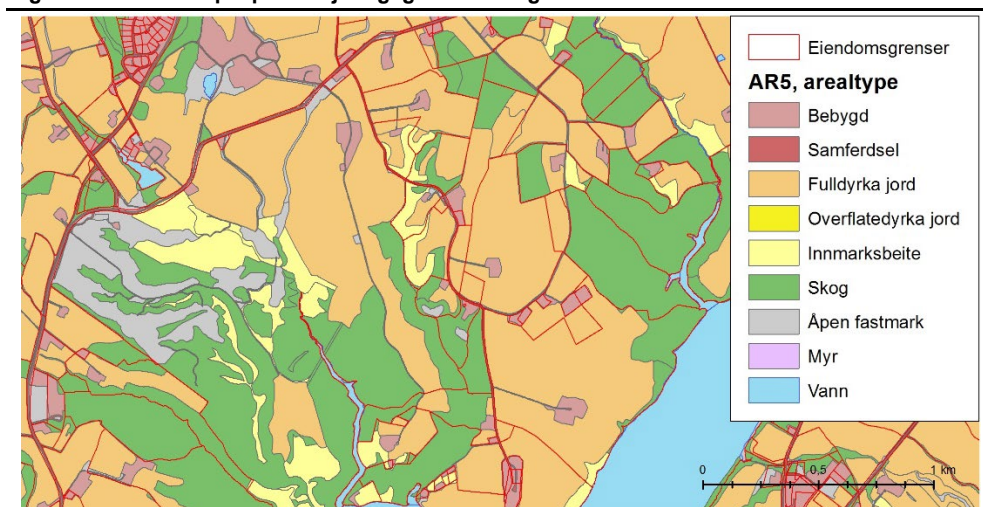
Hovedinndelinga i AR5 er arealtype som deles inn i: fulldyrka jord, overflatedyrka jord, innmarksbeite, skog, myr, åpen fastmark, vann, snø/isbre, bebyggd, samferdsel og ikke kartlagt. Alt areal skal identifiseres som en arealtype. Videre identifiseres verdier for de andre egenskapene dersom de er relevante for arealtypen. Det er arealets tilstand som skal legges til grunn for klassifiseringen i AR5, ikke bruken av arealet. Figur 3.1 viser et eksempel på hvordan AR5 kan se ut i et jordbruksområde, her i kombinasjon med eiendomsgrenser fra matrikkelen.

I dette arbeidet er det kun arealer som er klassifisert som fulldyrka som brukes. Disse brukes til:

- å avgrense områdene for satellittdataanalysene (deles ikke opp etter eiendomsgrenser)
- stedfesting av areal fra søknadene om produksjonstilskudd (i kombinasjon med eiendomsgrenser)

I begge tilfeller brukes AR5-utgaven fra 2019.

Figur 3.1 Eksempel på detaljeringsgrad i AR5 og eiendomskartet fra matrikkelen



3.3. Matrikkelen

Matrikkelen er Norges offisielle register over grunneiendommer, adresser, bygninger og boliger. Den er opprettet med hjemmel i ”lov om eigedsregistrering” og erstatter det tidligere registeret over grunneiendommer, adresser og bygninger (GAB) og digitalt eiendomskartverk (DEK). Kartverket er sentral matrikkelmyndighet og er ansvarlig for forvaltning av Matrikkelen og tilhørende regelverk. Kommunene er lokal matrikkelmyndighet og har ansvar for oppdateringen.

Matrikkelen, og det digitale eiendomskartet, består av alle grunneiendommer i Norge med opplysninger om matrikkelnummer og eier. Datasettet Matrikkelen-Eiendomskart Teig inneholder et «et lappetepe» av teiger (avgrensede arealer/jordstykker) med informasjon om hvilken eiendom den tilhører.

Matrikelnummeret (det vil si kommune-, gårds-, bruks- og festenummer) identifiserer eiendommen (Kartverket, 2019). Eksempel på geografisk nøyaktighet er gitt i figur 3.1.

I dette arbeidet er det eiendomskartet fra matrikkelen som er brukt, for å kunne knytte opplysninger fra søknader om produksjonstilskudd til rett eiendom. Vi har brukt utgaver av eiendomskartet fra 2015, 2017 og 2019.

3.4. SSBs arealbrukskart

SSB produserer årlig et arealbrukskart over bebygd areal. Kartet er basert på en lang rekke register og kartgrunnlag, særlig sentral er matrikkelen og data fra Felles kartbase. De fleste kildene er i 1:5 000, det vil si at kartet har svært høy geografisk nøyaktighet, tilsvarende den vi finner i AR5. Kartet gir et så godt bilde som mulig av arealet som var bebygd og opparbeida ved inngangen til et nytt år. (ref Arealbruksnotat)

I denne analysen brukes SSBs arealbrukskart til å viske bort fulldyrka arealer som har blitt bebygd etter siste oppdatering av AR5. 2019-utgaven av datasettet brukes.

3.5. Landbruksregisteret

Landbruksregisteret er Landbruksdirektoratets grunndataregister. Registeret inneholder informasjon om landbrukseiendommer, personer og foretak, og sammenhengen mellom disse enhetene.

Datasettet Landbrukseiendommer omfatter alle landbrukseiendommer i Norge. En landbrukseiendom består av en eller flere grunneiendommer. Hovednummeret til eiendommen består av kommunenummer, gårdsnummer, bruksnummer og festenummer (altså matrikelnummeret) for den grunneiendommen som er mest representativ for landbrukseiendommen (tunteig/driftssenter).

I Landbruksregisteret finner vi opplysninger om eiendomsteiger med andre gårds- og bruksnummer som er del av samme landbrukseiendom. Til landbrukseiendommen er det knyttet arealopplysninger (Felles datakatalog, 2017).

I dette arbeidet brukes utgaver av Landbrukseiendommer fra Landbruksregisteret fra 2015 og 2017.

3.6. Søknader om produksjonstilskudd

Søknad om produksjonstilskudd kan fylles ut av foretak som er knyttet til en landbrukseiendom i Landbruksregisteret.

I søknaden oppgir foretaket alt jordbruksarealet de disponerte i vekstsesongen i søknadsåret. Det gjelder både eid, forpaktet og leid areal, inklusiv eventuelt areal som er midlertidig ute av drift. Foretaket som disponerer arealene er det foretaket som administrerer eller utfører jordarbeid, høsting og annen skjøtsel, og som mottar inntektene fra produksjonen. Det skal oppgis hvilke eiendommer søknaden gjelder (kommune-, gårds-, bruks- og festenummer), samt størrelse og markslag på arealene, det vil si om arealet er fulldyrket, overflatedyrket eller innmarksbeite (Landbruksdirektoratet, 2020).

I tillegg inneholder søknadene administrative opplysninger som navn på foretaket, organisasjonsnummer og adresse. Landbruksbedriftens gårds-, bruksnummer og festenummer utgjør sammen med kommunenummeret en entydig identifikasjon, som kan knyttes til enheten i landbruksregisteret.

Jordbruksvekster

Foretaket oppgir hvilke vekster som dyrkes på arealene. Areal av de ulike vekstene må stemme med arealet av eiendommene som er oppgitt i gårdskartet fra NIBIO. Det skal føres opp hvor mange dekar foretaket har hatt av de ulike vekstene, det vil si ulike typer korn, frukt og bær, samt eng. Grønnsaker oppgis samla som en kategori, mens poteter oppgis som egen type (Landbruksdirektoratet, 2020).

Det er viktig å legge merke til at vekstene oppgis på bedriftsnivå, ikke på eiendomsnivå. Dette har stor betydning for hvor nøyaktig stedfesting det er mulig å få til for avlingstyper. Se avsnitt 4.3 for nærmere forklaring.

Leiejord

I tilknytning til areal som leies fra andre, skal det spesifiseres hvem arealet leies av, gårds- og bruksnummer for arealet, om arealet er fulldyrka, overflatedyrka eller innmarksbeite, samt hvor mange dekar som leies (Landbruksdirektoratet, 2020).

Siden jordleie er vanlig, vil det ofte være flere observasjoner av leid jord for hver jordbruksbedrift som har søkt produksjonstilskudd. Det er også vanlig at den som leier ut jord, selv driver deler av arealet som ikke leies ut, eller leier ut teiger til flere ulike jordbruksbedrifter.

Mange-til-mange forhold

Det er vanlig at en bedrift eier eller leier areal fra flere eiendommer. Det er også vanlig at en eiendom leies ut til flere bedrifter. I den fullstendige oversikten over produksjonstilskudd vil det derfor være mange-til-mange forhold mellom bedrifter og eiendommer. Det vil si at samme eiendom er knyttet til flere ulike bedrifter, men uten at det er spesifisert hvilken del av eiendommen de ulike bedriftene driver. Det er gitt eksempel på hvordan disse mange-til-mange forhold kan se ut i vedlegg C.

Mange-til-mange forhold mellom eiendommer og bedrifter, samt at bedrifter ofte driver med flere typer vekster, begrenser muligheten for korrekt stedfesting av avlingstyper på skiftenivå. Stedfesting er imidlertid mulig dersom bedriften ikke deler jord med andre, eller den bare dyrker én type jordbruksvekst. Korrekt fordeling av vekster på kommunenivå er også mulig, dersom det ikke er for mye leie på tvers av kommunegrenser. Hvordan dette fungerer er forklart i avsnitt 4.4.

3.7. Registrerte vekster, georefererte foto

Som treningsdata i første runde av analysen, ble det brukt 139 georefererte foto av ulike vekster. Bildene ble tatt i vekstsesongen 2019, på noen enkeltdager i starten av juli og slutten av august/starten av september. Bildene ble hovedsakelig tatt i kommunene Østre Toten, Eidsvoll, Nes, Frogn og Ås. Figur 5.1 viser hvor observasjonene er samlet inn.

De fleste typer jordbruksvekster som dyrkes i studieområdet ble fotografert, men med flest observasjoner av de vanligste kornslagene, samt eng og potet. Tabell 5.1 viser antall observasjoner av ulike typer vekster. Vekstene ble identifisert så nøyaktig som mulig. For eksempel ble ulike typer grønnsaker stort sett identifisert etter art, men der bildene er tatt for tidlig i vekstsesongen til å kunne si nøyaktig hvilken type det er, er de bare merket som «grønnsaker». Det samme gjelder for hvete. Dersom vi kunne identifisere disse som høst- eller vårhvete er det gjort, men mange observasjoner er bare markert som hvete.

Den nøyaktige observasjonen av vekst på bakkenivå er brukt som treningsdata i den innledende analysen. I denne er de georefererte som punkt. De er også brukt i

den endelige analysen, da med informasjonen overført til hele polygonet der veksten finnes. Detaljer om tilrettelegging av treningsdata finnes i kapittel 5.

3.8. Norge i bilder

For å få flere observasjoner til treningsdatasettene i runde 2 og 3 av analysen er det også hentet inn informasjon fra flyfotoarkivet til Norgebilder.no.

Flyfoto fra dette arkivet er brukt i kombinasjon med fulldyrka areal fra AR5 og stedfesta vekster på bedriftsnivå. Med denne informasjonen er det mulig å identifisere skifter der det dyrkes frukt- og bær (figur 3.2). Siden disse vekstene står over flere år, lar det seg også gjøre selv om det ikke er foto fra siste år som ligger ute. På analysetidspunktet var nyeste flyfoto i studieområdet tatt i perioden 2016-2019.

Figur 3.2 Eksempel på flyfoto fra Norgebilder.no. Fulldyrka areal med frukt eller bær som er mulig å identifisere fra søknad om produksjonstilskudd, AR5 og flyfoto



3.9. Google street view

For å få flere observasjoner til treningsdatasettene i runde 2 og 3 av analysen er det i noen tilfeller hentet inn informasjon fra Google street view. Dette er opptak gjort langs veger med kamera som filmer i 360 grader. Mange av opptakene i studieområdet er gjort sommer/høst 2019.

Opptakene er her brukt til å dobbeltsjekke informasjon om type jordbruksvekst fra de stedfesta produksjonstilskuddssøknadene. Opptakene kan brukes for å identifisere noen mer karakteristiske vekster som jordbær, potet, erter, åkerbønner og raps.

3.10. Meteorologiske data

For å justere beregningene er det en fordel å ha detaljerte temperaturdata som input. Ideelt sett er det behov for observerte minimums og maksimumstemperaturer per dag, gitt på et detaljert rutenett. Meteorologisk institutt produserer slike kartdatasett, men de har en produksjonstid på nesten et år, så 2019-data var ikke klare da dette arbeidet ble utført.

I stedet er kart med værvarsel benyttet. Disse blir produsert som detaljerte rutenettkart for en periode 3 dager fram i tid, og både minimums og maksimumstemperaturer kan trekkes ut fra disse. Illustrasjon som viser et slikt kart fra en enkelt dag er gitt i figur 6.4, kapittel 6.

4. Metode

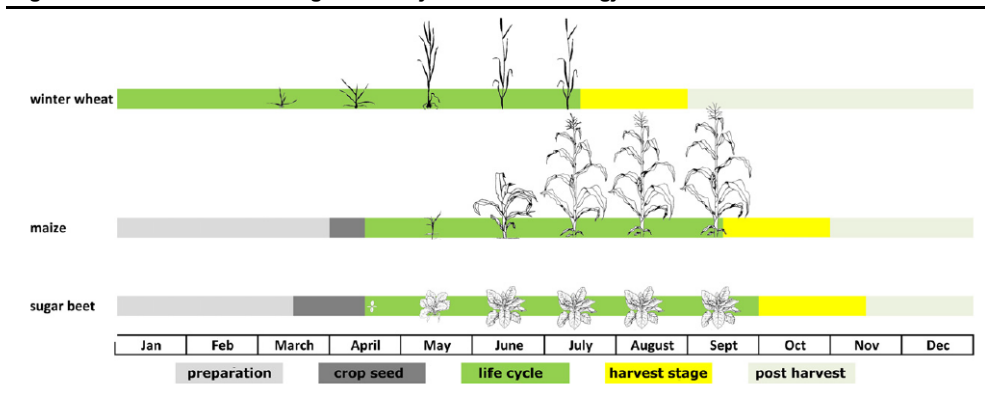
4.1. Gjenkjenning av vekster fra radarsatellittdata

Jordbruksareal er en arealtype som gjennomgår store endringer i løpet av ganske korte tidsintervaller. De fleste jordbruksvekster har en vekstsesong som strekker seg over noen måneder, og på den tiden endrer plantenes fenologi seg sterkt flere ganger. Fenologi vil si hvordan vekster utvikler seg gjennom en livssyklus, fra spiring, til utvikling av blad, blomstring og så videre. Metoden som her brukes for å identifisere ulike jordbruksvekster, er basert på inngående kjennskap til de ulike jordbruksveksternes fenologi.

Det viktigste datagrunnlaget er satellittbaserte radarbilder fra Sentinel-1. Dette er satellittdata som kan gi informasjon om jordoverflatens tekstur, og om volum av vegetasjon. Siden Sentinel-1 har høy oppdateringsfrekvens, og kan gjøre opptak uavhengig av lys- og skyforhold, er det mulig å få en lang rekke opptak i løpet av året. Slik kan man få god oversikt over endringene på bakken gjennom hele vekstens livssyklus, fra før spiring til etter høsting.

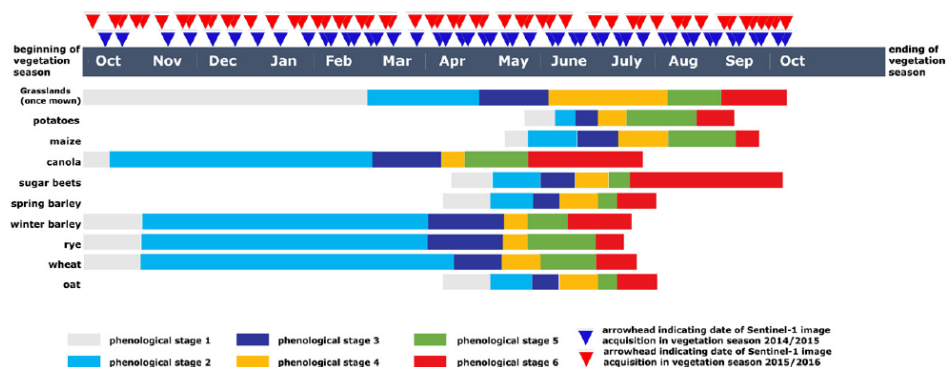
Basert på radarrefleksjonen kan metoden identifisere fenologiske stadier, som når veksten får blad eller blomster, og den kan identifisere fenologiske sekvensmønstre. Det er disse sekvensmønstrene som brukes for å anslå sannsynligheten for ulike vekster på bakken. Som vist i figur 4.1 kan også bakkens beskaffenhet før spiring og etter innhøsting være med på å gi en unik identifisering av en vekst. I figuren blir det tydelig at høstvetete skiller seg ekstra ut ved at jordbearbeiding og såing ikke gjøres på våren.

Figur 4.1 Skissert utvikling for noen jordbruksvekster gjennom året



Kilde: Bargiel, 2017

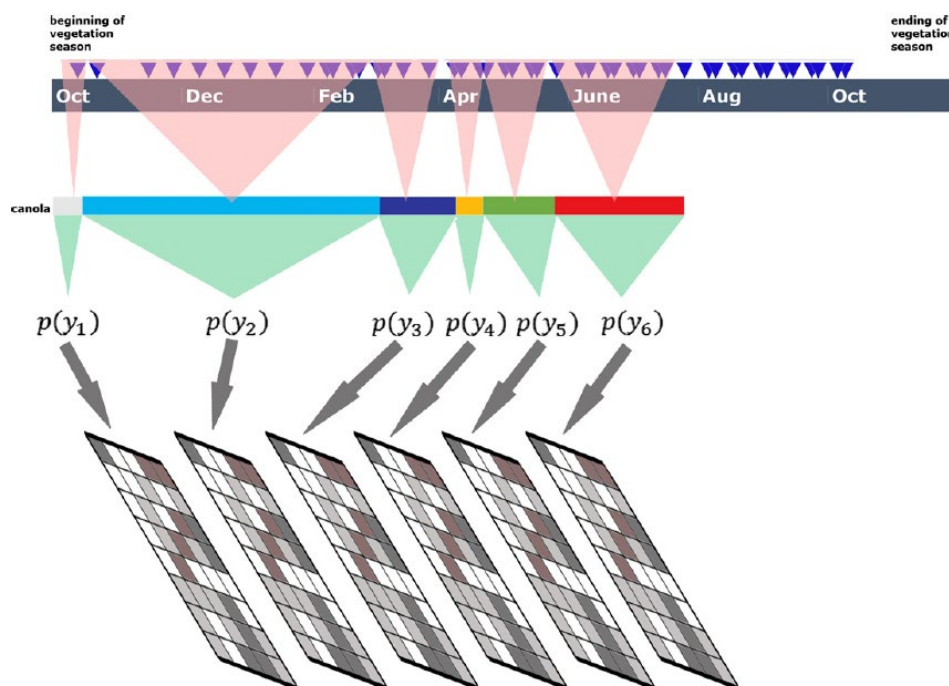
For hver avlingstype identifiseres seks ulike fenologiske stadier (figur 4.2). Innen hvert stadium er det lite forskjell i plantenes utvikling, men i overgangen til neste stadium skjer det en merkbar endring i utseende. Raps er for eksempel svært liten i stadium 1 (opp til 5 blad), i stadium 5 er den i blomst. Selv om noen stadier vil være like for en del vekster (som 1, 2 og 3 for flere kornslag), har alle vekster noen stadier som gjør det mulig å skille dem fra hverandre. Fra disse stadiene kan et fenologisk sekvensmønster utledes for hver type vekst. Figur 4.2 viser det fenologiske mønsteret for vekstene studien ble gjennomført for i Tyskland.

Figur 4.2 Fenologiske stadier for de ulike vekstene fra studieområdet i Tyskland

Kilde: Bargiel, 2017

Basert på disse fenologiske stadiene, blir det deretter beregnet en sannsynlighet for at hver piksel kan inneholde de ulike vekstene. Den veksten som til slutt har høyest sannsynlighet, antas å være den som finnes på bakken. Figur 4.3 viser hvordan beregningen foregår for en avlingstype.

Metoden, slik den er utført i Tyskland, er beskrevet i «A new method for crop classification combining time series of radar images and crop phenology information» (Bargiel, 2017).

Figur 4.3 Beregning av sannsynlighetskart for raps (canola). Fra satellittopptakene beregnes et kart for hvert fenologiske stadium. Dette gir 6 sannsynlighetskart for at hver piksel er raps i det fenologiske stadiumet

Kilde: Bargiel, 2017

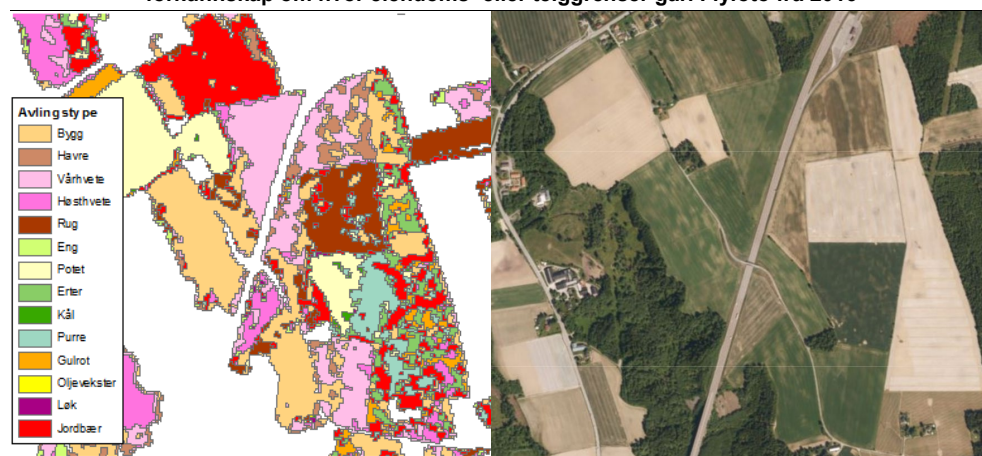
4.2. Inndeling av teiger med ulike vekster

Analysen er utført for det fulldyrka arealet i Akershusområdet, slik det er framstilt i AR5, men med fratrekk av områder som er bebygde i SSB-arealbruk.

I filen med fulldyrka areal som ble oversendt til Darmstadt var større jorder ikke delt inn etter teig- eller eiendomsgrenser. Når analysen likevel finner at et større jorde er i bruk til flere ulike typer jordbruksvekster, er dette kun basert på selve

satellittdatatolkningen. I figur 4.4 er det vist eksempel på hvordan metoden korrekt deler inn store jorder i ulike teiger og skifter. Illustrasjonen er fra runde 1, så innad på teigene og skiftene er ikke inndelingen helt rett, men grensene mellom teigene/skiftene stemmer svært godt med det vi ser i flyfoto.

Figur 4.4 Inndeling i teiger og skifter utført i første runde av satellittbildetolkningen, uten forkunnskap om hvor eiendoms- eller teiggrensene går. Flyfoto fra 2016



Kilde flyfoto: Norgebilder.no

4.3. Stedfesting av vekster fra søknader om produksjonstilskudd

Følgende datagrunnlag er brukt for å knytte de ulike vekstene til kart:

- Vekster – fra søknader om produksjonstilskudd (2019)
- Eie/leiejord – fra søknader om produksjonstilskudd (2019)
- Landbruksregisteret (2017)
- Fulldyrka areal gitt i arealressurskartet (AR5) (2017 og 2019)
- Eiendomskart fra matrikkelen (2015, 2017 og 2019)

Mange-til-mange forhold mellom bedrifter, eiendommer og vekster er avgjørende for hvor mye av tilskuddsarealet som kan stedfestes korrekt. Vi kan ikke få sikker stedfesting av alt arealet, men vi kan få det i disse tilfellene:

- **Entydig stedfesting:** Der en bedrift kun dyrker én vekst, på eiendommer bedriften ikke deler med andre. Gir korrekt stedfesting av vekst på skiftenivå.
- **Stedfesting samla for bedriften:** En bedrift dyrker flere vekster, og den leier ikke bort deler av eiendommen til andre bedrifter.
- **Innen kommune:** Samlet areal drevet av alle bedrifter som har driftssenter innen kommunen. Vil gi bra overenstemmelse så sant det ikke foregår for mye leie på tvers av kommunegrensene
- **Samlet innen studieområdet:** Samlet areal drevet av alle bedrifter som har driftssenter innen studieområdet. Eie- og leieforhold utenfor området vil være en svakhet.

Særlig de entydige stedfesta arealene er viktige i analysen. Disse kan brukes som bakkesannhet eller treningsdata, slik at algoritmene bedre kjenner igjen de ulike avlingstypene.

Med litt manuell tilrettelegging kan deler av datasettet stedfesting samlet for bedriften, også brukes som treningsdata. Det er viktig å få med mer areal for spesielle vekster, det vil si de som er uvanlig å ha som eneste type vekst for en bedrift (f.eks erter, jordbær, poteter, grønnsaker). Den manuelle tilretteleggingen er beskrevet i avsnitt 5.1.

Siden det meste av arealet som blir entydig stedfesta blir brukt som treningsdata, kan ikke dette arealet brukes for å sjekke kvaliteten på resultatet. Den delen av arealet som er stedfesta samlet for bedriften (og som ikke er brukt i treningsdatasettet) blir derfor svært viktig for kvalitetsvurderingen av det endelige resultatet. Vi kaller dette valideringsdatasettet.

For stedfesting på kommunenivå og samlet innen hele studieområdet, er det viktigst å få kartlagt hvor stor usikkerhet eie/leieforhold på tvers av kommunegrenser medfører. Dersom usikkerheten blir for stor bør kommunene ikke brukes til sammenligning.

Stedfesting på bedriftsnivå

Entydig stedfesting og stedfesting samlet for bedriften foregår i tre steg.

Steg 1. Kobling av bedrifter til kart

I landbruksregisteret er det oppgitt hvilke grunneiendommer som hører til hvilken bedrift. Dersom grunneiendommenes matrikelnummer gjenfinnes i eiendomskartet, får de overført bedriftens hovednummer. Det samme får eiendommer som står oppført som eid eller leid av bedriften i produksjonstilskuddssøknaden. Denne koblingen gjøres i tre omganger, mot eiendomskart fra 2015, 2017 og 2019, for å ta høyde for at utdaterte matrikelnummer kan være brukt, og sørge for høyest mulig grad av kobling. Tabell 4.1 viser i hvilken grad vi har kobling via de ulike kildene. Totalt får vi kobling til bedrifter for 86 prosent av det omsøkte arealet i studieområdet.

Tabell 4.1 Kobling til kart, for areal som bedrifter har søkt produksjonstilskudd for. Etter hvilken kilde som fører til kobling. Areal km², og andel

Kilde for kobling	Areal, km ²	Andel, prosent
Fra 2017, direkte kobling på matrikelnummer	700	71
Fra 2017, kobling via Landbruksregisteret	78	8
Fra 2015	50	5
Fra 2019	12	1
Kobler ikke	140	14

Steg 2. Teller bedrifter per eiendom

Siden vi kun kan få til denne typen kobling på eiendommer der det bare finnes en bedrift, telles det opp hvor mange bedrifter som finnes per eiendom. I tillegg markerer vi om bedriften kun driver jord innen studieområdet, eller om den også eier/leier jord utenfor dette. Dette gjøres for senere å kunne velge ut eiendommer der vi har full oversikt over bedriftene som driver jorden (tabell 4.2).

Tabell 4.2 Forhold mellom eiendommer og bedrifter. Etter entydighet. Areal km², og andel

	Areal, km ²	Andel, prosent
Delvis utenfor studieområdet	55	7
Flere bedrifter per eiendom	347	41
Bedriften deler ikke jord- flere avlingstyper	310	37
Bedriften deler ikke jord- kun en avlingstype	132	16

Steg 3. Teller vekster per bedrift

Oversikten over type vekster gitt i søknadene om produksjonstilskudd forenkles for å stemme med de vekstene som er identifiserbare med satellittdatametoden. Hvilke vekster som slås sammen er gitt i vedlegg A.

Det telles deretter opp hvor mange typer vekster hver bedrift søkte tilskudd for i 2019. I tabell 4.3 er det gitt hvor mange bedrifter som har ulike antall vekster.

21 prosent av arealet drives av bedrifter som bare har én type vekst. Det er innen dette arealet vi kan finne de helt sikre observasjonene av avlingstyper.

Tabell 4.3 Antall vekster per bedrift¹. Arealet bedriftene driver. Km², og andel av totalt areal

Antall vekster	Antall jordbruksbedrifter	Areal, km ²	Andel av totalt areal, prosent
1	1 033	193	21
2	646	216	23
3	394	197	21
4	225	166	18
5	90	83	9
6	28	37	4
7 el. flere	13	29	3

1- Gjelder all jord bedriften har søkt produksjonstilskudd for. All jord ligger ikke nødvendigvis innen studieområdet.

Entydig stedfesta vekster

Det er syv typer vekster som lar seg plassere entydig på kartet ved at bedriften bare driver med en type jordbruksvekst, og vi i tillegg vet hvilke eiendommer den bedriften driver alene. Totalt er det 100 km² fulldyrka areal som kan plasseres slik (tabell 4.4).

Halvparten av arealet er i bruk til eng, mye er i bruk til bygg og havre, noe mindre til høst- og vårhvete. Rug er også representert, men ikke med mer enn 100 dekar. Vi finner også noen grønnsaker innen arealet, men ikke poteter, raps, erter, bær eller frukt (tabell 4.4).

Tabell 4.4 Type vekster som kan stedfestes på skiftenivå fra produksjonstilskudds-søknadene. Type vekst og areal, km²

	Fulldyrka areal, km ²
Eng	50,7
Bygg	21,6
Havre	16,0
Høsthvete	5,5
Grønnsaker	3,3
Vårhvete	2,5
Rug	0,1

Stedfesting samlet per bedrift

Dette er stedfesting for bedrifter som driver med flere typer jordbruksvekster, uten å dele jord med andre bedrifter. For disse kan vi ikke få stedfestingen korrekt på skiftenivå, men vi kan ha oversikt over de totale arealene med ulike vekster, og bruke det til sammenligning på bedriftsnivå. Her må vi også sette krav til at arealet i kartet stemmer godt overens med arealet bedriften oppgir å drive. Litt avvik vil det ofte være, men for at vi skal være sikre på at dette er de samme arealene som vi finner i søknaden, godtar vi ikke avvik over +/- 10 prosent. Da tar vi høyde for at inntegningen i kartet kan avvike noe fra det arealet som blir brukt i virkeligheten, og at det rapporterte arealet vil være avrundet (areal for hver type vekst blir rapportert i hele dekar uten desimaler).

På denne måten klarer vi å plukke ut 250 km² hvor vi kjenner avlingstypene på bedriftsnivå, og der arealet vi finner i kartet stemmer med det som er omsøkt. Litt av dette arealet brukes til å finne vekster på skiftenivå for en del av de minst vanlige vekstene (avsnitt 5.1), men mesteparten brukes som et valideringsdatasett til å sjekke treffsikkerheten for de endelige resultatene (avsnitt 4.4).

Stedfesting, hele studieområdet

Når de ulike typene vekster skal summeres opp for hele studieområdet, må dette gjøres på bedriftsnivå. Bare bedrifter som har sitt driftssenter innen studieområdet kan tas med. Bedriftene innen studieområdet har søkt om tilskudd for 915 km², eller 94 prosent av det omsøkte arealet i regionen. 11 km² av dette arealet ligger ikke i studieområdet, men dette kan ikke skilles ut geografisk. 915 km² danner derfor grunnlag for opptellinger innen studieområdet (tabell 4.5)

I tillegg regner vi med at de 5 prosentene av fulldyrka areal som ikke er omsøkt er i bruk til eng. Vi mangler da bare oversikt over 8 km² som blir drevet fra bedrifter i

andre kommuner, og 11 km² som blir drevet på eiendommer utenfor studieområdet. Da har vi oversikt over 98 til 99 prosent av arealet. Dette er en høy nok andel til at det trygt kan gjøres sammenligninger for hele studieområdet sett under ett.

Tabell 4.5 Areal i studieområdet omsøkt av bedrifter som er registrert innen og utenfor studieområdet

	Areal, km ²	Andel
Areal omsøkt fra bedrifter i studieområdet	915	94
- På eiendommer innen studieområdet	904	
- På eiendommer utenfor studieområdet	11	
Areal omsøkt av bedrifter utenfor studieområdet	8	1
Areal ikke omsøkt, regnes som eng	46	5
Fulldyrka areal fra kart, uten bebygd areal	969	100

Stedfesting på kommunenivå

Siden avlingstypene er gitt på bedriftsnivå, må summering på kommunenivå gjøres for hele bedriften samlet. Dersom bedriften egentlig også driver areal i andre kommuner vil dette utgjøre en feilkilde. Figur 4.5 viser hvor mye av omsøkt, fulldyrka areal i hver kommune som også drives av bedrifter registrert i samme kommune. For fem kommuner (Lier, Hole, Lunner, Hurdal og Østre Toten) er andelen 95 prosent eller høyere. Disse legger vi spesiell vekt på i gjennomgangen av resultatet.

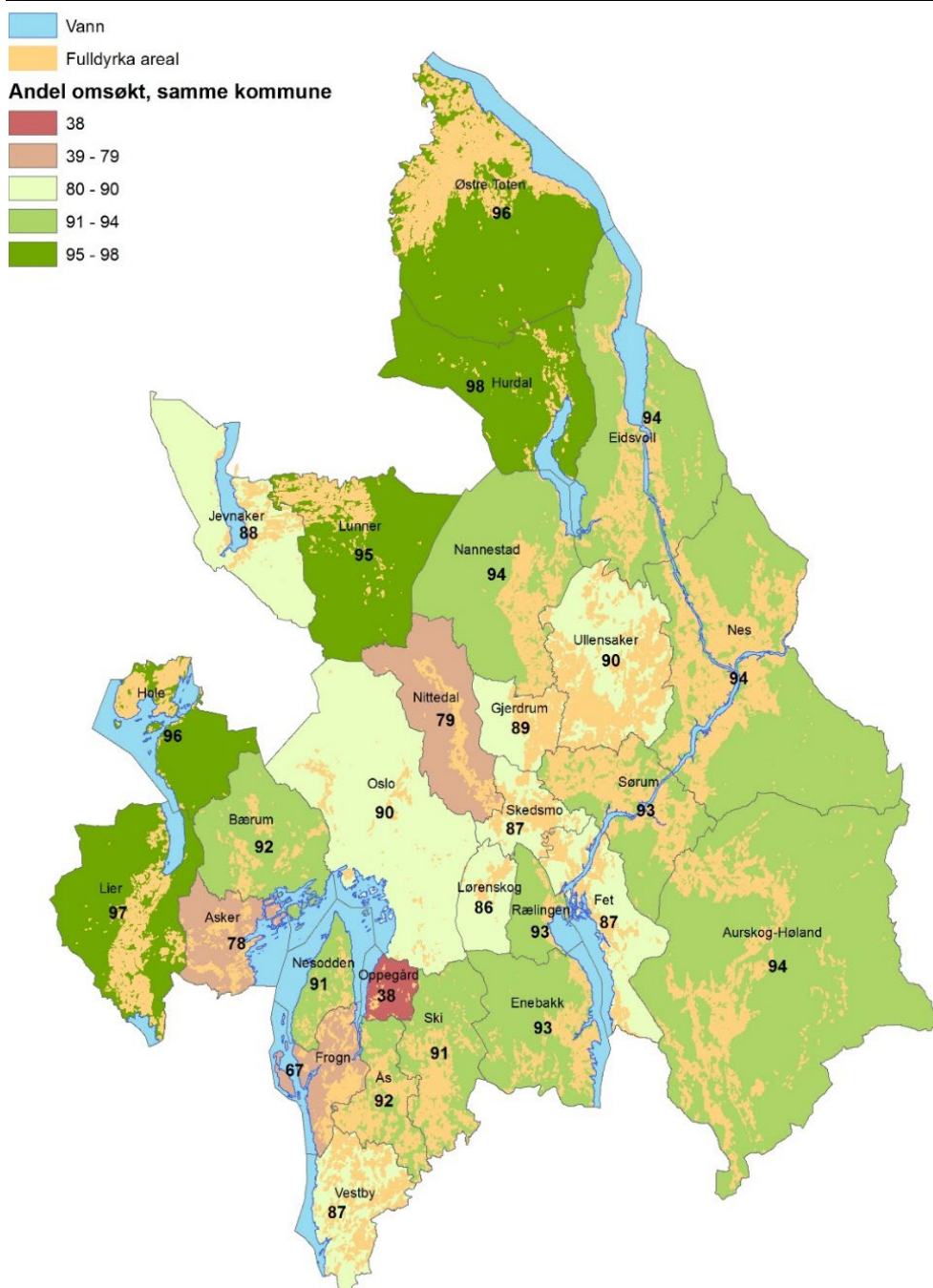
Follo

Noen av vekstene som har nytte av pollinering finner vi mer av i Follo-kommunene (Nesodden, Frogn, Vestby, Ås, Oppegård og Ski) enn i resten av studieområdet. Dette gjelder særlig raps, erter og bønner. I dette distriktet er det mye leie av jord over kommunegrensene, noe som gjør at sammenligninger på kommunenivå blir usikre. Det meste av jordreie foregår imidlertid internt mellom de seks kommunene. Slår vi de sammen og ser på dem som et distrikt, får vi oversikt over 94 prosent av arealet (tabell 4.6). Dette er høyt nok til at vi også kan diskutere Follo i resultatkapittelet.

Tabell 4.6 Areal i Follo¹ som drives av bedrifter registrert i distriktet. Andel av totalt fulldyrka areal

	Areal	Andel
Fulldyrka areal, kart	130	
Omsøkt areal, jord og bedrifter i Follo	122	94

¹ Ser samla på kommunene Vestby, Ski, Ås, Frogn, Nesodden og Oppegård.

Figur 4.5 Andel av fulldyrka areal det er søkt tilskudd for, og som drives av en jordbruksbedrift i samme kommune**Ikke-omsøkt areal**

I alle kommuner finnes det en del fulldyrka areal som ingen søker tilskudd for. Det er mulig å finne hvor mye dette utgjør ved å se på forskjell mellom omsøkt areal i hver kommune, og det fulldyrka arealet fra AR5. I tabell 4.6 ser vi at det ikke omsøkte arealet utgjør 5 prosent av det fulldyrka arealet i distriktet

Det kan være flere grunner til at det ikke søkes produksjonsstøtte for et areal. Arealet kan være brakk, eller ute av drift. Det kan være i bruk av små bedrifter, eller til hobbybruk, f.eks. til hest. I noen tilfeller kan driveren ha glemt å sende søknad. Uansett er det mer sannsynlig at arealet er dekt av gress, enn av andre arter. Når vi sammenligner på kommunenivå og samla for hele studieområdet, regner vi slikt ikke-omsøkt areal for å være eng.

4.4. Sammenligning av endelig resultat

Treffsikkerheten beregnes ved å telle opp areal av ulike vekster innen geografiske områder. Resultatet av satellittdataanalysen er gitt som piksler på 10 x 10 meter. Piksler som ligger på grensen mellom teiger blir klipt mot grensene, slik at deler av piksler tilfaller de ulike teigene.

Aralet av de ulike vekstene sammenlignes deretter på ulike geografiske nivåer mot informasjon fra søknadene om produksjonstilskudd. Sammenligningen gjøres:

- For 250 km² der vi kjenner bedriftens totale areal av ulike vekster, selv om vi ikke vet hvilken teig som brukes til hva
- Samla for hele studieområdet
- For enkeltkommuner, dersom de i liten grad har eie/leieforhold på tvers av kommunegrenser

Vi ønsker å gi resultatet som prosentandel korrekt stedfesta areal. Det beste hadde vært å gjøre sammenligningen mot entydig stedfesta areal på vekstnivå. Siden vi stort sett har brukt de entydige skiftene til treningsdata, har vi svært lite slikt areal igjen til å bruke i sammenligningen. Det vi gjør er derfor:

Sammenligning på bedriftsnivå

Sammenligning på bedriftsnivå kan vi gjøre for et areal på 250 km². For 223 km² kjenner vi bare type vekst på bedriftsnivå, og for de siste 27 km² kjenner vi det på skiftenivå. Vi gjør samme beregning for hele dette datasettet.

For hver vekst det kan søkes produksjonstilskudd for, trekker vi fra hvor mye areal satellittdataanalysen virkelig finner. Dersom en bedrift driver med 70 dekar eng og 200 dekar havre, og det samme også fanges opp av satellitten, blir differansen 0. Dersom satellitten ikke fanger opp mer enn 40 dekar eng, og tolker resten av engarealet som bygg, får vi -30 for eng og + 30 for bygg. Kanskje tolkes deler av havren også som bygg, så vi får -50 for havren og + 50 til for bygg. I beregningen bryr vi oss ikke om hva de feilklassifiserte pikslene har blitt identifisert som. Treffsikkerheten beregnes som $40/70 = 57$ prosent for eng og $150/200 = 75$ prosent for havre.

På denne måten får vi treffsikkerheten beregnet med en prosentverdi, til tross for at vi ikke kjenner fasiten på skiftenivå. Avviket fra 100 vil fortelle i hvor stor grad arealet for veksten underestimeres. Prosentverdien vil i hovedsak være sammenlignbar med den som er brukt til vurdering av resultatene for metoden i Tyskland.

Samme metode, men omvendt, slik at vi ser på arealet som overestimeres (som bygg i eksempelet) kan brukes for å tallfeste i hvor stor grad vekster «forurenses» i områder der vi vet at de ikke finnes.

Kommuner

Sammenligning på kommunenivå kan gjøres der eie- og leieforhold stort sett skjer innen kommunen. I tillegg prioriterer vi kommuner som har vekster som har nytte av pollinerende insekter. Dette gjør at vi velger Hole, Lier, Østre Toten og Follodistriktet til sammenligning på kommunenivå.

Hele studieområdet

For hele studieområdet gjøres det en sammenligning av hvor mye areal som klassifiseres som en vekst, mot hvor mye som er registrert i søknader om produksjonstilskudd.

5. Treningsdata i Akershusområdet

Analysen er utført i tre omganger. I første omgang ble 139 geotagga foto av ulike typer vekster brukt som treningsdata, altså som en hjelp for algoritmene til å gjenkjenne de ulike jordbruksvekstene. Fotoene var ikke festa til et polygon/teig, men representerte punkt innen det området bildet var fra. De geotagga fotoene var ikke fordelt jevnt over studieområdet, men var i hovedsak henta fra Nes, Eidsvoll, Østre Toten, samt Folloområdet (figur 5.1). Hvilke avlingstyper som var representert er gitt i tabell 5.1.

I andre omgang besto treningsdatasettet av polygoner/teiger med entydig kartfesta jordbruksvekster (avsnitt 4.2). Disse områdene dekket om lag 100 km², og var jevnt fordelt i studieområdet. Siden forutsetningen for entydig kartfesting er at bedriften bare driver med en avlingstype, var alminnelige avlingstyper som eng og bygg overrepresenterte. Spesielle vekster, som erter, jordbær og raps finnes ikke entydig stedfesta på denne måten.

Vi tok derfor med noen arealer fra datasettet der vekster er stedfesta på bedrifts-nivå. For å få sikker stedfesting av disse må det imidlertid gjøres en manuell jobb, som tar utgangspunkt i resultatene fra første runde. Denne jobben er beskrevet i avsnitt 5.1.

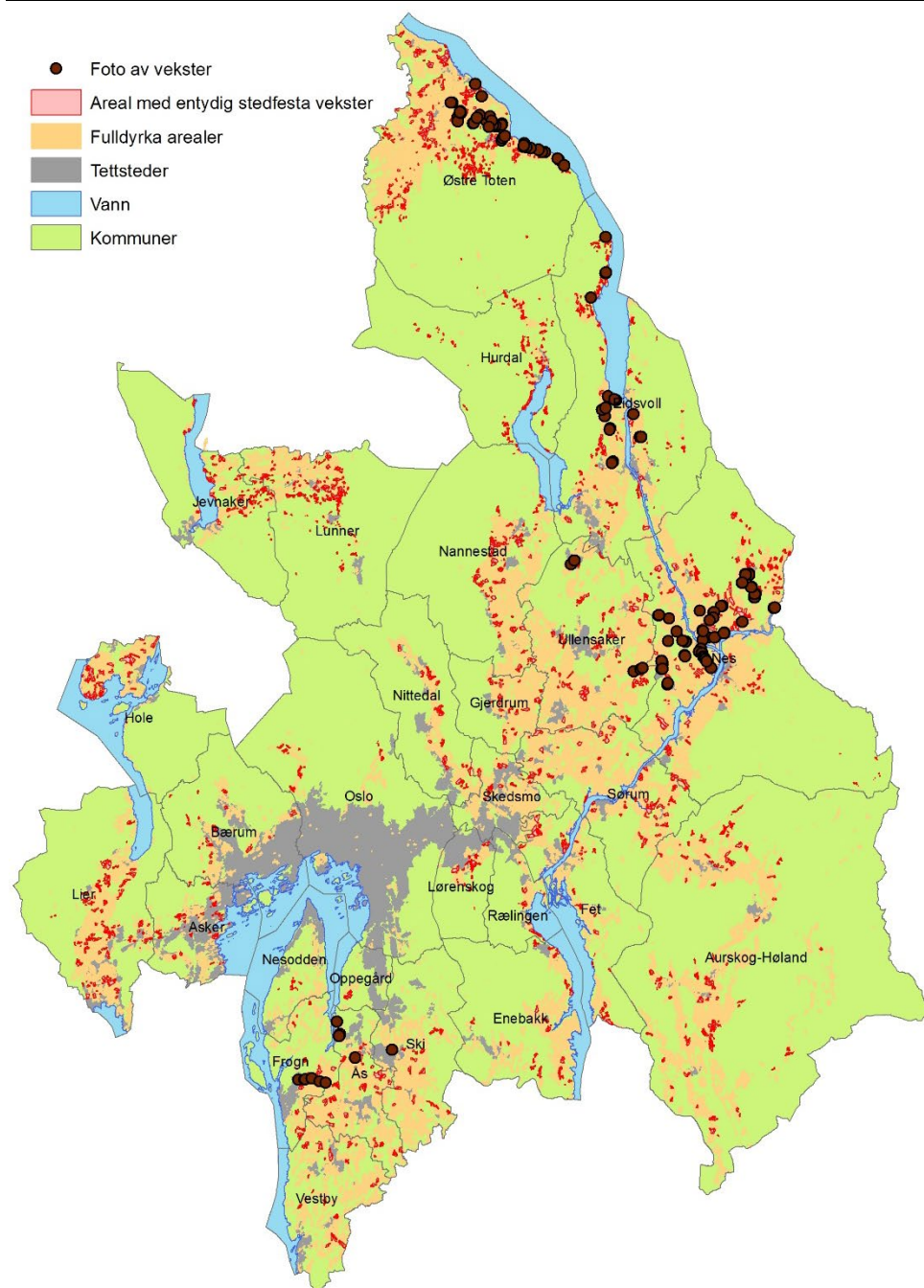
Den tredje og siste analysen hadde det største og mest varierte treningsdatasettet. Dette treningsdatasettet består av 113 km² entydig stedfesta arealer. Type vekster i datasettet, og omfanget av dem, er gitt i tabell 5.1.

Tabell 5.1 Treningsdata for ulike avlingstyper. Antall observasjoner. Fra foto og entydige observasjoner fra kart. Antall og dekar

Avlingstype	Antall observasjoner foto	Sikre observasjoner av avlingstyper, fra PT, kart og foto, dekar
Bygg	20	21 600
Havre	26	17 678
Vårhvete	2	3 285
Høsthvete	3	6 959
Hvete, ikke spesifisert	16	
Rug	2	1 736
Eng	17	48 655
Poteter	12	1 889
Erter/bønner	3	2 522
Gulrot	3	90
Kål	7	1 228
Løk	3	412
Purre	3	153
Grønnsaker, ikke spesifisert ¹	3	1 950
Raps	4	1 682
Bokhvete/quinoa el.l		225
Jordbær	5	1 330
Frukt og bær	1	1 611

¹ Grønnsaker ikke spesifisert omfatter ikke poteter og erter.

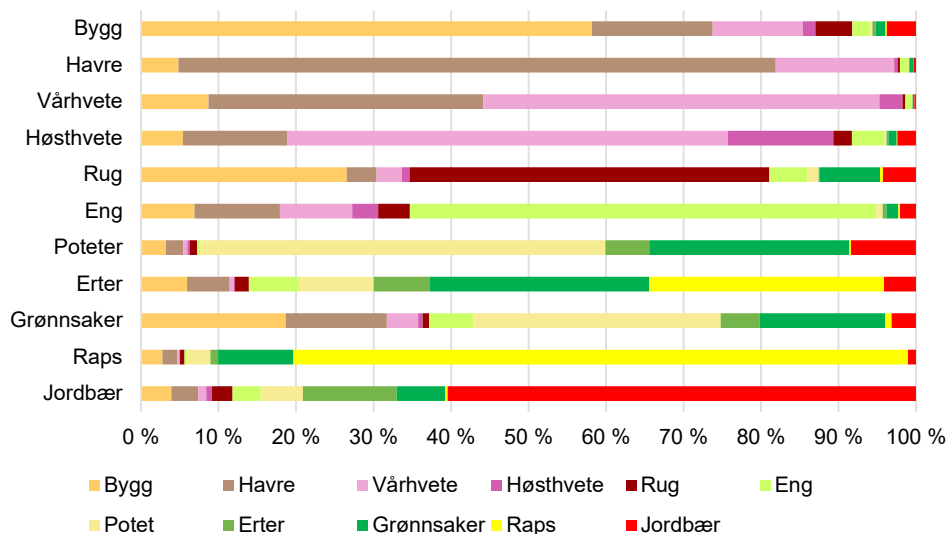
Figur 5.1 Bakkeobservasjoner, foto og areal med entydig stedfesta vekster. Geografisk fordeling av observasjoner



5.1. Manuell prosess. Stedfesting på teignivå basert på stedfesta bedrifter

I første forsøk oppnådde vi en relativ lav treffsikkerhet på 61 prosent korrekt klassifiserte piksler (figur 7.1, kapittel 7). Den lave treffsikkerheten skyldes i stor grad at ulike typer korn ikke deles inn i korrekt kornslag, og at de mer spesielle vekstene (poteter, erter, grønnsaker, raps og jordbær) blandes sammen i klassifiseringen. På tvers av disse to gruppene er det imidlertid ikke så mye kryssklassifisering (figur 5.2).

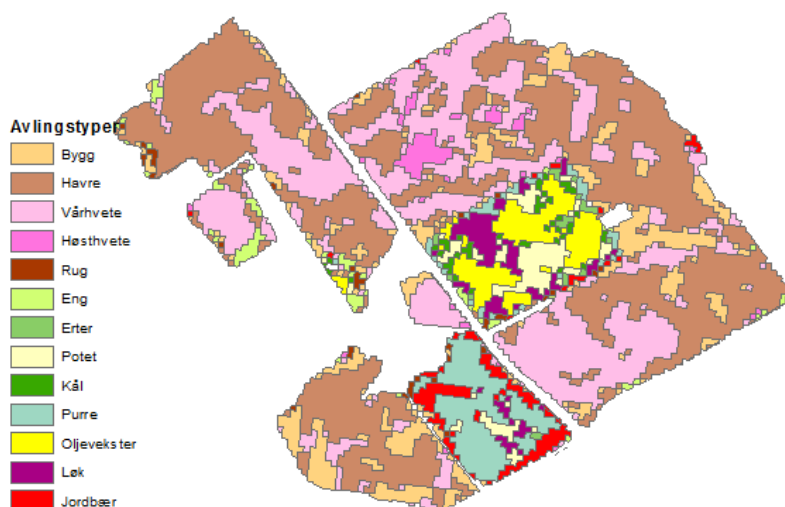
Dette gjør det mulig å skille teiger som brukes til korn, fra de som brukes til mer spesielle vekster. Som utgangspunkt for en manuell oppdeling kan vi bruke bedrifter som har flere avlingstyper, men som ikke deler jord med andre.

Figur 5.2 Forsøk 1. Hva tolkes vekstene som? Sjekka mot 107 km² entydig stedfesta avlingstyper

I figur 5.3 er det vist et eksempel på en slik eiendom. Denne bedriften har søkt om produksjonstøtte til 55 dekar erter, 45 dekar bokhvete/quinoa og 420 dekar bygg. Det totale arealet oppgitt i søknaden stemmer med de 520 dekarne fulldyrka areal vi finner innen eiendommen.

Skiftet som i figur 5.3 framstår som purre er 45 dekar, og er mest sannsynlig der det dyrkes bokhvete/quinoa. Skiftet som framstår som raps/poteter/løk, er 55 dekar, og mest sannsynlig der det dyrkes erter. I noen tilfeller kan vi få bekreftet at slike spesielle vekster ble dyrket i 2019 ved å bruke Google street view.

Når vi deler eiendommen opp, og skiller teigene med ulike vekster fra hverandre til skifter, får vi her over 500 dekar ekstra treningsdata. 100 av dekarene er vekster det ellers er vanskelig å få sikker stedfesting for.

Figur 5.3 Jordbruksbedrift som har flere jordbruksvekster, og som ikke deler jord med andre bedrifter. Plassering av ulike vekster kan identifiseres på skiftenivå ved manuelle metoder

6. Om studieområdet

Studieområdet er gamle Akershus fylke, samt nabokommunene Oslo, Østre Toten, Jevnaker, Lunner, Hole og Lier.

I området finnes det 969 km² fulldyrka areal. I tillegg finnes det om lag 72 km² overflatedyrka jord og innmarksbeite. Totalt utgjør jordbruksarealet ca. 15 prosent av det totale arealet i regionen. Ellers er det høy befolkningstetthet i regionen, og 9 prosent av arealet er bebygd. Resten av landarealet er stort sett dekket av skog.

Jordbruksarealet i området er variert med tanke på åkerstørrelser, helning, høyde over havet og temperatur. Figur 6.1 og figur 6.2 viser eksempler på variasjonen i jordbrukslandskapet i Østre Toten.

Figur 6.1 Eksempel på jordbrukslandskap. Georeferert foto, Østre Toten 3. juli



Figur 6.2 Eksempel på jordbrukslandskap. Georeferert foto, Østre Toten 3. juli

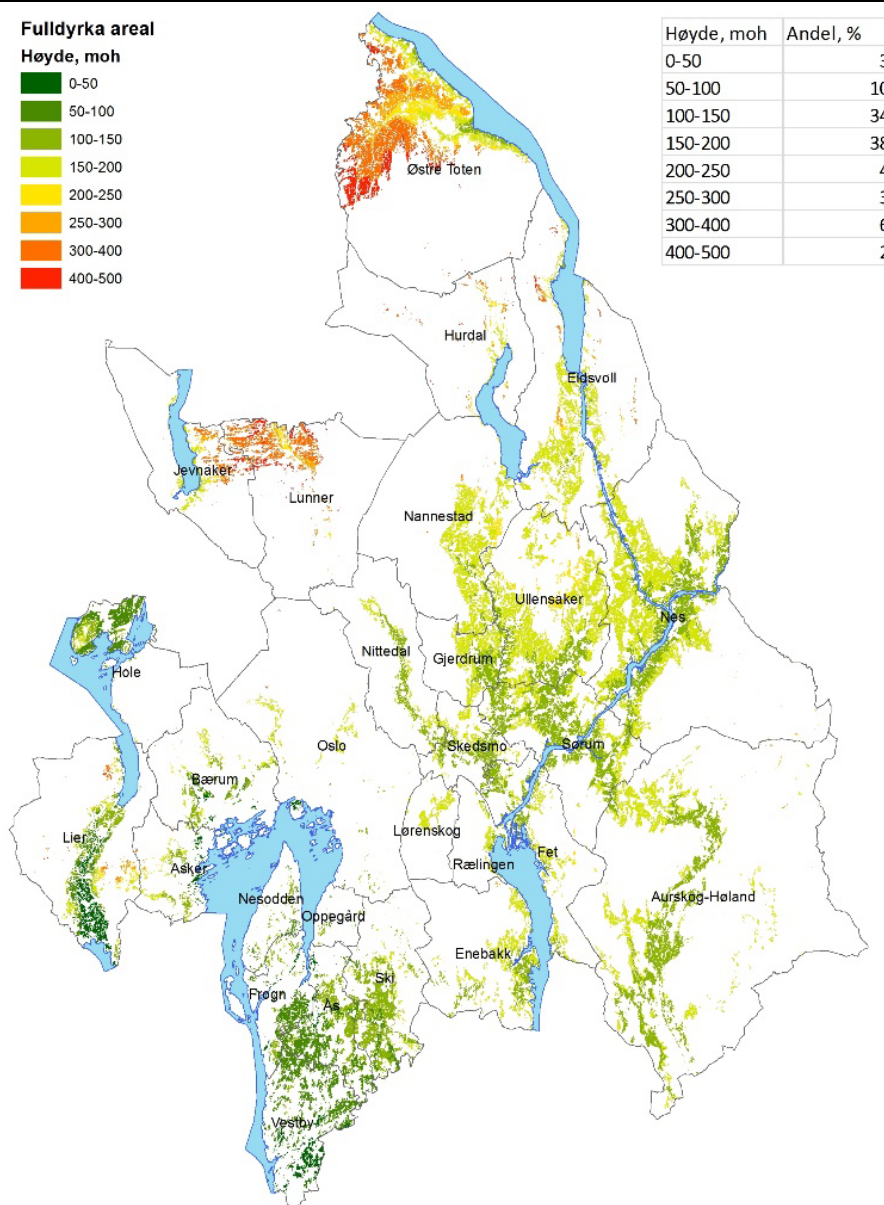


6.1. Høydeforskjeller innen studieområdet

Mesteparten av det fulldyrka arealet i studieområdet ligger mellom 100 og 200 meter over havet.

I Jevnaker, Lunner og Østre Toten ligger mye av arealet høyere enn 200 meter. Den største høydeforskjellen finner vi i Østre Toten kommune, der det fulldyrka arealet strekker seg fra Mjøsa (121 moh) og til høyder over 400 meter (figur 6.3).

Figur 6.3 Høyde over havet for fulldyrka areal i studieområde. Meter over havet



6.2. Jordbruksvekster innen studieområdet

Innen studieområdet ble det søkt om produksjonstilskudd for 923 km² fulldyrka areal i 2019. I følge søknadene brukes 23 prosent av det fulldyrka arealet til eng, mens de vanligste kornslagene (bygg, havre, hvete og rug) totalt dyrkes på 71 prosent av arealet. Til sammen dekker eng og kornarter 94 prosent av det omsøkte arealet av fulldyrka jord (tabell 6.1).

Poteter er en mindre vanlig vekst og dyrkes bare på 11 km², eller om lag 1 prosent arealet, mens det samla arealet av grønnsaker utgjør 23 km², eller om lag 3 prosent. Noen grønnsaker kan ha nytte av pollinering (gulrot og purre til frøproduksjon), men de vil utgjøre en forholdsvis liten del av arealet i studieområdet.

På de siste tre prosentene av arealet finner vi de vekstene som har størst potensiell nytte av pollinering fra insekter: raps/rybs, erter og bønner, frukt, jordbær og andre bær (tabell 6.1 og vedlegg D).

Som omtalt i avsnitt 4.4, finnes det også 45 km² fulldyrka areal som ingen søker tilskudd for. Vi regner det som mest sannsynlig at dette arealet er dekket av gress, og regner det inn i totalarealet for eng.

Tabell 6.1 Arealmessig fordeling av vekster innen studieområdet¹. Fra søknader om produksjonstilskudd, vekstsesongen 2019.

	Omsøkt areal, km ²	Omsøkt areal, andel av total
Bygg	234	24,5
Eng ²	254	26,5
Havre	177	18,5
Høsthvete	140	14,6
Vårhvete	65	6,8
Rug	31	3,2
Grønnsaker	23	2,4
Poteter	11	1,1
Oljevekster (raps/rybs)	9	0,9
Erter/bønner	6	0,6
Jordbær	3	0,3
Frukt og bær	3	0,3
Bokhvete/quinoa el.l	1	0,1

¹ Tallene er basert på om bedriftene er registrert innen studieområdet, ikke på om arealet de driver ligger der.

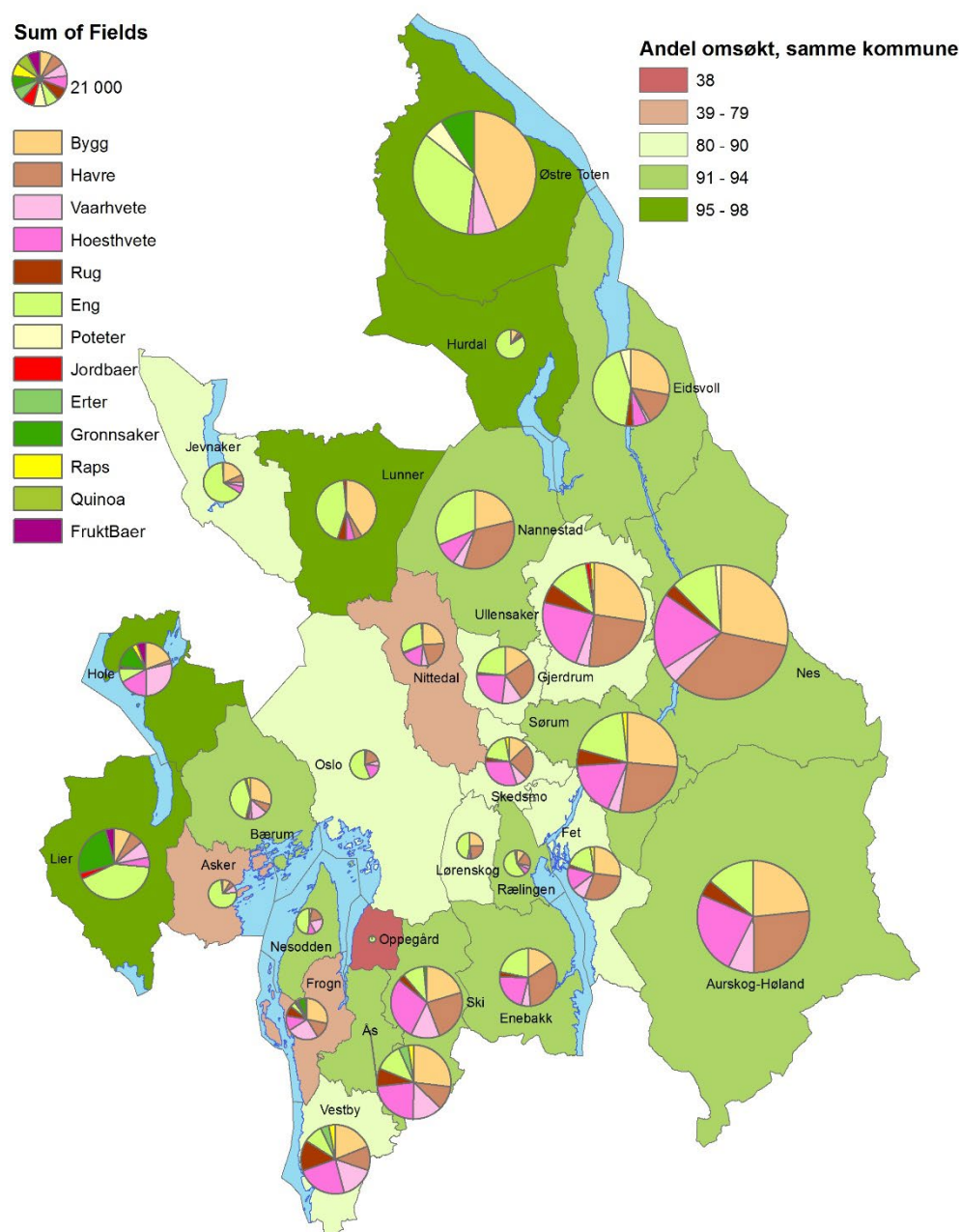
² Areal som ikke er omsøkt regnes her med til eng.

Jordbruksvekster per kommune

I figur 6.4 ser vi hvordan de ulike typene jordbruksvekster er fordelt per kommune innen studieområdet. Størrelsen på kakediagrammet gjenspeiler hvor mye areal som blir drevet av jordbruksbedrifter som er registrert i kommunen.

Jordbruksvekstene som har nytte av pollinering, finner vi i størst grad i kommunene i sør, mye av det i Follodistriktet og i Lier og Hole. En del finnes også i Østre-Toten. I figur 6.4 vises fordelingen av vekster per kommune, denne informasjonen er også gitt i detalj i vedlegg D. I figur 6.4 vises det også i hvilken grad det fulldyrka arealet i kommunen drives fra bedrifter i samme kommune.

Figur 6.4 Fordeling av ulike typer jordbruksvekster fra søknader om produksjonstilskudd. Etter bedriftenes registreringskommune. I forhold til areal som drives fra samme kommune



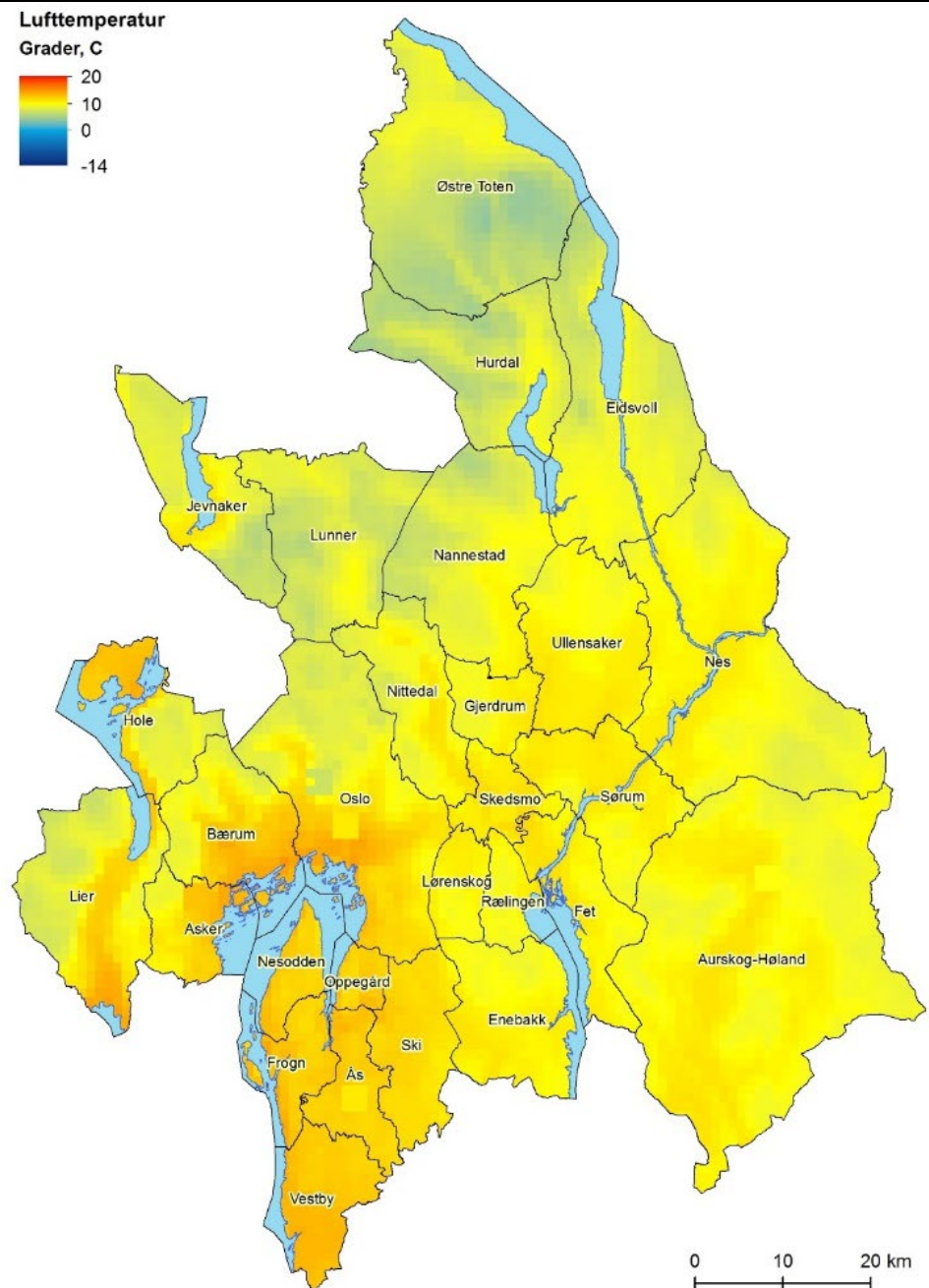
6.3. Temperatur innen studieområdet

Figur 6.5 viser temperaturene i området en dag sent i april 2020, og viser en ganske typisk temperaturfordeling i regionen.

Det er høye temperaturer ved Oslofjorden og i lavereliggende områder i den sørlige delen av studieområdet. Vi finner også høye temperaturer på Røysehalvøya i Hole kommune.

Laveste temperaturer finner vi i åsene nordvest i studieområdet, særlig i Lunner, Hurdal og Østre Toten kommuner.

Figur 6.5 Eksempel på temperaturdata i studieområdet. Prognose 24. april 2020



Kilde. Meteorologisk institutt.

6.4. Såtidspunkt, våren 2019

Været i våronna var mer variert enn vanlig, og førte til at man fikk en lengre såsesong i studieområdet enn normalt. Såsesongen strakk seg fra midten av april til 20. juni. Hvordan temperatur og nedbør varierte i denne perioden er vist i figur 6.6.

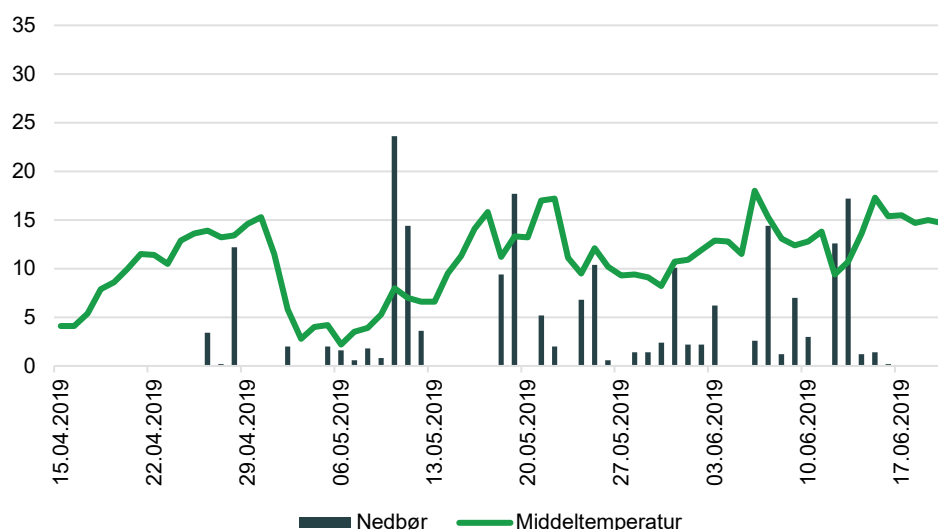
Slutten av april var varm og tørr, og i noen områder ble det sådd allerede i påska (medio april). Dette gjaldt særlig de sørlige delene av Akershus, og særlig der det ble sådd bygg eller vårhvete.

Starten av mai var kjøligere med mer nedbør, og lite såarbeid ble utført. I Østre-Toten snødde det kraftig så sent som 7. og 8. mai. I perioden 12. til 17. mai var det igjen mulig å så, før det ble en våtere avslutning på mai. I juni var været variert med bare noen få dager uten regn.

Mer høsthvete enn normalt ble sådd høsten 2018 på grunn av den varme og tørre sommeren det året. Høstveten ble sådd i første halvdel av september 2018. Om lag en tredjedel av arealet ble imidlertid ødelagt av fuktighet i løpet av vinteren, og arealet ble tilsådd på nytt på våren.

Innenfor hver gård kan det være store variasjoner i såtidspunkt, men generelt vil såtidspunktet være senere dess lenger nord man kommer i distriktet. Nes, Eidsvoll og Nannestad er kommuner der man kan forvente sent såtidspunkt. Særlig kan bygg og poteter ha sen start i dette distriktet, helt ut mot 20. juni (Stabbetorp, 2019).

Figur 6.6 Været i såperioden, våren 2019. Nedbør (mm) og middeltemperatur (grader c) per døgn. Skedsmo målestasjon 15. april - 20. juni 2019



Kilde. Meteorologisk institutt

Været i sommersesongen

Det er minimum- og maksimumstemperatur som brukes i analysen, ikke nedbørsdata. Det har likevel betydning at det var relativt mye nedbør sommeren 2019. Nedbørmangel var derfor ikke en begrensende faktor for jordbruksvekstene, slik det var sommeren 2018. Nedbøren i 2019 var jevnt fordelt utover sommeren uten langvarige tørkeperioder.

Døgnminimumstemperatur varierte mellom 5 og 15 grader i sommermånedene (juni, juli og august), mens maksimumstemperaturen stort sett lå mellom 15 og 25 grader, med noen dager opp imot 30 grader celsius. (Meteorologisk institutt).

7. Resultat

I resultatkapittelet sammenligner vi resultatene fra satellittbildeanalysen med tall fra produksjonstilskuddssøknadene, for hele studieområdet, og for enkelte kommuner.

I tillegg bruker vi et valideringsdatasett, der vi har 250 km² fulldyrka areal der type vekst er kjent på bedriftsnivå. For dette blir andel korrekt klassifiserte piksler beregnet som forklart i avsnitt 4.4. Dette er den beregningsmåten som kommer nærmest å gi sammenlignbare tall med originalen fra Tyskland.

Ulempen med valideringsdatasettet er at det er svært dominert av arealer med korn og eng, og inneholder få observasjoner av de vekstene som dyrkes i minst omfang. Bare 3 av 250 km² er i bruk til poteter, erter/bønner, grønnsaker, oljevekster, frukt og bær (tabell 7.1). Dette vil gjøre resultatene mer usikre for disse vekstene. Det blir derfor ekstra viktig å bruke resultat for studieområdet som helhet, og for enkeltkommuner, for å få en forståelse for den virkelige treffsikkerheten til vekstene.

Tabell 7.1 Totalt omsøkt areal i produksjonstilskuddssøknadene og valideringsdatasettet. Dekar og andel, prosent

	Totalt areal fra søknader om produksjonstilskudd	Areal i valideringsdatasett (Bedriftsnivå, 250 km ²)	Andel i valideringsdatasett
Bygg	233 722	74 556	32
Havre	177 475	66 548	37
Vårhvet	64 792	16 275	25
Høsthvet	140 422	45 050	32
Rug	31 110	6 685	21
Eng	254 585	36 051	14
Potet	11 385	562	5
Erter/bønner	5 952	284	5
Grønnsaker	23 330	1 255	5
Oljevekster	8 747	872	10
Jordbær	3 497	92	3
Frukt og bær	2 862	204	7

7.1. Treffsikkerhet, overordna

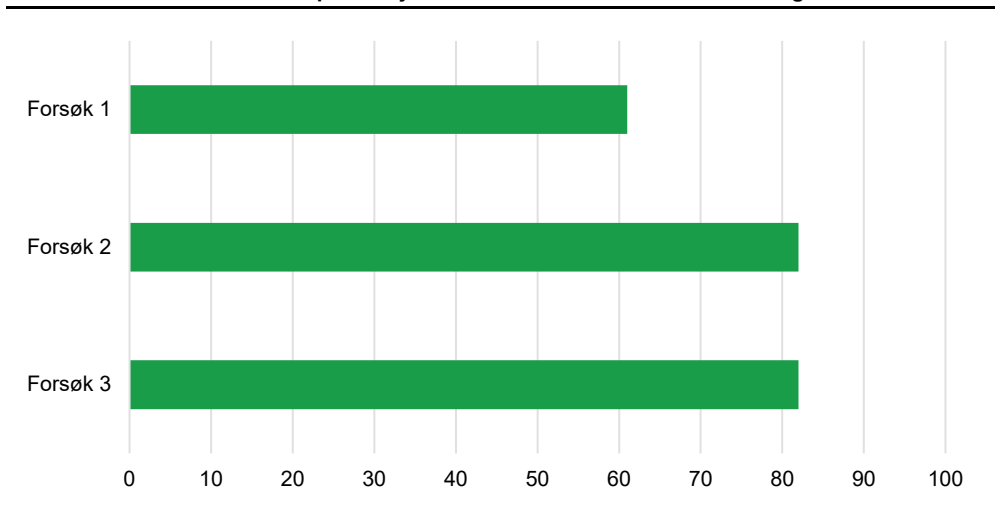
I figur 7.1 er resultatet av satellittdataanalysen sammenlignet med valideringsdatasettet. Treffsikkerheten er vurdert for alle de tre forsøkene:

- 1- Basert på georefererte foto
- 2- Basert på entydig identifiserte, og stedfesta vekster fra produksjonstilskuddssøknadene
- 3- Basert på en kombinasjon av de to første, samt flere observasjoner av de arealmessig minst utbredte vekstene

Treffsikkerheten øker kraftig når vi går over fra å bruke georefererte foto, til å bruke treningsområder henta fra søknadene om produksjonstilskudd. I første forsøk blir 61 prosent av arealet identifisert med korrekt type vekst, mens vi i både andre og tredje forsøk får 82 prosent korrekt klassifisert areal (Figur 7.1). Det at vi bruker et noe større treningsdatasett i forsøk 3, gir altså ingen merkbar forbedring av det overordna resultatet.

I det videre kapittelet bruker vi resultatene fra forsøk 3, og diskuterer treffsikkerhet og presisjon for hver enkelt vekst. Siden det vil være forskjell i usikkerhet for vekstene som dyrkes i stort og mindre omfang, blir resultatene presentert i hvert sitt avsnitt (avsnitt 7.2 og 7.3).

Figur 7.1 Grad av treffsikkerhet (korrekt vekst identifisert på bedriftsnivå) for tre forsøk med ulike treningsdata. Korrekt identifisering fra satellittdata vises som andel av omsøkt areal fra produksjonstilskudd¹. Områder innen valideringsdatasett. Prosent



¹ 100 prosent betyr at hele arealet er identifisert med korrekt type vekst.

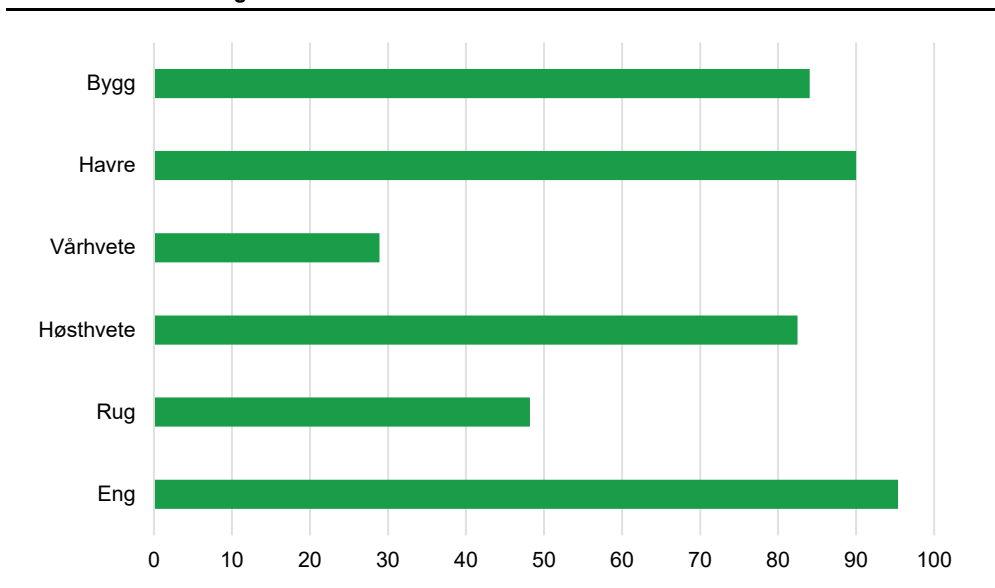
7.2. Vekstene som dyrkes i stort omfang

Sammenligning per vekst, bedriftsnivå

Når vi sammenligner med valideringsdatasettet (250 km²) er det eng som får høyest treffsikkerhet med 95 prosent. Havre treffer rett for 90 prosent av arealet, mens bygg blir korrekt klassifisert for 84 prosent av arealet, og høsthvete for 82 prosent (figur 7.2).

Rug og vårhvete får langt lavere treffsikkerhet, og treffer rett for bare 48 og 29 prosent av arealet. Disse kornslagene dyrkes i noe mindre omfang enn de øvrige, og påvirker derfor ikke totaltallet i figur 7.1 like mye.

Figur 7.2 Grad av treffsikkerhet. Vekster som dyrkes i stort omfang. Satellittdata som andel av omsøkt areal fra produksjonstilskudd på bedriftsnivå¹. Områder innen valideringsdatasett. Prosent



¹ 100 prosent betyr at hele arealet er identifisert med korrekt type vekst.

Over- og underestimering

Figur 7.2 viser bare hvor stor del av det omsøkte arealet som identifiseres korrekt. Den viser ikke hva det feilaktig klassifiserte arealet tolkes som. I figur 7.3 er også feilklassifisert areal med.

Figur 7.3 viser hvor stor del av arealet som blir korrekt identifisert, og hvor mye som blir under- og overestimert, for hver av vekstene som dyrkes i stort omfang. Tabellen er basert på samme valideringsdatasett som figur 7.2.

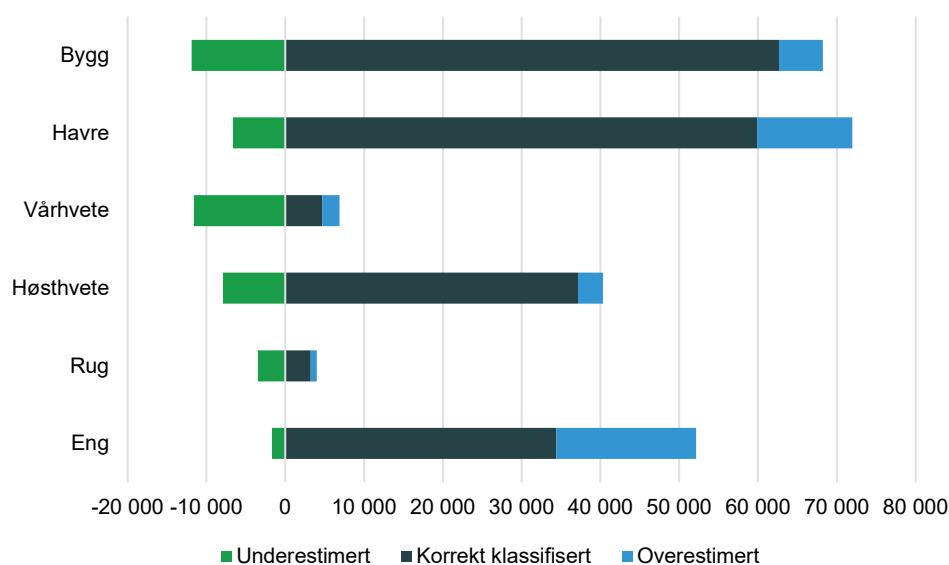
Underestimering er vist som negative verdier. Dette er arealer som er i bruk til veksten, men som ikke fanges opp som det av satellittanalysen. Det reelle arealet i bruk til veksten er summen av underestimert og korrekt klassifisert areal. Andelen i figur 7.2 var bare basert på dette forholdet.

Overestimering er areal der veksten ikke dyrkes, men der piksler likevel klassifiseres som den.

For eng er underestimeringen mindre enn 2 km², noe som samsvarer med den høye graden av treffsikkerhet vi får for eng i figur 7.2. Overestimeringen derimot er på hele 18 km², og forteller at presisjonen likevel ikke er så god som man kunne få inntrykk av der (figur 7.3).

For kornslagene er under- og overestimering jevnere fordelt. For havre for eksempel har vi nesten 7 km² underestimering, og 12 km² overestimering. Når vi ser samla på resultatene, slik vi gjør i neste avsnitt, vil under- og overestimering i noen grad oppheve hverandre, og resultatet framstår da som mer korrekt enn det egentlig er. For havre vil det resultere i om lag 10 prosent overestimering.

Figur 7.3 Underestimering, korrekt treff og overestimering av areal. Vekster som dyrkes i stort omfang¹. Områder innen valideringsdatasett. Dekar



¹ Fulldyrka arealer det ikke er søkt tilskudd for regnes inn i arealet for eng

Sammenligning per vekst, hele studieområdet

Her sammenligner vi alt areal det er søkt støtte om for hver vekst, mot alt areal identifisert som denne veksten, innen det fulldyrka arealet i studieområdet (969 km²).

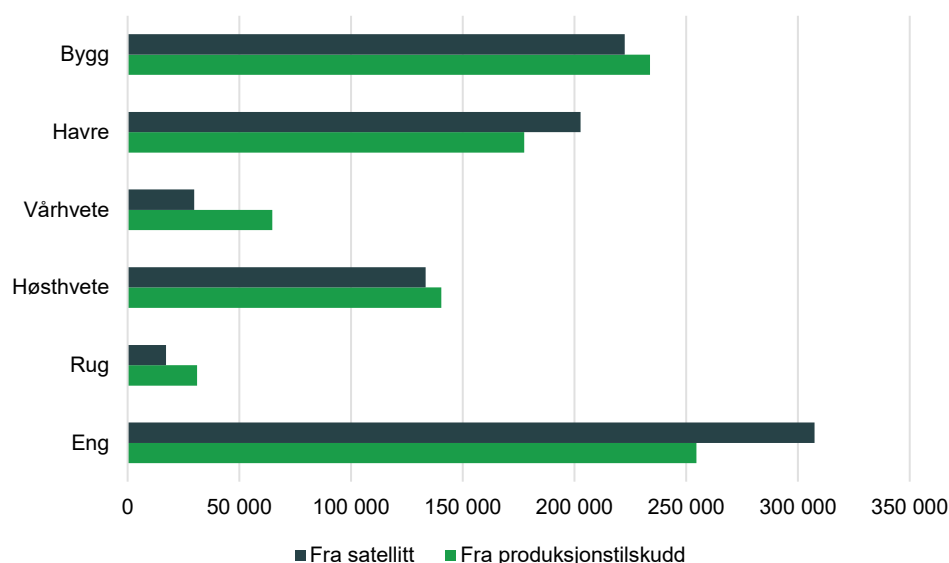
Her finner vi igjen den samme klare tendensen til overestimering av eng som vi ser i figur 7.3. Innen alt fulldyrka areal i studieområdet får vi hele 50 km² mer eng enn

forventet. Dette til tross for at vi her ikke bare sammenligner mot de 209 km² det er søkt tilskudd for, men også tar med 45 km² der ingen har søkt tilskudd, men som mest sannsynlig er i bruk til eng. Vi har altså en reell overestimering av eng i studieområdet.

For havre har vi 80 prosent treffsikkerhet i figur 7.2, altså en underestimering på 20 prosent. I figur 7.3 finner vi at overestimeringen av havre er høyere enn underestimeringen, og dette ser vi igjen i resultatet i figur 7.4, der havre overestimeres med om lag 25 km² innen studieområdet.

Videre ser vi at bygg og høsthvete treffer godt, men underestimeres noe. Begge har lavere overestimering enn underestimering i figur 7.3. Vårhvete og rug underestimeres ganske kraftig. Resultatet for alle disse 4 kornslagene stemmer godt overens med resultatene fra valideringsdatasettet i figur 7.2 og 7.3.

Figur 7.4 Grad av treffsikkerhet per vekst. Vekster som dyrkes i stort omfang. Innen alt fulldyrka areal i studieområdet. Dekar



¹ Fulldyrka arealer det ikke er søkt tilskudd for regnes inn i arealet for eng.

7.3. Vekstene som dyrkes i mindre omfang

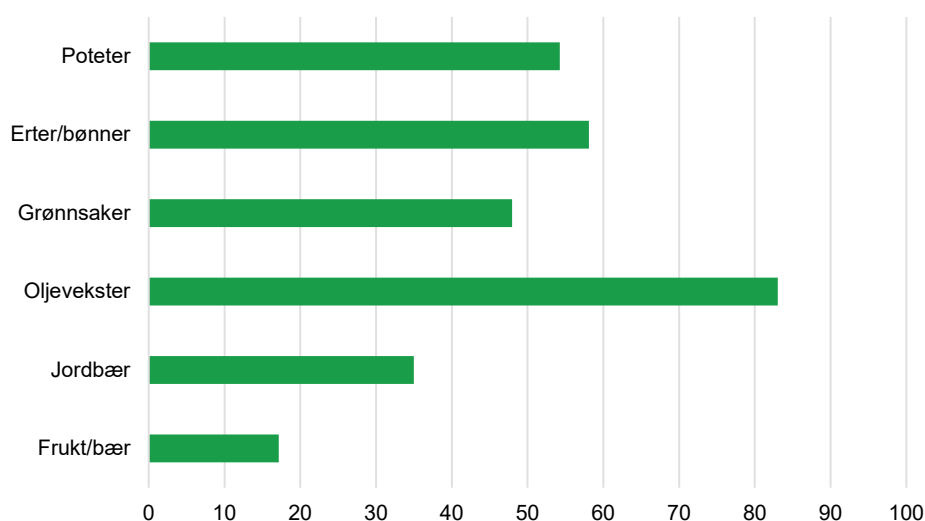
Sammenligning per vekst, bedriftsnivå

Resultatene for vekster som dyrkes i mindre omfang er usikre på grunn av lite sammenligningsgrunnlag på bedriftsnivå.

Oljevekster har en høy grad av treffsikkerhet (83 prosent), men generelt er treffsikkerheten mye lavere for disse vekstene, enn det vi fant for korn og eng. Ingen av de øvrige vekstene har over 60 prosent korrekt klassifisert areal. Særlig får vi lav treffsikkerhet for jorbær (35 prosent) og frukt og bær (17 prosent). Her må vi imidlertid ta med i betraktningen at vi har svært små utvalg av disse vekstene, henholdsvis 90 og 200 dekar (tabell 7.1). Tilfeldig feilklassifisering på enkelte skifter kan derfor få stort utslag.

For samtlige av disse vekstene, kanskje med unntak av oljevekster, utgjør utvalget så lite av det omsøkte arealet, at vi ikke kan trekke konklusjoner om virkelig treffsikkerhet. Det er derfor viktig å se resultatene i sammenheng med resultatene samla for studieområdet, og for enkeltkommuner. Disse kan gi en pekepinn i retning av å bekrefte eller avkrefte tendensene vi ser i figur 7.5.

Figur 7.5 Grad av treffsikkerhet. Vekster som dyrkes i mindre omfang Satellittdata som andel av omsøkt areal fra produksjonstilskudd på bedriftsnivå¹. Områder innen valideringsdatasett. Prosent



¹ 100 prosent betyr at hele arealet er identifisert med korrekt type vekst.

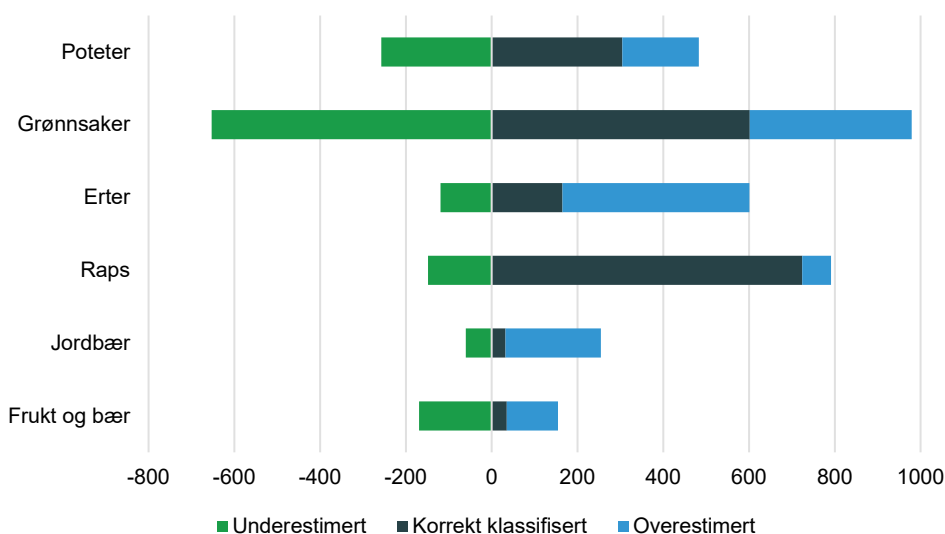
Over- og underestimering

I figur 7.6 er det vist hvor stor del av arealet som blir korrekt identifisert, og hvor mye som blir under- og overestimert, for de vekstene som beslaglegger minst areal. Resultatene er usikre da de er basert på valideringsdatasettet, der disse vekstene kun utgjør 3 km².

For oljevekster får vi høy grad av korrekt klassifisering. For alle andre vekster er andelen korrekt klassifisert areal lav, i tillegg overestimeres vekstene i stor grad. Her må det imidlertid tas høyde for at overestimeringen skjer innen et areal som er nesten 250 km² stort, det er altså ikke veldig store andeler av arealet som feilklassifiseres, og de enkelte områdene trenger heller ikke være store.

Over- og underestimering kan imidlertid skyldes at analysen ikke treffer innen områdene der vekstene finnes, og at den samtidig feiltolker annet areal til å være slike vekster. Vi ser nærmere på dette for kommuner og samla for studieområdet.

Figur 7.6 Underestimering, korrekt treff og overestimering av areal. Vekster som dyrkes i mindre omfang. Områder innen valideringsdatasett. Dekar



Sammenligning per vekst, hele studieområdet

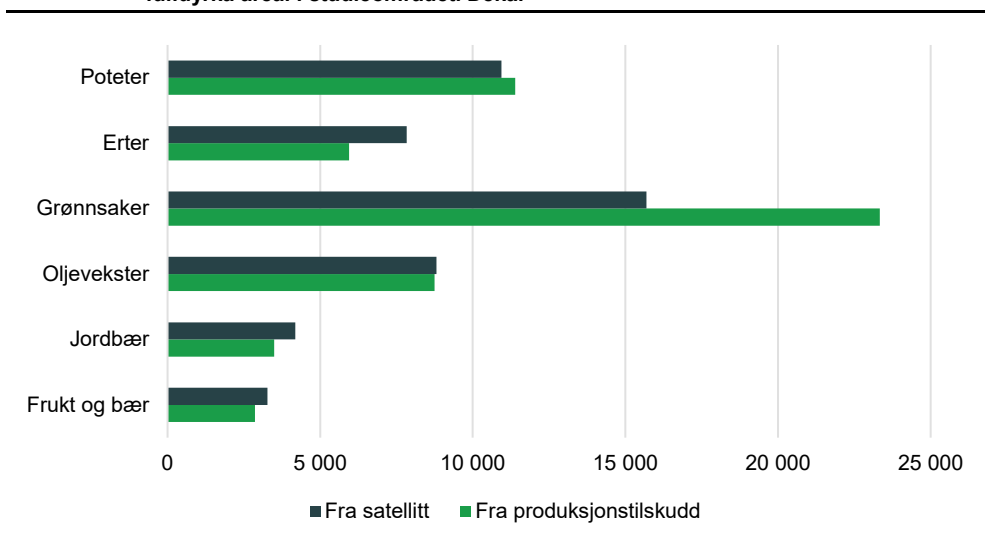
I figur 7.7 sammenlignes arealet det er søkt støtte om for hver vekst, med alt areal identifisert som denne veksten innen fulldyrka areal (969 km²). Dette sammenligningsgrunnlaget er ekstra viktig for vekstene som dyrkes i lite omfang, da valideringsdatasettet er for lite, og sammenligningene på kommunenivå kan påvirkes uheldig av leie av jord over kommunegrenser.

Arealet av grønnsaker underestimeres kraftig, metoden fanger bare opp to tredjedeler av det omsøkte arealet. Det store avviket bekrefter den lave treffsikkerheten vi så i figur 7.6. Grønnsaker kan kanskje være ekstra vanskelig å fange opp korrekt, siden det er en gruppe av ulike vekster som kan ha ulik utvikling utover i vekstsesongen. Vi diskuterer dette nærmere i avsnitt 8.3.

For jordbær, frukt og andre bær har vi her godt samsvar mellom areal fra søknader og satellittdata, og arealene overestimeres faktisk noe (figur 7.7). Dette er interessant, og kan tyde på at den lave treffsikkerheten i figur 7.6 er tilfeldig, men at noe overestimering finner sted. Vi kommer tilbake til det i resultatene på kommunenivå i avsnitt 7.4.

Oljevekster treffer godt både i figur 7.6 og 7.7, noe som tyder på at vi virkelig har bra treffsikkerhet for disse vekstene.

Figur 7.7 Grad av treffsikkerhet per vekst. Vekster som dyrkes i mindre omfang. Innen alt fulldyrka areal i studieområdet. Dekar



7.4. Sammenligning, kommunenivå

Sammenligning på kommunenivå gjøres for utvalgte kommuner der jord i liten grad leies ut til bedrifter i andre kommuner. Her sammenlignes alt areal omsøkt av bedrifter som er registrert i kommunen, med resultatet satellittdataanalysen gir for fulldyrka areal.

Her ser vi bare på vekstene som dyrkes i lite omfang. Treffsikkerheten for disse vil gi en pekepinn om hvilke tendenser fra avsnitt 7.3 som er gyldige også på kommunenivå. Et usikkerhetselement er imidlertid at vekstene som dyrkes i lite omfang i særlig grad krever høy jordkvalitet, og har behov for vekstskifte. Det gjør at jordleie kan være mer aktuelt, og jord som leies på tvers av kommunegrenser vil ikke telles opp i rett kommune. Vi får ikke fjernet denne feilkilden fra sammenligningsgrunnlaget.

Lier og Hole

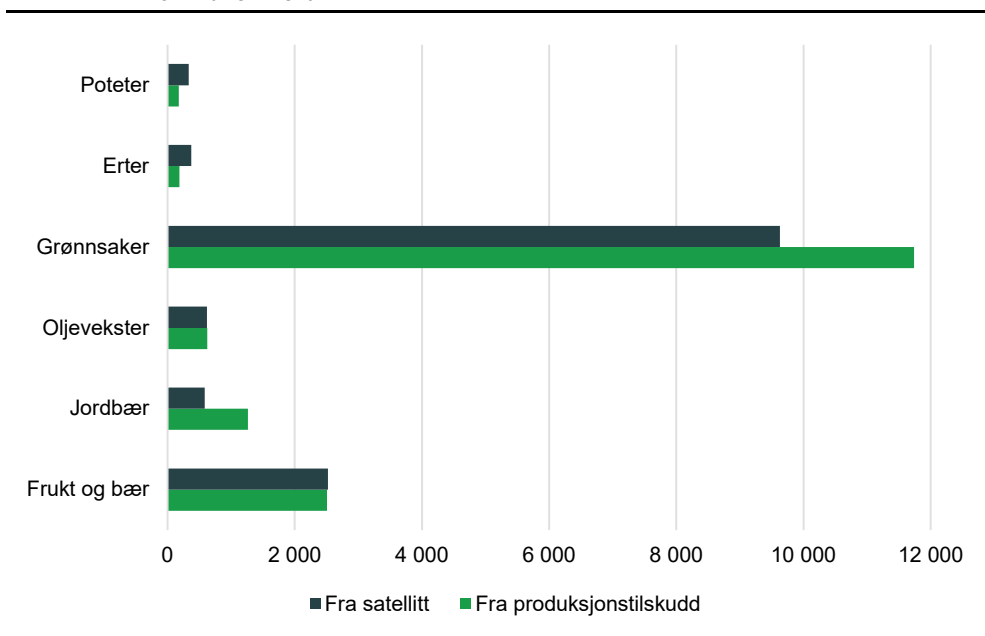
I Lier og Hole drives henholdsvis 96 og 97 prosent av arealet av bedrifter registrert i kommunene. Kommunene er blant de områdene i landet der det dyrkes mest frukt og bær. Det dyrkes også mye grønnsaker her.

Frukt og bær treffer svært godt i disse to kommunene. Det kan ha sammenheng med at treningsområdene i stor grad er henta fra området. Arealet av oljevekster stemmer også svært godt med det vi ser i produksjonstilskuddssøknadene (figur 7.8).

For jordbær blir bare halvparten av de 1 300 dekalene som skal finnes i området rett klassifisert. Dette kan enten tyde på at bedrifter i Lier og Hole leier areal til jordbær dyrking i andre kommuner. Eller det kan være et eksempel på virkelig underestimering av jordbær.

For grønnsaker ser vi samme tendens som vi så for hele studieområdet i figur 7.7, grønnsaker underestimeres med nesten 20 prosent. For hele studieområdet var andelen hele 33 prosent, så det treffer litt bedre her.

Figur 7.8 Grad av treffsikkerhet per vekst. Vekster som dyrkes i mindre omfang. Lier og Hole kommuner. Dekar



Follo-distriktet

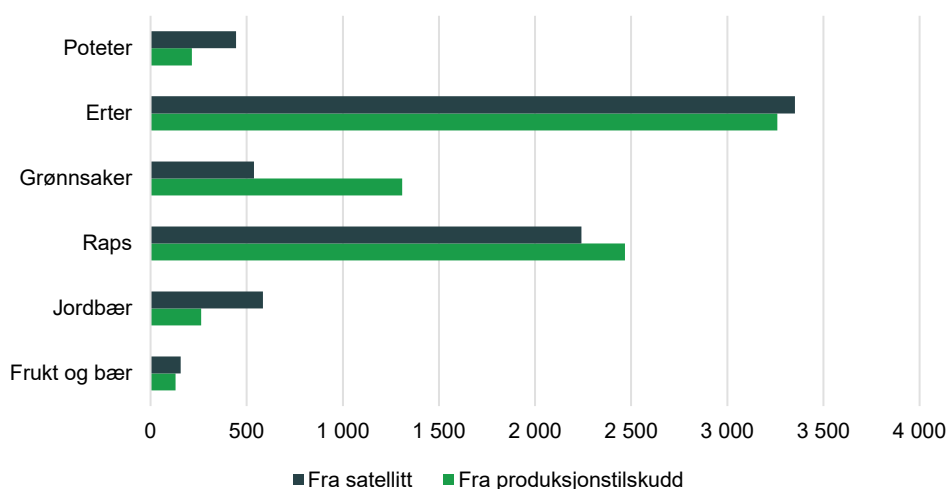
Det er mye jordleie i Follo, men det meste foregår internt mellom de seks kommunene, Nesodden, Frogn, Vestby, Ås, Oppegård og Ski. Når vi slår disse kommunene sammen, får vi at 94 prosent av det fulldyrka arealet blir drevet av bedrifter i distriktet. Vi kan derfor se samla på resultatet her.

I distriktet dyrkes det mest korn, og en god del av det fulldyrka arealet er i bruk til eng. Det er også søkt om støtte til nær 8 000 dekar andre vekster, særlig raps og erter/bønner (figur 7.9).

Samla sett stemmer arealet for vekstene som dyrkes i mindre omfang godt, og treffer nær de 8 000 dekalene som er omsøkt i distriktet. Resultatet stemmer særlig godt for erter/bønner og raps, som det finnes mye av her. Jordbær og poteter overestimeres, mens grønnsaker underestimeres.

At vi her får overestimering av jordbær, mens vi i Lier og Hole fikk underestimering kan være et tegn på at jordbær feiltolkes i begge retninger. En alternativ forklaring er at bedrifter fra andre kommuner, som leier jord i distriktet, i spesielt stor grad dyrker jordbær.

Figur 7.9 Grad av treffsikkerhet per vekst. Vekster som dyrkes i mindre omfang. Follo. Dekar



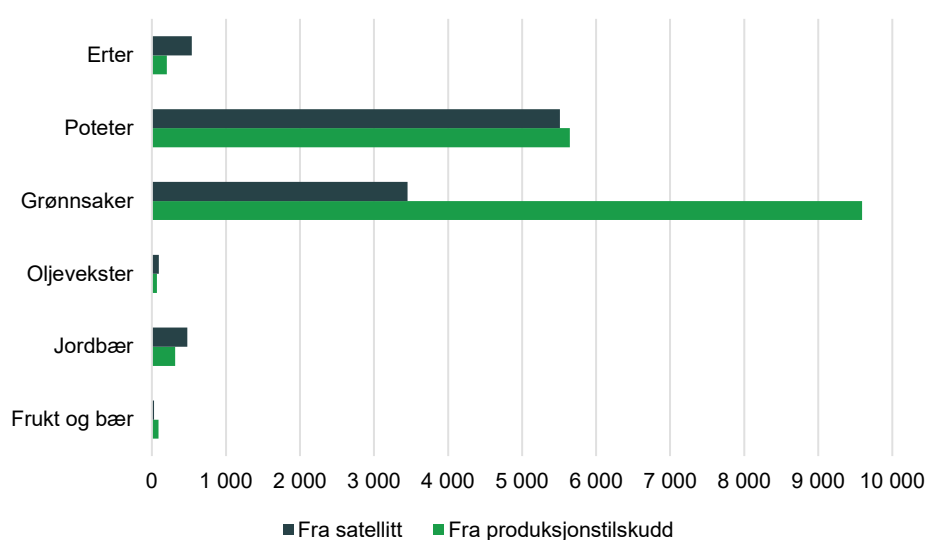
Østre Toten

I Østre Toten drives 96 prosent av arealet av jordbruksbedrifter registrert i kommunen.

Østre Toten er den enkeltkommunen i studieområdet som har størst areal i bruk til dyrking av grønnsaker, med nesten 10 000 dekar. Bare 3 500 dekar oppfattes imidlertid som i bruk til grønnsaker i satellittdataanalysen (figur 7.10). Resultatet er altså langt dårligere enn det vi så i Lier og Hole, men i tråd med hovedfunnet for studieområdet. Årsaken til forskjellene mellom kommunene diskuteres nærmere i avsnitt 8.3.

For poteter har vi svært god treffsikkerhet i kommunen, mens jordbær også her overestimeres.

Figur 7.10 Grad av treffsikkerhet per vekst. Vekster som dyrkes i stort omfang. Østre Toten kommune. Dekar



8. Feilkilder og diskusjon

Metoden gir bra resultat med en andel korrekt klassifiserte piksler i det endelige resultatet på 82 prosent. Denne treffsikkerheten gjenspeiler først og fremst resultatet for eng (95 prosent treffsikkerhet) og korn (80 til 90 prosent treffsikkerhet).

Vi får også bra treffsikkerhet for raps (83 prosent), men får lav treffsikkerhet for andre vekster som dyrkes i lite omfang. Tallene samla for studieområdet viser imidlertid en klar underestimering av grønnsaker. De viser også at erter/bønner, jordbær og frukt/bær i noen grad overestimeres. Kommunedataene tyder på at vekstene som dyrkes i lite omfang er utsatt for både over- og underestimering, men vi kan ikke utelukke at det dårlige samsvaret skyldes jordleie på tvers av kommunegrenser.

I Tyskland ble metoden testet ut for to årganger med litt ulike resultat. Sammenligner vi med gjennomsnittet av årgangene, finner vi at treffsikkerheten var høyere for raps (100 prosent), eng (96 prosent), høsthvete (88 prosent), rug (91 prosent) og poteter (78 prosent).

I Tyskland ble studien utført i et flatt område, som i sterk grad er dominert av store og sammenhengende jordbruksarealer, og med større skifter av de ulike vekstene. Studieområdet i Norge var langt mer variert, både med tanke på helning, høydeforskjeller, skiftestørrelser og forskjeller i temperatur innad i studieområdet. I tillegg var såsesongen svært lang i 2019, noe som kan ha gitt skifter med like vekster ulik utvikling over tid.

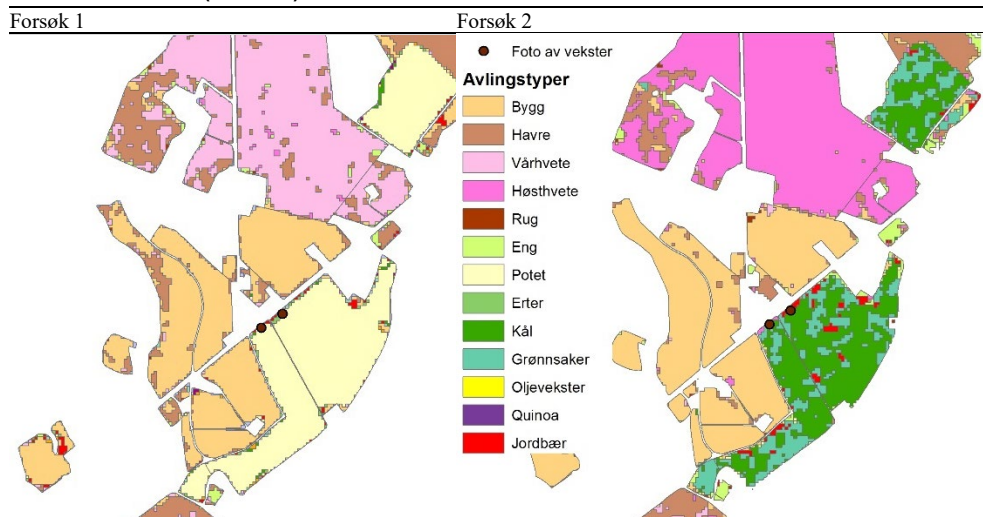
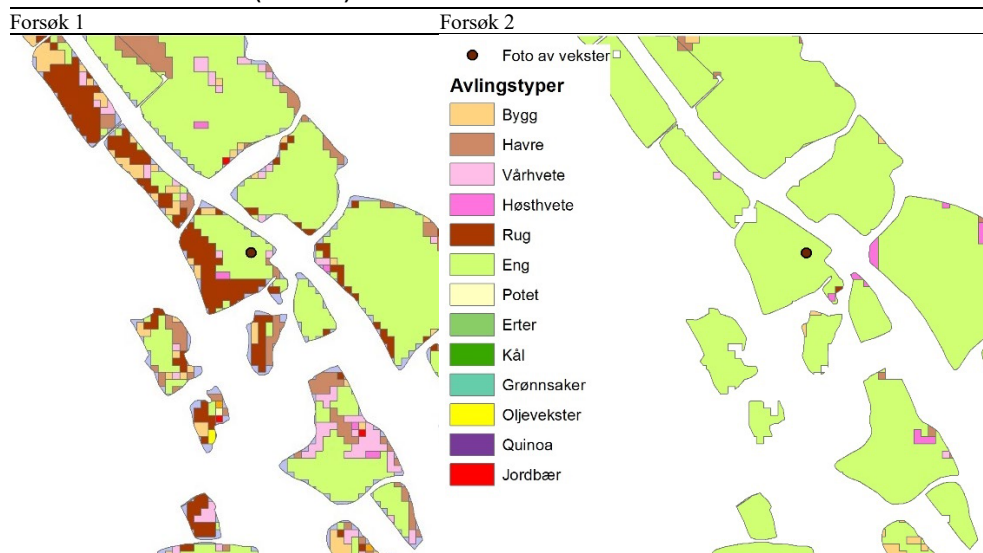
8.1. Betydning av treningsdata

For å få gode resultater i Akershus, var det avgjørende å ha gode og jevnt fordelte treningsdata for å kunne korrigere inn resultatene. Forbedringen av resultatene da bedre treningsdata kom på plass, viser hvor viktig dette var.

I figur 8.1 vises et eksempel på hvordan klassifiseringen påvirkes av omfanget av treningsdata. Eksempelet viser potetåkrer som var fotografert og var med i den første runden med treningsdata. Området med poteter ble da riktig klassifisert, det samme ble en åker litt lenger nord, som ikke var fotografert. I andre forsøk var ikke fotografiene del av treningsdatasettet. Nærmeste observasjon av poteter lå 2 mil unna. Alle potetåkrene ble da klassifisert som grønnsaker. Med de utvida treningsdataene i forsøk tre ble de igjen riktig klassifisert.

I figur 8.2 vises et eksempel fra et område med eng som var fotografert i første runde. Engarealene her er relativt små, og ligger i hellende terreng med skog tett innpå (figur 8.3). I første omgang ble en ganske stor andel av dette området klassifisert som korn, særlig rug. I andre forsøk var omtrent halvparten av engarealene med i treningsdatasettet som flater. Treffsikkerheten for eng gikk da opp til nesten 100 prosent.

I kommunesammenligningen ser vi også at kommuner som har godt med treningsområder for spesielle vekster, også får godt resultat for disse vekstene.

Figur 8.1 Klassifisering av område med poteter. Med treningsområde nær (forsøk 1), og 2 mil unna (forsøk 2)**Figur 8.2** Klassifisering av område med eng. Med treningsområde som punkt (forsøk 1), og som flater (forsøk 2)**Figur 8.3** Georeferert foto, 3. juli 2019. Eng fra området vist i figur 8.2

8.2. Areal som ikke er omsøkt

For 5 prosent av det fulldyrka arealet søkes det ikke om produksjonstilskudd. Vi regner med at dette arealet er eng som enten er ute av drift, er i bruk til hest, eller at eieren har glemt å sende inn søknad. Resultatene vi til slutt får for eng, tyder ikke på at antagelsen er feil.

Problemet med områder som ikke er omsøkt, oppstår dersom deler av eiendommen også drives av andre jordbruksbedrifter. Vi vil da bare ha oversikt over vekstene på deler av eiendommen. Vi regner med at dette vil være et lite problem innen de 250 km² som brukes til kvalitetsvurdering. Her settes det krav til at arealet i kartet maksimalt kan avvike +/- 10 prosent fra arealet i søknaden. Det vil gi lite rom for at ikke-omsøkt areal er en del av eiendommen.

For vekster som er stedfesta entydig på skiftenivå er størrelseskravet at området skal være mindre enn omsøkt areal. Her vil det være en større mulighet for at arealer som brukes av flere, ikke renses bort, og at de derfor forstyrrer analysen.

8.3. Vekster med ulik fenologi

Type vekst blir i en del tilfeller oppgitt svært detaljert i søknadene om produksjonstilskudd. I dette arbeidet slår vi sammen en del klasser, som for eksempel «bygg» og «korn til krossing», som begge regnes som bygg. Det er eng, bygg, frukt og bær og erter/bønner som forenkles på denne måten (vedlegg A). De ulike vekstene som legges til er arealmessig små, og bør ha lite utslag.

Grønnsaker er imidlertid en samlegruppe i søknadene. Vi har delvis delt den opp i treningsområdene, ved bruk av fotografier og informasjon fra hagebruksundersøkelsen, men resultatet er gitt samla for grønnsaker.

Når grønnsaker får lav grad av treffsikkerhet i det endelige resultatet, kan dette skyldes forskjeller i topografi, temperaturer, såtidspunkt og så videre, men det kan også skyldes at fenologien innad i gruppa er variert.

Det dyrkes mest gulrot, purre, løk og kål i studieområdet. Både løk, purre og gulrot høstes bare en gang i løpet av vekstsesongen. Der det dyrkes kål og salat kan det derimot høstes flere ganger, og det kan gjerne dyrkes ulike typer grønnsaker på samme areal i løpet av vekstsesongen. Hvor mange ganger det høstes på samme areal (antall «hold») registreres i hagebruksundersøkelsen, men er ikke brukt her.

Vi får best resultat i Lier og Hole, der grønnsaksproduksjonen er dominert av kålvekster. Dette tyder på at flere «hold» ikke er et problem i seg selv. De dårligste resultatene får vi på Østre Toten, der grønnsaksproduksjon er variert. Kanskje er det ulikhetene i fenologi som gjør klassifiseringen her vanskelig, men kommunen er også den som har mest variert topografi.

8.4. Sammenligning på kommunenivå

Sammenligninger på kommunenivå, eller samla for studieområdet, har to svakheter. 1) Leie av jord på tvers av kommunegrenser, og 2) Faren for at over- og underestimering opphever hverandre når resultatet sammenlignes for større områder.

Problemet med jordreie er håndtert ved at vi bare sammenligner kommuner der lite av arealet drives av jordbruksbedrifter fra andre kommuner. I Østre Toten drives for eksempel bare 4 prosent av arealet av bedrifter i andre kommuner. Dette utgjør likevel 4 400 dekar der vi ikke kjenner til hvilke vekster som dyrkes. I tillegg driver bedrifter som har driftssenter i Østre Toten, også areal i andre kommuner.

Dette vil kunne få utslag dersom det er systematiske avvik i hvilke vekster som drives på leiejord i ulike kommuner. For eksempel: dersom bedrifter som leier i Østre Toten driver med grønnsaker der, mens bedriftene fra Østre Toten driver med korn når de leier i andre kommuner. Da vil korndriften regnes inn i Østre Totens statistikk, mens vi går glipp av det ekstra arealet med grønnsaker. Særlig for vekstene som dyrkes i lite omfang kan dette få utslag som ikke kan skilles fra feilklassifiseringer.

Under- og overestimering blir her beregna mot et datasett på 250 km², der vi kjenner vekstene på bedriftsnivå. Datasettet inneholder for lite informasjon til å kunne dra konklusjoner for vekstene som dyrkes i minst omfang. For å få bedre kontroll på over- og underestimering, burde datasettet inneholdt flere observasjoner, særlig for vekstene som har nytte av pollinering. Dette kunne imidlertid ha virket negativt inn på omfanget av treningsdatasettet. Ideelt sett burde treningsdatasettet vært gjennomgått, slik at annenhver observasjon av disse vekstene ble lagt i treningsdatasettet, annenhver ble lagt til i datasett for resultatsjekk. Begge datasettene kan også dra nytte av mer feltarbeid og bruk av fotografier.

8.5. Vekster som har nytte av pollinering

Prosjektet har en svært ambisiøs målsetning, i og med at vi ønsker å identifisere områder i bruk til vekster som bare dyrkes på 3 prosent av arealet i studieområdet, og som sjelden dyrkes som eneste vekst hos en jordbruksbedrift. Dette gjør det vanskelig å finne arealer som kan brukes til treningsdatasett, og til sjekk av treffsikkerhet. I tillegg dyrkes vekstene ofte på små områder, som kan være vanskelige å skille fra støy i det endelige resultatet. Små skifter kan likevel være viktige i pollineringsammenheng.

Vekstene som har nytte av pollinering, var blant de vanskeligste å beregne treffsikkerhet for, både fordi de i liten grad var representerte i valideringsdatasettet, men også fordi jordleie gir usikkerhet på kommunenivå. Fra samla resultat for studieområdet vet vi at erter/bønner, jordbær og frukt/bær overestimeres, og vi tror at de samtidig underestimeres, men kan ikke tallfeste dette godt.

Både under- og overestimering kan være problematisk når dataene skal brukes videre i detaljerte geografiske analyser, som effekten av pollinering. Mye av arealet som overestimeres er små grupper av piksler som bare utgjør et par dekar i kanten av eller innen andre avlingstyper. Man kan gjøre etterarbeid på datasettet og ta de minste observasjonene vekk. Men skifter som er i bruk til grønnsaker, frukt og bær er ikke nødvendigvis så store. Eliminering basert kun på størrelse bør gjøres med forsiktighet.

Man kan også tenke seg at informasjonen fra søknader om produksjonstilskudd kan brukes til å bekrefte eller avkrefte om en vekst kan finnes innen en eiendom. Det må da benyttes datasett med mange-til-mange koblinger, disse kan ha svak stedfestingsnøyaktighet, og derfor gi uklare resultat.

En annen løsning kan være å bare utføre analyser for mindre områder eller enkeltkommuner, der resultatet for vekstene vi er interessert i har godt samsvar med søknader om produksjonstilskudd.

Referanser

- Bargiel, D. (2017): «A new method for crop classification combining time series of radar images and crop phenology information». Elsevier. Remote Sensing of Environment. Volume 198, 1 September 2017, Pages 369-383
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425717302821>
- Bjørndal, I. og Bjørkelo, K. (2006): AR5 klassifikasjonssystem. Klassifikasjon av arealressurser. Håndbok fra Skog og landskap 01/2006.
<https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmloi/bitstream/handle/11250/2620208/SoL-Handbok-2006-01.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Bjørlo, B. og Rognstad, O. (2019): Nesten ikke til å kjenne igjen.
<https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/nesten-ikke-til-a-kjenne-igjen>
- Europakommisjonen (2020): Integrated Administration and Control System (IACS) (https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/financing-cap/financial-assurance/managing-payments_en)
- ESA (2020 a): Revisit and Coverage. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar/revisit-and-coverage#:~:text=Each%20SENTINEL%2D1%20satellite%20will,180%C2%B0%20orbital%20phasing%20difference>
- ESA (2020 b): Instrument Payload.
<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1/instrument-payload>
- ESA (2020 c): Polarimetry. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar/product-overview/polarimetry>
- Felles datakatalog (2017): Landbrukseiendommer i Landbruksregisteret. Datasettbeskrivelse publisert i Felles datakatalog 18.12.2017
<https://data.norge.no/data/landbruksdirektoratet/landbrukseiendommer-i-landbruksregisteret>
- Gundersen (2012): Landbruket eier tre fjerdedeler av Norge. Landbrukstelling 2010. <https://www.ssb.no/a/magasinet/analyse/art-2012-09-13-01.html>
- Gundersen et.al (2017): Geir Inge Gundersen (SSB), Margrete Steinnes (SSB) og Jostein Frydenlund (NIBIO), Nedbygging av jordbruksareal, En kartbasert undersøkelse av nedbygging og bruksendringer av jordbruksareal
- Kartverket (2019): Produktspesifikasjon: Matrikkelen - Eiendomskart – Teig - 20180501
https://register.geonorge.no/data/documents/Produktspesifikasjoner_matrikkelen-eiendomskart-teig_v3_produktspesifikasjon-matrikkelen-eiendom-teig-20190319_.pdf
- Kinn, K. (2020): Tilskudd til teig. Kathrine Kinn, organisatorisk nestleder i Norsk Bonde- og Småbrukarlag. Klassekampen 07. februar 2020.
<https://klassekampen.no/utgave/2020-02-07/tilskudd-til-teig?sharingToken=eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJ1IjoiVE9NIE5JQ09MQVITRU4iLCJzbHVnIjoidGlsc2t1ZGQtdGlSLXRlaWciLCJpc3N1ZUIkIjoiMjAyMC0wMi0wNyIsImhhdCI6MTU5MTE4OTg5MH0.Hd385aB76FTjkO4OuJPicWldUBZR9rBZpg1qjrwuPxc>
- Landbruksdirektoratet (2020): Veileder til søknad om produksjonstilskudd og tilskudd til avløsning ved ferie og fritid. Søknad 2020.
<https://www.landbruksdirektoratet.no/no/produksjon-og->

- [marked/produksjonstilskudd/aktuell-soknadsomgang/_attachment/78278?_ts=17066fa5a00](#)
- Meteorologisk institutt: eKlima- Gratis tilgang til Meteorologisk institutts vær- og klimadata fra historiske data til sanntidsobservasjoner
http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?_pageid=73,39035,73_39049&_dad=portal&_schema=PORTAL
- NIBIO (2020): Vekstskifte. <https://nibio.no/tema/mat/korn-og-frovekster/korn/vekstskifte>
- NIBIO (2016): Ny fjernmålingsteknologi kan gi bedre fôrproduksjon.
<https://www.nibio.no/nyheter/ny-fjernmalingsteknologi-kan-gi-bedre-frproduksjon>
- NOU (2018): NOU 2018:17. Klimarisiko og norsk økonomi.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2018-17/id2622043/>
- SNL (2020): Sentinel. <https://snl.no/Sentinel>
- SSB (2020 a): Variabeldefinisjon, jordbruksbedrift.
<https://www.ssb.no/a/metadata/conceptvariable/vardok/1247/nb>
- SSB (2020 b): Variabeldefinisjon, landbrukseiendom.
<https://www.ssb.no/a/metadata/conceptvariable/vardok/1248/nb>
- SSB (2020 c): Variabeldefinisjon, leiejord.
<https://www.ssb.no/a/metadata/conceptvariable/vardok/3429/nb>
- SSB (2020 d): Variabeldefinisjon, skifte.
<https://www.ssb.no/a/metadata/conceptvariable/vardok/1939/nn>
- SSB (2002): Jordbruksteljing 1999. Norges offisielle statistikk C670. Statistisk sentralbyrå
- Stabbetorp, J. (2019): Personlig meddelelse, Jan Stabbetorp. rådgiver korn og miljø. Norsk landbruksrådgivning Øst. Telefonsamtale 4. september 2019
- Stange et.al (2017): Ecosystem services mapping for municipal policy: ESTIMAP and zoning for urban beekeeping. One Ecosystem 2: e14014
<https://oneecosystem.pensoft.net/article/14014/>
- Steinnes, M. (2013): Arealbruk og arealressurser. Dokumentasjon av metode. Notater 2013/12. <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/arealbruk-og-arealressurser>
- Universitetet i Oslo (2011): Botanisk- og plantefysiologisk leksikon. Fenologi.
<https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/f/fenologi.html>
- Valde, K. (2010): Vekstskifte. <https://www.agropub.no/fagartikler/vekstskifte>

Vedlegg A: Vekster fra produksjonstilskudd

Klasser tilpassa data fra Darmstadt	Vekster, fra søknader om produksjonstilskudd
Bygg	Bygg + Korn til krossing
Havre	Havre
Vårhvete	Vårhvete
Høsthvete	Høsthvete
Rug	Rug og rughvete
Eng	Fulldyrka eng + Andre grovfôrvekster til fôr + Engfrø og annen såfrøproduksjon + Grønngjødsling
Poteter	Poteter
Bokhvete/quinoa el.l	Annet korn og frø til modning berettiget tilskudd
Oljevekster (raps/ryps)	Oljevekster
Erter/bønner	Erter, bønner og andre belgvekster til modning + Erter og bønner til konserverindustri
Grønnsaker	Grønnsaker på friland, inkl matkålrot og urter
Frukt og bær	Moreller og kirsebær + Epler + Pærer + Plommer + Andre bærarter + Andre fruktarter
Jordbær	Jordbær

¹ Disse klassene fra søknader om produksjonstilskudd er ikke regnet med: Planteskoleareal og blomsterdyrking på friland, Brakka areal, Fulldyrket areal ute av drift, Areal i drift, men ikke berettiget produksjonstilskudd.

Vedlegg B: Vekster som har nytte av pollinering

Artsnavn (n)	Artsnavn (l)	Honningbier (kuber/ha)	Avlings- økning med honningbier	Kilde
Epler	Malus domestica	4		*
Pærer	Pyrus communis	1-5		*
Plommer	Prunus domestica	>2		*
Stikkelsbær	Ribes uva-crispa	1-4	300 %	*
Kirsebær	Prunus cerasus	3-10		*
Moreller	Prunus avium	3-10		*
Solbær	Ribes nigrum	2-6 (3)	200-300%	*
Rips	Ribes rubrum	2-6 (3)	9 %	*
Bringebær	Rubus idaeus	1-2	50 %	*
Jordbær	Fragaria ananassa	10-25	25-50%	*
Rybs	Brassica napus	2-6 (3)	15 %	*
Raps	Brassica rapa	2-6	4-60%	*
Rødkløver	Trifolium pratense	20-30000 bier		* nitrogenfiksering/forplante
Hvitkløver	Trifolium repens	20-30000 bier		* nitrogenfiksering
Alsikekløver	Trifolium hybridum			** frøplante/forplante
Asparges	Asparagus officinalis			**
Agurk	Cucumis sativus			**
Gresskar	Cucuchita spp			**
Gulrot	Daucus carota			**
Mais	Zea mays			**
Melon	Cucumis melo			**
Pastinak	Pastinaca sativa			**
Purre	Allium porrum			**
Reddik	Raphanus sativus			**
Åkerbønne				***
Squash				***
Småskalaproduksjon				
Hageblåbær	Vaccinium spp.	1		*
Bokhvete	Fagopyrum eculentum/tataricum	4-8		*
Lin	Linum usitatissimum		30 %	*
Erter	Pisum sativum		<25%	*
Karve	Carum carvi			*
Honningurt	Phacelia tanacetifolia	2-6		* frøplante
Agurkurt	Borago officinalis			*
Luserne	Medicago spp	6-15		* nitrogenfiksering
Solsikke	Helianthus annuus			**

* Bier & Blomster. Et samspill med økonomisk og kulturell betydning. Norges Birøkerlag

**Kirkevold, R.R. og T. Gjessing (2003) Den Store Biplanteboken Pollineringsbehov

*** Jens Åstrøm, NINA

Vedlegg C: Eksempel på mange-til-mange forhold i søknad om produksjonstilskudd

Eksempel på mange-til-mange forhold

I tabell 1 til 3 er det vist eksempler på hvordan mange-til-mange forholdet er bygd opp for 2 forholdsvis små jordbruksbedrifter kalt Bedrift 1 og Bedrift 2. I tabell 1 ser vi at bedrift 2 leier en del av en eiendom (Id_matrikkel) der bedrift 1 eier og driver mesteparten av arealet.

Tabell 1. Samme jordstykke drives av flere bedrifter

Id_matrikkel	Areal, jord	Navn, eier	Navn, driver	Areal, i drift	Areal, eid	Areal, leid
09990010000010000	181	Bedrift 1	Bedrift 1	219	152	0
09990010000010000	181	Bedrift 1	Bedrift 2	350	0	29

I tabell 2 ser vi at bedrift 1 i tillegg eier og driver en annen eiendom, samt leier fra en annen. Bedrift 2 eier og driver en egen eiendom og leier fra 3 andre.

Tabell 2. De samme bedriftene driver også andre jordstykker

Id_matrikkel	Areal, jord	Navn, eier	Navn, driver	Areal, i drift	Areal, eid	Areal, leid
09990005700020000	31	Bedrift 1	Bedrift 1	219	31	0
09990010000010000	181	Bedrift 1	Bedrift 1	219	152	0
09990010000040000	36	Bedrift 3	Bedrift 1	219	0	36
09990010000010000	181	Bedrift 1	Bedrift 2	350	0	29
09990010400010000	179	Bedrift 2	Bedrift 2	350	0	179
09990010500010000	140	Bedrift 4	Bedrift 2	350	131	0
09990012900020000	25	Bedrift 5	Bedrift 2	350	0	25

I tabell 3 ser vi at bedrift 1 driver med 3 ulike kornslag, mens bedrift 2 har eng og dyrker erter, i tillegg til at de også driver noe overflatedyrka areal. Sammenligner vi arealet av jordstykkene i tabell 2 med avlingene i tabell 3, ser vi at vi heller ikke kan koble vekster og jordstykker basert på størrelse.

Skulle vi ha prøvd å få full oversikt over dette arealet, hadde det ikke vært tilstrekkelig å se samla på arealet for bedrift 1 og 2. Vi måtte også ha tatt med arealet fra 3, 4 og 5. Men bedrift 3, 4 og 5 kan også dele jord med andre bedrifter, slik at enda mer areal må slås sammen, før vi kan vurdere hvilke vekster som finnes innen det sammenslåtte arealet. (sammenslåing kom litt brått på, omformuler).

Tabell 3. Avlingene er gitt på bedriftsnivå og kan ikke knyttes til enkelte jordstykker

Id_matrikkel	Navn, driver	areal_drift	Fulldyrka eng	Innmarks-beite	Erter	Havre	Bygg	Rug
09990005700020000	Bedrift 1	219	0	0	0	95	64	60
09990010000010000	Bedrift 1	219	0	0	0	95	64	60
09990010000040000	Bedrift 1	219	0	0	0	95	64	60
09990010000010000	Bedrift 2	350	288	11	51	0	0	0
09990010400010000	Bedrift 2	350	288	11	51	0	0	0
09990010500010000	Bedrift 2	350	288	11	51	0	0	0
09990012900020000	Bedrift 2	350	288	11	51	0	0	0

Forholdet blir fort enda mer komplisert for større eiendommer og bedrifter. Da øker gjerne antall eiendommer bedriftene driver på, flere bedrifter deler samme eiendom, og flere avlingstyper er involvert. Det er heller ikke uvanlig at jord leies på tvers av kommunegrenser. Selv om vi kjenner til hvilke eiendommer det er søkt tilskudd for kan vi derfor ikke få til en helhetlig kartfesting av vekster basert på produksjonssøknadene.

Vedlegg D: Jordbruksvekster per kommune i studieområdet. Fra søknader om produksjonstilskudd 2019

Kommune	Bygg	Havre	Vårhvet	Høst-hvete	Rug	Eng	Poteter	Erter	Grønn-saker	Raps	Quinoa	Jordbær	Frukt og bær
0211 Vestby	6 352	3 816	5 281	8 024	4 809	3 052	24	1 299	11	1 072	86	0	5
0213 Ski	7 326	8 509	4 752	10 221	1 085	3 523	0	130	481	308	0	60	29
0214 Ås	10 465	3 992	5 055	8 785	3 108	4 704	163	1 650	101	958	0	6	78
0215 Frogn	3 417	1 613	2 982	1 465	934	529	28	181	714	129	0	198	5
0216 Nesodden	155	876	963	511	0	2 253	0	0	1	0	0	0	2
0217 Oppegård	0	0	0	0	0	319	0	0	0	0	0	0	11
0219 Bærum	3 543	842	1 530	283	290	4 999	11	165	22	376	0	1	73
0220 Asker	495	305	481	53	0	4 238	2	0	91	0	0	0	3
0221 Aurskog-Høland	20 536	23 392	6 528	21 194	4 059	12 353	67	418	97	752	7	0	4
0226 Sørums	18 745	18 490	2 739	12 627	3 787	13 477	655	50	5	1 155	0	2	1
0227 Fet	5 438	5 736	1 785	2 754	323	3 472	0	0	0	523	0	0	6
0228 Rælingen	491	851	236	373	35	2 810	0	142	0	0	0	0	0
0229 Enebakk	3 738	7 796	1 163	5 077	634	5 156	0	38	0	0	0	0	0
0230 Lørenskog	1 230	1 160	70	161	0	2 332	0	0	0	0	0	0	0
0231 Skedsmo	2 144	3 954	1 258	4 920	450	3 177	0	0	19	459	45	0	2
0233 Nittedal	3 126	2 780	690	2 125	148	3 831	1	0	7	160	0	0	2
0234 Gjerdrum	3 585	5 624	2 611	5 392	244	5 386	0	0	0	210	0	0	0
0235 Ullensaker	20 551	18 249	3 113	17 314	4 447	9 449	302	393	0	922	0	1 042	0
0236 Nes	35 577	42 545	5 144	23 271	3 737	14 092	1744	743	8	880	0	30	4
0237 Eidsvoll	11 440	5 708	536	2 573	1 252	17 719	1933	0	341	85	332	83	4
0238 Nannestad	9 134	14 503	1 858	3 915	45	13 449	247	239	41	21	0	97	0
0239 Hurdal	539	192	53	40	187	4 940	3	0	12	0	0	0	22
0301 Oslo	125	1 085	339	1 066	0	3 353	9	0	15	0	0	0	4
0528 Østre Toten	46 507	1 040	6 718	1 420	197	35 647	5646	203	9 591	67	76	315	89
0532 Jevnaker	2 071	704	378	691	0	7 316	127	53	13	0	9	1	11
0533 Lunner	10 421	1 037	247	1 142	1 236	11 007	248	60	23	44	0	399	2
0612 Hole	3 789	412	5 598	3 433	22	1 652	160	40	2 864	626	0	275	1 062
0626 Lier	2 782	2 264	2 684	1 592	81	14 739	15	148	8 873	0	50	988	1 443

¹ I denne tabellen er kun omsøkt areal til eng regna med, ikke de 45 km² med areal det ikke er søkt tilskudd for.