



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning

2024

ISSN 2535-2806

MINA fagrapport 93

Datakilder for skoglig informasjon

Ole Martin Bollandsås
Marius Hauglin
Peter Zubkov



Bollandsås, O.M, Hauglin, M. & Zubkov, P. 2024. **Datakilder for skoglig informasjon.** – MINA fagrapport 93. 54 s.

Ås, mars 2024

ISSN: 2535-2806

RETTIGHETSHAVER

© Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Forskningsutvalget, MINA, NMBU

OPPDRAKSGIVER

Smartforest

FORSIDEBILDE

Utsyn over Engerdal. Foto: Ole Martin Bollandsås, NMBU

NØKKEWORD

Skoglig informasjon, fjernmåling, satellitt, laserskanning

KEY WORDS

Forest information, remote sensing, satellite, laser scanning

Ole Martin Bollandsås (olebo@nmbu.no): Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Ås.

Marius Hauglin: Norsk institutt for bioøkonomi, Ås. Peter Zubkov: Norsk institutt for bioøkonomi, Ås & Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Ås.

Innhold

1. Innledning	4
Hensikten med rapporten	4
Prosjekt-tilknytning	4
2. Relevante datakilder til skoglig informasjon.....	4
Liste over relevante datakilder	4
3. Beskrivelser av dataegenskaper	5
3.1 Optiske sensorer	6
Elektromagnetisk stråling	6
Romlig oppløsning	6
Spektral oppløsning	6
Radiometrisk oppløsning.....	7
Temporær oppløsning.....	7
Ulike betegnelser på kameraegenskaper	7
3.2 Punktdata (lidar)	7
Ulike egenskaper mellom ulike lidar-sensorer	8
Ulike sensorinnstillinger og flyvningsparametere.....	9
Ulike egenskaper som følge av variasjoner innen samme lidar-prosjekt	10
3.3 Radardata.....	10
3.4 Kartinformasjon	10
Topografiske kart	11
Kartinformasjon fra artsdatabanken	11
Kartprodukter fra NIBIO og på kilden.no	11
3.5 Andre informasjonskilder	12
Landsskogtakseringen	12
Hogstmaskindata	13
Dronedata	13
Informasjon fra satellitter.....	13
Det europeiske satellittprogrammet - Copernicus.....	14
4. Detaljert informasjon for utvalgte datakilder	15

1. Innledning

Hensikten med rapporten

Denne rapporten gir en oversikt over eksisterende datakilder som kan brukes til å framskaffe skoglig informasjon i Norge. Målgruppen er alle som trenger slik informasjon til forvaltnings- eller overvåkingsformål og som trenger en helhetlig oversikt som vil gjøre det lettere å velge riktig datakilde eller kombinasjon av kilde.

Rapporten tar primært for seg datakilder som er tilgjengelige online i dag, men har også eksempler på data som enkelt kan deles digitalt om det legges til rette for det, for eksempel registreringer fra hogstmaskin. I oversikten finnes både datakilder som kan kategoriseres som rådata og datakilder som har gjennomgått en prosessering, inkludert det vi kan kalle ferdige produkter. Grensen mellom hva som er rådata og ferdig produkt kan imidlertid noen ganger være uklar og vil avhenge av hva dataene skal brukes til. Vanlige flybilder kan for eksempel være rådata hvis de skal brukes til produksjon av punktskyer gjennom bildematching, men kan være et ferdig produkt hvis de brukes til enkle visuelle vurderinger av areal typer. Likevel er det i de aller fleste tilfeller relativt greit å sette dette skillet. Hver rådatakilde kan også kategoriseres med tanke på datatype (optisk informasjon, tredimensjonale punkter, radar, kartinformasjon og annen informasjon slik som registreringer gjort i felt). I denne rapporten blir kildene først presentert som en liste sammen med noen sentrale egenskaper. Deretter blir de mest aktuelle datakildene beskrevet mer inngående i egne avsnitt der det også gis noen eksempler til hvilke formål dataene kan brukes. Rapporten inneholder også beskrivelser av ulike egenskaper knyttet til dataene, egenskaper som man må forholde seg til når man skal vurdere egnethet for en gitt type data til gitte formål.

For å gjøre listene mest mulig relevante for å skaffe til veie relevant informasjon knyttet til skog og skogarealer i Norge, er det gjort et utvalg av de datakildene som faktisk omtales. For eksempel så finnes det mer enn 100 ulike operative satellitter med ulike sensorer eller kombinasjoner av sensorer, og det er ikke alle disse som er relevante for informasjon om norsk skog. Det er imidlertid gitt en nettside til en liste over alle aktive og inaktive jordobservasjonssatellitter:

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Earth_observation_satellites

Prosjekt-tilknytning

Rapporten er utarbeidet som en del av et såkalt senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI) kalt Smartforest. Hovedformålet med Smartforest er å øke effektiviteten i norsk skogsektor ved å legge til rette for en digital revolusjon som transformerer skoginformasjon, skogskjøtsel, skogsdrift og virkeforsyning, samt den digitale informasjonsflyten i sektoren.

2. Relevante datakilder til skoglig informasjon

Liste over relevante datakilder

På neste side finnes en liste (Tabell 1) over de datakildene (rådata og ferdige produkter) som er vurdert som mest relevante for å skaffe til veie skoglig informasjon, enten alene eller i kombinasjon. Listen gir en overordnet oversikt og en kort beskrivelse av hver datakilde, og videre gis det en henvisning til egne dataark der det finnes mer detaljert informasjon (kapittel 4). For lettere å kunne tolke egenskapene til hver datakilde, er det i kapittel 3 gitt beskrivelser av noen sentrale begreper som er brukt for å klassifisere datakildene.

Tabell 1. Kondensert liste over datakilder til skoglig informasjon.

Navn	Beskrivelse	Dataark
AR5	Arealressurskart, vektor	1
Artsdatabanken	Kartinformasjon fra Artsdatabanken	2
Askeladden, kulturminner NIKU	Database over kjente kulturminner	3
Gårdskart	Kartinformasjon om landbrukseiendommer	4
Nasjonal detaljert høydemodell	Terrengmodell	5
Nasjonal overflatemodell	Overflatemodell	6
NDH Laserdata	Åpent tilgjengelige laserdata	7
Norgeskart	Nasjonale kartdata	8
Omløpsfoto	Flyfoto over Norge	9
Ortofoto fra omløpsfotografering	Målestokkriktig flyfoto	10
Skogskader.no	Historiske innmeldinger av skogskader (https://skogskader.nibio.no/help)	11
SR16	Nasjonalt skogressurskart	12
GEDI	Åpent tilgjengelige satellittdata	13
ICESat	Åpent tilgjengelige satellittdata	14
ICESat2	Åpent tilgjengelige satellittdata	15
Landsat: 1 - 9	Åpent tilgjengelige satellittbilder	16
MODIS/VIIRS	Åpent tilgjengelige satellittdata	17
Sentinel-2	Åpent tilgjengelige satellittbilder	18
BlackSky	Kommersielle satellittbilder	19
Capella Space	Kommersielle satellittdata	20
Deimos/GeoSat-1/2	Kommersielle satellittbilder	21
EROS NG	Kommersielle satellittbilder	22
EROSAR	Kommersielle satellittdata	23
GeoEye-1	Kommersielle satellittbilder	24
Global Forest Watch	Globalt kart over skoglige endringer	25
ICEYE	Kommersielle satellittdata	26
KOMPSAT-2/3/3A	Kommersielle satellittbilder	27
KOMPSAT-5	Kommersielle satellittdata	28
PALSAR-2	Kommersielle satellittdata	29
PlanetScope	Kommersielle satellittbilder	30
Pléiades	Kommersielle satellittbilder	31
Pléiades Neo	Kommersielle satellittbilder	32
Satelloptic	Kommersielle satellittbilder	33
SkySat	Kommersielle satellittbilder	34
Spot-6/7	Kommersielle satellittbilder	35
SuperView-1/2/4/6	Kommersielle satellittbilder	36
TerraSAR-X/TanDEM-X	Kommersielle satellittdata	37
TripleSAT	Kommersielle satellittbilder	38
Umbra	Kommersielle satellittdata	39
Vision-1	Kommersielle satellittbilder	40
WorldView-1/2/3	Kommersielle satellittbilder	41

3. Beskrivelser av dataegenskaper

Ulike sensorer gir data med ulike egenskaper, egenskaper som igjen vil bestemme til hvilke bruksområder dataene er hensiktsmessige. Egenskapene er også knyttet til plattformen (for eksempel et fly, eller et stativ på bakken) sensoren er montert på. Dette kapittelet gir en kort innføring i hvilke egenskaper vi her snakker om, knyttet til ulike typer sensorer.

3.1 Optiske sensorer

Elektromagnetisk stråling

Optiske sensorer, eller kamera, registrerer lysenergi som reflekteres fra de objektene som er innenfor scenen som avbildes. Energikilden er som regel sola. Alt lys er elektromagnetisk stråling, og det som for oss fremstår som ulike farger er et resultat av at ulike overflater absorberer og reflekterer elektromagnetisk stråling med ulike bølgelengder. At noe fremstår som grønt betyr at den aktuelle overflaten reflekterer mest (synlig) stråling med bølgelengder mellom 520 og 565 nanometer (nm). Vi er mest vant med at et kamera kan produsere et fotografi som et resultat av den reflekterte lysenergien, men man kan også gjøre faktiske målinger av reflektansen (hvor sterkt en gitt bølgelengde reflekteres) til den elektromagnetiske strålingen i ulike bølgelengder og lagre dette som et datasett med tallverdier. For et grønt objekt vil reflektansen til stålingen med bølgelengder mellom 520 og 565 nm være mye høyere enn andre bølgelengder. Vi vet også at det finnes ulike grader av grønt og at ulike treslag har ulik grønnfarge. Dette kommer av at de enten reflekterer sterkt fra ulike deler av det grønne spekteret, eller at det er høy reflektans også fra andre deler av spekteret som "blander" seg med det "rene" grønne.

Siden vi kan registrere disse forskjellene som tallverdier med en sensor, kan vi utnytte dette til ulike formål. Det mest nærliggende er en automatisert treslagsklassifisering, for eksempel i en skogbruksplantakst. Man kan også tenke seg at man kan bruke optisk informasjon som dette for å si noe om helsetilstanden til skogen, for eksempel å skille døde fra levende trær. Når det gjelder skoghelse og trærnes vitalitet er dette imidlertid ikke bare snakk om at trær er døde eller levende, men heller om gradienter. Hvor et tre eller en skog befinner seg langs gradientene er ikke nødvendigvis lett å se. Et tre som er stresset på grunn av tørke kan for oss framstå som like grønt som et nabotre som har bedre tilgang på vann. Men kanskje er det forskjeller i fargen likevel. Vårt menneskelig øye er nemlig ikke i stand til å se all stråling som reflekteres tilbake, fra for eksempel et tre. Vi ser kun stråling i bølgelengder mellom ca 400 og 700 nm, så hvis det tørkestressede treet reflekterer ulikt sammenlignet med nabotreet med tanke på stråling utenfor dette intervallet, vil vi ikke se det. Vi kan imidlertid likevel skaffe oss informasjonen vi trenger ved å bruke en sensor som faktisk kan registrere slike bølgelengder. Når det gjelder fuktighet i blader og nåler, så kan reflektans i området umiddelbart utenfor synlige bølgelengder være nyttig, i de områdene av spekteret som kalles Red Edge (680-750 nm) og nærinfrarød (>780nm). Det er et stort potensial for bruk av slike data både med tanke på overvåking av skoghelse og til automatisk treslagsklassifisering.

Romlig oppløsning

Den romlige oppløsningen til en optisk sensor beskriver hvor godt den er i stand til å gjengi detaljer. Et digitalt bilde er satt sammen av pixler, som er kvadrater med kun én fargeverdi i hvert pixel. Fargeverdien i hvert pixel er et slags gjennomsnitt av fargeverdiene til det som pixlet omfatter. Med et kamera som deler bildet opp i et gitt antall pixler, vil gjengivelsen av objektene som avbildes være avhengig av hvor langt unna objektene er. Et kamera som er montert i et fly vil være i stand til å gjengi objekter på bakken med større presisjon fra 1000 meter over bakken sammenlignet med fra 2000 meter over bakken fordi antall pixler i kameraet er konstant og hvert pixel dermed dekker et større areal på bakken. Den romlige oppløsningen har altså betydning for hvilke detaljer vi kan skille fra hverandre. Mens bilder fra en satellitt med romlig oppløsning på 30x30 meter kan være hensiktsmessig for å klassifisere skogkledd areal over store områder, vil man trenge mye høyere oppløsning for å kunne skille enkelttrær fra hverandre.

Spektral oppløsning

Ulike optiske sensorer har ulike egenskaper når det gjelder hvilke bølgelengder de kan registrere, og slik sett er det viktig at man for ulike formål velger data registrert med en hensiktsmessig sensor. Det er også slik at uavhengig av hvilken del av spekteret sensoren "ser" (for eksempel mellom 630 og 1040 nm), så vil det kun være snakk om isolerte deler av spekteret og ikke en fullstendig registrering. De isolerte delene av spekteret kalles "bånd" og reflektansen som registreres vil være en gjennomsnittsverdi innenfor det gitte intervallet. I eksemplet over der en sensor dekker spekteret mellom 630 og 1040 nm, så kan denne for eksempel gi informasjon i fire

bånd: 630-690, 705-745, 770-895 og 860-1040. Bredden på dette båndet angir den spektrale oppløsningen. I likhet med den romlige oppløsningen sier den spektrale oppløsningen noe om presisjonen til dataene.

I denne forbindelse er det også naturlig å nevne at optiske sensorer ofte klassifiseres i "multispektrale" og "hyperspektrale", etter hvor mange bånd de er i stand til å registrere. Multispektrale kamera bruker mellom 3 og 10 bånd, og hyperspektrale bruker mer enn 10. Enkelte hyperspektrale sensorer bruker mer enn 1000 bånd. Det er ofte forskjell i den spektrale oppløsningen til multi- og hyperspektrale sensorer. De hyperspektrale sensorene har mange bånd nettopp fordi de er smale.

Radiometrisk oppløsning

Den radiometriske oppløsningen beskriver presisjonen til en sensor med tanke på selve reflektansregistreringen. For å illustrere dette kan vi bruke et eksempel der vi bruker to ulike klaver for å måle diameter på trær, der den ene har 3-cm diameterklasser inngravert på klavelinjalen og den andre har millimeterskala. Ved hjelp av klaven med millimeterskala kan vi få mer presise målinger enn med diameterklasseklaven. Mer spesifikt for radiometrisk oppløsning, så kan det sammenlignes med hvor mange gråtoner som brukes når man lager en svart/hvitt bilde, og dette målet i bit. Hvis en sensor oppgis å ha en radiometrisk oppløsning på 8 bit, vil den være i stand til å skille mellom $2^8 = 256$ ulike toner i hvert bånd.

Temporær oppløsning

Når det gjelder satellitter, så snakker vi også om temporær oppløsning. Dette er med hvilken frekvens satellitten avbilder det samme punktet på bakken. Dette vil avhenge av i hvilken bane satellitten går og kameraets "field of view". En satellitt som går i såkalt solsynkron bane passerer over både Arktis og Antarktis på hver runde rundt jorda, vil ha høyere tidsoppløsning (oftere over samme punkt på jordoverflaten) dess lengre unna ekvator man befinner seg.

Ulike betegnelser på kameraegenskaper

Optiske data er gjerne betegnet med forkortelser som refererer til hvilken del av det elektromagnetiske spekteret de dekker. Under er det gitt en forklaring på hva disse ulike forkortelsene betyr.

- RGB betegner at sensoren registrerer reflektans i kun den synlige delen av det elektromagnetiske spekteret, og i tre bånd (rødt, grønt og blått).
- Red Edge betegner bølgelengder rett utenfor det synlige lyset (680-750 nm).
- NIR betyr «near infrared» (nærinfrarød) og betegner bølgelengder fra 780 til 1400 nm.
- VNIR betyr «visible and near infrared» og betegner bølgelengder fra 400 til 1100 nm
- SWIR betyr «short wavelength infrared» og betegner bølgelengder fra 1400 til 3000 nm
- MWIR betyr «medium wavelength infrared» og betegner bølgelengder fra 3000 til 8000 nm
- LWIR betyr «long wavelength infrared» og betegner bølgelengder fra 8000 til 15000 nm
- TIR betyr «thermal infrared» og betegner bølgelengder fra 750 til 15000 nm
- FIR betyr «far infrared» og betegner bølgelengder fra 15000 til 1 mill nm.

3.2 Punktdata (lidar)

Med punktdata menes her tredimensjonale data, eller høydemålinger av terrenget og vegetasjonen for posisjoner fordelt ut over et gitt areal. Den mest brukte sensortypen for å samle slike data er basert på laserteknologi, eller lidar (light detection and ranging). En lidar-sensor er i prinsippet en avstandsmåler der pulser av laserlys sendes ut, og tiden det tar før en refleksjon (ekko) mottas fra objektet laserpulsen traff, registreres. Siden lysets hastighet er kjent, er det derfor mulig å regne ut avstanden mellom sensoren og ekkoet. I forbindelse med skoglig informasjon er det mest hensiktsmessig å montere lidar-sensorer under et fly slik at man enkelt kan dekke store arealer. Flybårne lidar-data omtales også som ALS-data, der ALS er en forkortelse for «airborne laser skanning». Resultater fra en slik flyvning er i utgangspunktet en «sky» av avstandsmålinger

mellom flyet og det som måtte ha blitt truffet av lyspulsene under flyet. Gjennom en prosessering av punktene kan man identifisere de ekkoene som er returnert fra terrengoverflaten og dermed kunne konstruere en terrengmodell ved hjelp av disse. I neste steg kan man relatere høyden til alle andre ekko relativt til denne terrengmodellen. Denne typen data er karakterisert som utvalgskartlegging (sampling) ved at man ikke har en fullstendig oversikt over høyden på trærne, men kun for enkelte posisjoner selv om det i mange tilfeller kun er kort avstand mellom sampel-punktene. Man får likevel svært god informasjon om vegetasjonshøyden for det arealet som det er samlet data for. Terrengmodellen er også et viktig produkt i seg selv, både med tanke på konstruksjon av topografiske kart, til deteksjon av kulturminner, for landskaps- og veiplanlegging, til analyser av flom og skredfare og mange andre formål.

Den dominerende metoden for å utnytte laserdata til å skaffe skoglig informasjon, har i de siste tiårene vært gjennom den såkalte arealbaserte metoden. Ved hjelp av et antall feltobservasjoner (>30) for det skoglige variablene man er interessert i, for eksempel tømmervolum, middelhøyde, grunnflate etc., kan man konstruere statistiske modeller som bruker variabler beregnet fra laserpunktskyen som forklaringsinformasjon. Disse modellene kan så brukes for å predikere den skoglige informasjonen for hele arealet vi har laserdata for. Metoden kalles arealbasert fordi prediksjonsenheter er arealer av samme størrelse, for eksempel kvadrater på 250 m².

Når det nå er introdusert at det brukes statistiske modeller for å koble egenskapene til laserpunktskyen til egenskapene til skogen, er det også svært viktig å nevne tre hovedkilder til at laserpunktskyer fra to ulike flyvninger kan få ulike egenskaper selv om de skoglige egenskapene er de samme. Disse kildene er det viktig å være klar over hvis man vurderer å bruke data fra flere flyvninger innen samme takstprosjekt, eller hvis man ønsker å bruke statistiske modeller konstruert på laserdata med gitte egenskaper, til prediksjon med laserdata med andre egenskaper. De viktigste kildene til ulike dataegenskaper er:

1. ulike egenskaper mellom ulike lidar-sensorer (avsnitt 3.2.1)
2. ulike sensorinnstillinger og flyvningsparametere (avsnitt 3.2.2)
3. ulike egenskaper som følge av variasjoner innen samme lidar-prosjekt (avsnitt 3.2.3)

Selv om man i utgangspunktet aldri vil kunne sikre seg at de statistiske sammenhengene mellom laserdata og feltobserverte verdier er de samme mellom ulike prosjekter, enten prosjektene er gjennomført i det samme geografiske området på ulike tidspunkter eller i ulike geografiske områder, så vil man ved å velge data med mest mulig like oppsettsparametere kunne redusere systematiske feil på de endelige estimatene. Dog er det ikke mulig å sikre at absolutt alt er likt, fordi det knytter seg forretningshemmeligheter til hvert instrument som gjør en komplett sammenligning av to instrumenter umulig. I det følgende gis det en oversikt over ulike egenskaper som brukes for å beskrive egenskapene til lidar-data. Noen av disse er sentrale momenter man må ha et bevisst forhold til når man skal velge oppsett for lidar-data for et nytt prosjekt eller om man vurderer å bruke eksisterende lidar-data.

Ulike egenskaper mellom ulike lidar-sensorer

System / sensor

Det finnes ulike produsenter av lidar-sensorer og de ulike produsentene har ulike modeller som i større eller mindre grad vil være forskjellige. Den teknologiske utviklingen går raskt, så spesifikasjonene på eldre og nyere instrumenter vil være forskjellige. I tillegg gjøres det jevnlig instrument-oppgraderinger som også vil endre egenskapene til det enkelte instrument.

Fordeling av pulser utover arealet

Det er i hovedsak to typer laserinstrumenter, profilerere og skannere. Profilerende instrumenter har ingen fordelingsmekanisme for laserpulsene, så resultatet blir kun en stripe med data under plattformen. Denne typen sensorer er svært lite brukt til estimering av skoglige attributter i Norge, men det finnes profilerende laserinstrumenter montert i på satellitter (IceSat-2 og GEDI) som gir data som kan være aktuelle for storskala overvåkingsprosjekter. Skannere, som er de vanligste i bruk for skogformål, fordeler pulsene også fra side til side mens plattformen (et fly for eksempel) beveger seg framover, slik at pulsene fordeles langs en korridor. Bredden på denne korridoren er avhengig av hvor stor vinkel man tillater skanneren å operere innenfor (skannevinkel),

samt av flyhøyden. Ulike skannere bruker ulike prinsipper for pulsfordeling. Noen sender pulsen via et speil som vipper fra side til side, mens andre bruker et mangekantet speil som roterer. Det finnes også andre muligheter som vi ikke går inn på her. Poenget er at ved bruk av ulike prinsipper for pulsfordeling, får pulsene ulik innbyrdes fordeling når de treffer bakken. Fordelingsmekanismen er en av faktorene som gjør at data fra ulike sensorer har ulike egenskaper. Det er imidlertid uklart i hvilken grad denne ene faktoren innvirker på egenskapene til laserpunktskyen. Effekten er trolig også avhengig av de skoglige egenskapene

Ulike sensorinnstillinger og flyvningsparametere

Fotavtrykk

Laserlyset som forlater sensoren, er en kjegle. Avhengig av hvilken åpningsvinkel sensoren har og hvilken høyde flyet holder over terrenget, vil området som belyses på terrengnivå ha et gitt areal som vi kaller "fotavtrykk". Et typisk fotavtrykk ved flybåren laserskanning er 30 cm i diameter, mens det er 25 meter for sensoren som sitter i GEDI-satellitten.

Skannevinkel

Skannevinkelen er det maksimale utslaget for fordelingsmekanismen i sensoren, målt i grader. Økende skannevinkler har den effekt at fotavtrykkene til pulsene blir mer og mer ovale og at trekronene i økende grad vil bli truffet fra siden. Det siste punktet peker på at sannsynligheten for at en puls blir reflektert fra trekroner kontra fra terrenget, øker med økende skannevinkel. Studier har vist at skannevinkel har effekt på egenskapene til punktskyen, men ikke i betydelig grad innenfor <30 grader. Skannevinkler over 30 grader er uvanlige for lidar-prosjekter i Norge.

Flyhøyde

Flyhøyden ved innsamling av lidar-data varierer betydelig mellom prosjekter (500 - 2000 meter over terrenget). Med økende flyhøyde vil man ved ellers like innstillinger, øke arealet som dekkes på bakken innenfor hver flystripe. Flyhøyden har i studier vist seg å ha moderat effekt på egenskapene til punktskyen, ved at ekkoene ser ut til å sitte høyere i trekronene med økende flyhøyde. Innenfor et gitt takstprosjekt vil flyhøyden naturlig nok variere fordi elevasjonen til terrenget varierer. Studier har vist at så lenge man konstruerer prediksjonsmodellene basert på feltobservasjoner for hele elevasjonsgradienten, vil variasjonene i flyhøyde ikke være en betydningsfull kilde til systematiske feil. Det som imidlertid kan være problematisk er å bruke prediksjonsmodeller konstruert med lidar-data samlet inn på en gitt flyhøyde, over i et annet takstprosjekt der lidar-dataene er samlet inn fra en betydelig forskjellig gjennomsnittlig flyhøyde.

Repetisjonsfrekvens (repetition frequency)

Dette er et mål på hvor mange laserpulser som sensoren sender ut per sekund, og betegnes dermed i enheten kilohertz (kHz). Det har vært en rivende utvikling med tanke på kapasiteten til de sensorene som har vært i bruk til skogtakseringsformål fra sent 90-tall og fram til i dag. Mens de første skannerne hadde kapasitet til å sende ut 10 000 pulser per sekund (10 kHz), finnes det i dag sensorer som kan sende ut 2 millioner pulser per sekund (2000 kHz). Man kan imidlertid velge hvilken repetisjonsfrekvens man ønsker å benytte for et gitt prosjekt. Fordelen med å bruke en høy repetisjonsfrekvens er at man kan oppnå at det ikke er langt mellom ekkoene fra vegetasjonen selv om man tillater en stor skannevinkel. Det er imidlertid utfordringer med å øke repetisjonsfrekvensen mot instrumentets maksimale kapasitet. En studie der repetisjonsfrekvensen ble doblet mellom to overflyvninger av samme område, viste at dette hadde samme type effekt som å øke flyhøyden ved at ekkoene satt i ulik høyde i trekronene mellom de to skanningen. Effektene så imidlertid ut til å være sterkere for samme prosentvise økning i repetisjonsfrekvens sammenlignet med den i flyhøyde.

Pulstetthet / ekkotetthet

Pulstettheten er den et mål på hvor mange pulser per arealenhet sensoren fordeler ut over det arealet som skannes. Antallet bestemmes av repetisjonsfrekvensen, skannevinkelen, flyhøyden og flyhastigheten. Ekkotettheten betegner hvor mange pulser som faktisk er returnert fra bakken og vegetasjonen under flyet, og denne kan være forskjellig fra pulstettheten hvis man skanner i striper som har overlapp. Man kan i prinsippet få så høy ekkotetthet man bare vil, men for skoglige formål er det mest vanlig med data i intervallet mellom 1 og 10 ekko per kvadratmeter. Når man skal velge ekkotetthet for et gitt prosjekt er kostnaden med selve datainnsamlingen et moment til vurdering, men man må alltid vurdere hva man skal bruke dataene til. For skogtakster etter arealmetoden er ett ekko per kvadratmeter gjerne mer enn nok, men vil man skulle ut

enkeltrær, trenger man trolig 5-10 ekko per kvadratmeter. For deteksjon av kulturminner har 5 ekko per kvadratmeter vist seg å være tilstrekkelig.

Pulsbredde (pulse width)

Pulsbredden indikerer hvor lenge sensoren for hver puls har sendt ut energi. En vanlig pulsbredde er 6 nanosekunder, som betyr at pulsen vil være 1.5 meter lang ut fra sensoren.

Bølgelengde (wave length)

Laserlys er forsterket lys, så laser er slik sett ikke relatert til faste bølgelengder på det elektromagnetiske spekteret. Laserinstrumenter som brukes til kartlegging av skog og terreng registrerer imidlertid i hovedsak tre bølgelengder: 534 nm (grønn), 1064 nm (NIR) og 1550 nm (SWIR). Det finnes skannere som registrerer alle båndene (Optech Titan), men i hovedsak er det skannere som registrerer 1064 nm som brukes i skogkartlegging. Ved bruk av andre bølgelengder alene eller sammen, kan man potensielt kunne utvide anvendelsesområdet til dataene, for eksempel hvis man ønsker å klassifisere arealtyper.

Ulike egenskaper som følge av variasjoner innen samme lidar-prosjekt

Som også indikert over, vil lidar-data innenfor samme prosjekt/flyvning kunne ha ulike egenskaper relatert til de skoglige attributtene. Dette er for eksempel et resultat av at det over takstområdet vil være ulik avstand mellom fly og terreng på grunn av elevasjonsforskjeller. Et annet eksempel er skannevinkel, der egenskapene til punktskyen vil endres med økende vinkel. Ulik overlapp mellom striper kan også være en kilde til forskjeller. Som også indikert tidligere, har disse variasjonene trolig liten innvirkning på nøyaktigheten til de estimerte skoglige attributtene så lenge prøveflatene som brukes til å konstruere prediksjonsmodellene dekker variasjonsbredden for de ulike kildene til variasjon.

3.3 Radardata

I tillegg til mer konvensjonelle datatyper beskrevet over, er det også enkelte datakilder som baserer seg på radar. Mest aktuelt er radardata fra satellitter. I likhet med lidar er det med radar snakk om datainnsamling med en aktiv sensor, i dette tilfellet radiobølger. Opptak fra radarsatellitter har noen fordeler sammenlignet med optiske satellitter: opptakene er i stor grad upåvirket av skydekke, og er heller ikke avhengig av sollys. Begge disse forholdene kan være store begrensninger for bruk av optiske satellittbilder i Norge der skydekke, daglengde og solvinkel varierer gjennom året. Radarsatellitter har ingen av disse begrensningene, og kan også gjøre opptak om natten. Det er imidlertid andre utfordringer med radardata, først og fremst kompleksiteten i dataene selv, og i prosesseringen av disse. Det kan benyttes data fra enkeltsatellitter eller samtidig opptak med satellittpar.

Bølgelengde som benyttes for radaropptak fra satellitt oppgis typisk med bokstavkoder for definerte frekvensbånd og tilhørende bølgelengde, slik som X (2 – 4 cm), C (8 – 4 cm) og L (30 – 15 cm). Bølgelengden vil påvirke hvordan radarsignalene reflekteres i vegetasjon og hvordan dataene kan brukes. Det er gjort en del forskning og utvikling knyttet til for eksempel modellering av biomasse med bruk av radardata fra satellitt. Videre kan data fra for eksempel Sentinel-1 også inngå sammen med data fra Sentinel-2 i modellering av skoglige egenskaper. Radardata er i mindre grad enn de andre datatypene direkte anvendbare, og bred gjennomgang av radardata og prosessering av disse vurderes til å ligge utenfor rammen av denne rapporten.

3.4 Kartinformasjon

Med kartinformasjon menes både tradisjonelle topografiske kart, men også stedfestet informasjon om for eksempel kulturminner og forekomster av arter og livsmiljø. I de følgende avsnittene er det gitt noe informasjon om noen av disse datakildene. De aller fleste datasett med kartfestet informasjon finnes på geonorge.no, men er også tilgjengelig hos de respektive organisasjonene som står for innhenting av data og produksjon av de enkelte tjenestene. Norge Digitalt er et samarbeid mellom flere regionale og nasjonale offentlige etater som har ansvar for å fremskaffe kartfestet informasjon. Informasjonen blir gjort tilgjengelig på geonorge.no.

Topografiske kart

Topografiske kart over Norge er åpent tilgjengelig på nett. Kartverkets 1:50 000 finnes både som egen nettløsning på norgeskart.no samt som WMS-tjeneste for kobling til eget GIS-system. Kartverket har også historiske kart, samt eiendomsgrenser for nedlasting. Eiendomsgrenser er også tilgjengelige på norgeskart.no. Økonomisk kartverk er tilgjengelig som WMS.

Kartinformasjon fra artsdatabanken

Det finnes kartfestet informasjon om kjente forekomster av arter, inkludert arter som krever at det blir tatt hensyn ved eventuelle forvaltningsinngrep. På artsdatabanken.no finnes det en nettapplikasjon der man kan skaffe seg informasjon om artsforekomster. I tillegg er det også mulig å laste ned informasjon om posisjonen til rødlistede arter og fremmede arter i shape-format, og det er også mulig å koble seg til en WMS-tjeneste for å få samme informasjon. Videre finnes det også arealklassifikasjon etter NiN-systemet (Natur i Norge, se <https://naturinorge.artsdatabanken.no/>) for de områdene der slike registreringer er utført. NiN-systemet brukes for å kunne beskrive natur på en måte som er uavhengig av sektorer og fagtradisjoner, og er derfor nyttig i mange sammenhenger. I det såkalte økologiske grunnkartet, som også finnes hos artsdatabanken, kan man i en og samme nettapplikasjon se samlet informasjon om artsforekomster, arealressurser og naturtyper (både etter NiN og andre klassifikasjonssystemer). Karttjenesten inneholder også marin informasjon om habitater, bunnforhold etc. Også informasjon om ferskvannssystemer er tilgjengelig med flomsoner, nedbørfelt etc. Videre finnes det også informasjon om verdifulle kulturlandskap. Geologisk informasjon finnes også, med løsmassekart, markering av marin grense, hvor man har kalkholdig berggrunn, hvor det har vært skredhendelser, for å nevne noe. Datakvaliteten er naturlig nok varierende. En rashendelse for eksempel, kan lett kartfestes, mens et kontinuerlig løsmassekart vil ha større usikkerhet. Kartet inneholder også det som er kalt "administrative støttekart" hvor man finner følgende grupper med informasjon:

- fiskerireguleringer og vern
- forurenset vann
- inngrepsfri natur i Norge
- kulturminner - lokaliteter
- naturvern - restriksjonsområder
- naturvernområder
- naturvernområder - foreslåtte
- ramsarområder¹
- reindrift
- vannkraft - ikke utbygd
- vannkraft - utbygd
- vernskog

Nettkartet er nyttig for å få oversikt, men man kan ved hjelp av informasjonen som er gitt under hver datakilde i menyen for informasjonsvalg, finne videre lenker til nedlasting der dette er tilgjengelig.

Kartprodukter fra NIBIO og på kilden.no

Det finnes flere kartprodukter som gir informasjon om skog, flere av de nasjonale kartproduktene er samlet på Kilden, NIBIOs kartportal². De digitale kartproduktene er tilgjengelige enten i form av nettbasert visning, eller på formater som gjør det mulig å vise eller bearbeide dataene i eget GIS-program. Det sistnevnte kan være formater som kun er egnet for visualisering (som WMS) eller formater som egner seg for videre analyse og kombinasjon

¹ **Ramsar-områder i Norge** omfatter 63 vernede våtmarksområder eller grupper av områder som er vernet i henhold til Ramsar-konvensjonen. Områdene som er valgt ut regnes som særlig viktige for fugler regionalt, nasjonalt og internasjonalt, og har derfor fått internasjonal beskyttelse. Ramsar-områdene i Norge er som hovedregel først gitt et nasjonalt vern som naturreservat, landskapsvernområde eller biotopvern (oftest fuglefredningsområde) (tekst hentet fra Wikipedia).

² <https://kilden.nibio.no/>

med andre data. På Kilden vises både kartdata som blir produsert og vedlikeholdes av NIBIO, og data fra andre institusjoner som forvaltes av NIBIO. I tillegg er det lagt inn en del kartlag som forvaltes av andre, men som er praktisk å kunne vise sammen med kartlagene på Kilden. Dette gjelder for eksempel grunnleggende kartdata fra Kartverket.

SR16 er et nasjonalt skogressurskart som produseres av NIBIO med bruk av Landsskogtakseringens prøveflater og fjernmålingsdata. Av fjernmålingsdata brukes hovedsakelig lidardata og opptak fra Sentinel-2 satellittene. Skoglige egenskaper som volum, middelhøyde, grunnflate og bonitet presenteres i rasterformat, med oppløsning på 16 m. Oppløsningen svarer til størrelsen på Landsskogflatene som brukes som del av grunnlagsdataene. I SR16 er det også gjort en automatisk inndeling i segmenter, med tilknyttede egenskaper.

SatSkog er et nasjonalt skogressurskart og forløper til SR16. SatSkog er basert på data fra Landsskogtakseringens feltflater og opptak fra Landsat satellitter.

AR5 er et vektorbasert arealressurskart tilpasset målestokk 1:5000 og er en videreføring av markslag fra Økonomisk Kartverk. AR5 er et Geovekst-datasett og inngår i den offentlige Felles KartBase (FKB). AR5 inngår som grunnlag for blant annet Gårdskart, men nedlasting av AR5 kartdata er begrenset til brukere med rettigheter gjennom Geovekst eller Norge digitalt.

Gårdskart viser arealressurser og arealtall for en valgt landbrukseiendom. Det er ikke et eget kart, men satt sammen av informasjon fra flere kilder. Gårdskart er tiltenkt brukt i forvaltning og eiere av landbrukseiendommer, men er åpent tilgjengelig³.

Andre digitale kartprodukter

Global Forest Watch er en nettbasert karttjeneste som viser endringer i skog globalt. Tjenesten inkluderer Norge, og her vises i hovedsak endringer i form av flatehogst og naturlig vekst. Det gjøres årlige oppdateringer av endringer. Kartene er tilgjengelige for visning på nett, og til nedlasting. Global Forest Watch er basert på satellittdata (Landsat) og har en romlig oppløsning på 30 m.

3.5 Andre informasjonskilder

Landsskogtakseringen

Landsskogtakseringen gir skog- og arealinformasjon på nasjonal og regionalt nivå. Selve datainnsamlingen gjøres på feltflater som ligger i en 3x3 km forband over hele landet, og alle flater besøkes hvert femte år. Knyttet til hver flate gjøres det beregninger av en rekke variabler som beskriver skogressursen, og det gjøres vurderinger driftsforhold. Ved at registreringer gjentas på de samme flatene med faste intervall er dette datasettet meget godt egnet for å følge endringene på skogarealet. Samtidig er det såpass langt imellom flatene at beregninger basert på felldata alene ikke kan brukes for mindre områder enn et fylke. Man kan imidlertid bruke landsskogflatene sammen med ulike typer fjernmålte data. Eksempler på dette er gitt under.

Tilgjengeligheten for rådata fra landsskogtakseringen er noe begrenset, spesielt hvis man har behov for stedfestet informasjon. Koordinaten på hver landsskogflate er konfidensiell fordi det er svært viktig for validiteten til landsskogtakseringen at skogbehandlingen i bestandene der flatene ligger ikke er påvirket av kunnskap om av det ligger en landsskogflate der. Man kan likevel ved å ta kontakt med NIBIO lage avtaler om bruk av flatedata til ulike formål. Hvis dataene skal kobles mot fjernmåling (som krever kjennskap til koordinater på flatene), kan dette løses ved at NIBIO involveres i koblingen av data.

For oversikter på lands- og fylkesnivå kan det på <https://landsskog.nibio.no/> utføres "spøringer" knyttet til sentrale skoglige variabler slik som volum. Her kan man også finne tall ned på kommunenivå. For å produsere tall på dette arealnivået, er det brukt fjernmålingsdata i tillegg i en såkalt modell-assistert estimering. I et slikt system anvendes først en modell over hele kommunen for den variabelen vi er interessert i. Dette krever da at vi har fjernmålte data som faktisk dekker hele området, som kan for eksempel være laserskanner data eller

³ <https://gardskart.nibio.no>

punktdata fra billedmatching. Fra de heldekkende prediksjonene beregnes det så et gjennomsnitt for hele kommunen. Med en modell er man imidlertid ikke sikret at gjennomsnittet er såkalt forventningsrett, altså at det er fritt for systematiske feil. Man kan derfor bruke prediksjonene på landsskogflatene der man har fasit fra felt for å beregne den systematiske feilen. Landsskogflatene brukes også som kalibreringsdata for modeller som brukes i rene modellbaserte estimeringsopplegg. Se avsnittet om "SR16".

Hogstmaskindata

Mye data samles inn i forbindelse med avvirking med hogstmaskin. Informasjon om det enkelte tre som felles registreres og lagres, og kan anvendes videre på flere måter. Størst nytte av data fra hogstmaskiner har man når man har en nøyaktig posisjonering av hogstaggeregatet. Da har man posisjonene for hvert avvirket tre, og også en dokumentasjon på hvor hogsten har foregått. Mange av de samme egenskapene som måles og beregnes på prøveflater i felt kan beregnes fra hogstmaskindata og én mulig bruk av data fra hogstmaskiner er i form av lokale prøveflater brukt sammen med fjernmålingsdata tatt opp før avvirkingen. Videre kan hogstmaskindata brukes som dokumentasjon på den utførte hogsten, for eksempel i forbindelse med krav om miljøhensyn.

Dronedata

Opptak fra droner er en kilde til informasjon som i flere sammenhenger er i bruk operativt i skogbruket, og det er også en plattform som det gjøres mye forskningsarbeid rundt. Både optiske sensorer og lidar er mulig og gir data med høy romlig oppløsning. Bruk av drone som plattform for opptak av fjernmålingsdata i skog er i praksis begrenset til mindre områder.

Informasjon fra satellitter

I listen over datakilder presentert i denne rapporten, er det flere enn de som presentert mer i detalj. De datakildene som er utelatt i detaljbeskrivelsen er de som er ansett for å være mer marginale med tanke på skoglig informasjon spesifikt for Norge. Siden datakildene likevel kan gi informasjon knyttet til skogarealet, er det er omtalt litt mer generelt.

Det finnes flere kommersielle tilbydere av satellittdata. Prinsipielt skiller disse kommersielle datakildene seg ikke dramatisk fra lignende åpne kilder, men det er noen generelle forskjeller: Den romlige oppløsningen på kommersielle satellittbilder er typisk bedre enn for åpent tilgjengelige data, ned til 0.25 m. Data fra kommersielle satellitter er i liten grad i bruk som datakilde for informasjon om skog i Norge i dag, men for enkelte formål kan de likevel vurderes. Den romlige oppløsning gjør at under gitte forhold vil informasjonen kunne sammenlignes med den man får fra ordinære flybilder, og med satellitter får man en helt annen temporær oppløsning enn den man får med ordinære bilder tatt fra fly. Det må imidlertid nevnes at de fleste kommersielle satellitter opereres annerledes enn åpne satellitter i det at opptak kun gjøres på bestilling. Det er da eksempelvis ikke mulig å kjøpe bilder fra et tidspunkt med gunstige skyforhold tilbake i tid. En aktuell kommersiell tilbyder av optiske data er Planet Labs som har flere sett med satellitter med navnene "PlanetScope" (kontinuerlig opptak) og "SkySat" (opptak på bestilling). Det finnes også andre optiske satellitter som WorldView-1/2/3 og GeoEye-1 (eid av Maxar Technologies) og Pleiades, Pleiades Neo, SPOT-6/7 (eid av Airbus Defense and Space), som også kan være aktuelle hvis man trenger bedre romlig oppløsning enn det de åpnet tilgjengelige data fra Sentinel 2 og Landsat kan gi.

Når det gjelder punktdata fra satellitt, er det ICESat, ICESat2 og GEDI som bør nevnes. Alle er profilerende lasere der formålet med datainnsamlingen har vært å monitorere isdekket i Arktis og Antarktis, gjøre registreringer av skydekke og aerosoler i atmosfæren, snødekke, sjøisegenskaper, samt vegetasjonshøyder i skog og karakterisere effekter av klima- og arealbruksendringer. For monitorering av endringer etter år 2000, kan data fra disse satellittene være hensiktsmessige (GEDI fra 2018), men det er viktig å peke på at dataene ikke kan sammenlignes med lidar-data registrert fra fly.

Det finnes også satellitter som bærer radar-instrumenter (SAR), slik som Sentinel 1, Capella og ICEYE. Begge satellittsystem har den fordel at de har høy temporær oppløsning og at dataregistrering ikke er hindret av tid på døgnet eller værforhold. Både Capella og ICEYE er konstellasjoner av mange satellitter som gjør at data registreres for sammen område flere ganger om dagen, og dette kan være aktuelt i forbindelse med overvåking av for eksempel skogbrann og vindfall. Mens Sentinel 1-data er fritt tilgjengelig, er både Capella og ICEYE et

kommersielt produkt. Kommersielle SAR data kan samles inn med en romlig oppløsning ned mot 0,25 m, men opptak blir gjort kun på bestilling. Høyoppløselige SAR data kjennetegnes gjerne av en avveining mellom opptakets fotavtrykk og romlig oppløsning: jo høyere oppløsning, desto mindre fotavtrykk på bakken. F.eks. ved en ønsket oppløsning på 0,25 m er det urimelig å forvente et fotavtrykk som er større enn 25 km².

Det europeiske satellittprogrammet - Copernicus

Europakommisjonen og den europeiske romorganisasjonen ESA, administrerer sammen et stort jordobservasjonsprogram kalt Copernicus. Under dette programmet benyttes det mange ulike satellitter for overvåking av både land, hav og atmosfære, men skal også kunne bidra til at de riktige myndigheter skal kunne respondere raskt ved naturkatastrofer og at det finnes data for å opprettholde et gitt sikkerhetsnivå. I tillegg skal programmet gi data for å bedre kunne håndtere problemer knyttet til klimaendringer. Hovedkildene for informasjon er satellittene kalt Sentinel. Dette er satellitter som både har optiske og radarsensorer, samt sensorer som er i stand til å gjøre registreringer av sammensetningen i atmosfæren. Programmet er ment å skulle bidra med informasjon knyttet til målinger av luftkvalitet, varsling av flom, tørke og ekstreme værhendelser, deteksjon av oljesøl, samt målinger av vannkvaliteten i havet. For landbaserte ressurser skal Copernicus skaffe data knyttet til landbruksarealer og for overvåking av skog og analyser av arealbruksendringer. Det planlegges å utvide programmet med enda flere satellitter med andre typer sensorer enn de som er tilgjengelig i dag. Per i dag planlegges det en hyperspektral sensor (CHIME), et mikrobølge-radiometer for overvåking av havtemperatur (CIMR), et spektrometer (NIR + SWIR) for overvåking av utslipp av CO₂ (CO2M), en kombinert radar- og mikrobølgesensor for overvåking av havis og isbreer (CRISTAL), et spektrometer for overvåking av temperatur på jordoverflaten (LSTM) og en ny SAR-sensor som supplement til Sentinel 1 (ROSE-L).

I tillegg til Sentinel samler ESA gjennom Copernicus-programmet inn satellittdata fra såkalte «tredjepartsmisjoner», dvs. kommersielle satellittselskap. Dette gjelder både rutinemessige opptak av utvalgte områder med høyoppløselige satellitter (tilsvarende omløpsfotografering fra fly) og ekstraordinære opptak i etterkant av naturkatastrofer osv. gjennom Copernicus Emergency Management Service (CEMS) samarbeidet. Alle satellittdataene samlet inn i regi av ESA/Copernicus er gjort tilgjengelig for nedlastning fra Copernicus datalageret (PANDA). Det er brukertype som bestemmer hvilke datasamlinger som er tilgjengelige for nedlastning. Brukere som tilhører den offentlige sektoren, samt underleverandører til disse får full tilgang, mens databruk til kommersielle formål er underlagt begrensninger. ESA tilbyr også finansiering til innkjøp av opptak av kommersielle satellittdata til bruk i FoU-prosjekter. Tilbudet omfatter mindre utviklingsprosjekter der private aktører er pådrivere.

4. Detaljert informasjon for utvalgte datakilder

I dette kapittelet finnes det mer detaljert informasjon for datakildene listet i Tabell 1.

2 Artsdatabanken

Kartinformasjon fra Artsdatabanken

Navn	Artsdatabanken
Type	-
Plattform	-
Arealdekning	-
Romlig oppløsning	-
Dekning i tid fra	-
Spektral dekning	-
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	-
Dataforvalter	Artsdatabanken
Lenkevisning	https://artskart.artsdatabanken.no
Lenke dokumentasjon	https://artskart.artsdatabanken.no
Åpen tilgang	Ja
Primærdata	-
Primærdatakilder	-

3 Askeladden, kulturminner NIKU

Database over kjente kulturminner

Navn	Askeladden, kulturminner NIKU
Type	-
Plattform	-
Arealdekning	-
Romlig oppløsning	-
Dekning i tid fra	-
Spektral dekning	-
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	-
Dataforvalter	-
visning	https://www.kulturminnesok.no/kart
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	-
Primærdata	-
Primærdatakilder	-

4 Gårdskart

Kartinformasjon om landbrukseiendommer

Navn	Gårdskart
Type	Vektorkart
Plattform	-
Arealdekning	-
Romlig oppløsning	-
Dekning i tid fra	-
Spektral dekning	-
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	-
Dataforvalter	NIBIO
Lenke visning	https://gardskart.nibio.no/
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Ja
Primærdata	Nei
Primærdatakilder	AR5, Matrikkelen, Landbruksregisteret

5 Nasjonal detaljert høydemodell

Terrengmodell

Navn	Nasjonal detaljert høydemodell
Type	Rasterdata
Plattform	Fly
Arealdekning	Nasjonalt
Romlig oppløsning	1
Dekning i tid fra	-
Spektral dekning	-
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	-
Dataforvalter	Karverket
Lenke visning	www.hoydedata.no
Lenke dokumentasjon	www.hoydedata.no
Åpen tilgang	Ja
Primærdata	Nei
Primærdatakilder	NDH laserdata

6 Nasjonal overflatemodell

Overflatemodell

Navn	Nasjonal overflatemodell
Type	Rasterdata
Plattform	Fly
Arealdekning	Nasjonalt
Romlig oppløsning	1
Dekning i tid fra	-
Spektral dekning	-
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	-
Dataforvalter	Karverket
Lenke visning	www.hoydedata.no
Lenke dokumentasjon	www.hoydedata.no
Åpen tilgang	Ja
Primærdata	Nei
Primærdatakilder	NDH laserdata

7 NDH Laserdata

Punktdata fra nasjonal skanning

Navn	NDH Laserdata
Type	Laserdata fra fly
Plattform	Fly
Arealdekning	-
Romlig oppløsning	1 – 20 pkt / m ²
Dekning i tid fra	2009 - 2023
Spektral dekning	-
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	-
Dataforvalter	Kartverket
Lenke visning	www.hoydedata.no
Lenke dokumentasjon	www.hoydedata.no
Åpen tilgang	Ja
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

8 Norgeskart

Nasjonale kartdata

Navn	Norgeskart
Type	-
Plattform	-
Arealdekning	-
Romlig oppløsning	-
Dekning i tid fra	-
Spektral dekning	-
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	-
Dataforvalter	-
Lenke visning	www.norgeskart.no
Lenke dokumentasjon	www.norgeskart.no
Åpen tilgang	-
Primærdata	-
Primærdatakilder	-

9 Omløpsfoto

Flyfoto over Norge

Navn	Omløpsfoto
Type	Flyfoto
Plattform	Fly
Arealdekning	Nasjonalt
Romlig oppløsning	0.25 - 0.5
Dekning i tid fra	-
Spektral dekning	-
Antall bånd	3
Temporær oppløsning	5 - 10 år
Dataforvalter	Kartverket
Lenke visning	https://norgebilder.no/
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Delvis
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

10 Ortofoto fra omløpsfotografering

Målestokkriktig flyfoto

Navn	Ortofoto fra omløpsfotografering
Type	Ortofoto
Plattform	Fly
Arealdekning	Nasjonalt
Romlig oppløsning	0.25 - 0.5
Dekning i tid fra	-
Spektral dekning	-
Antall bånd	3
Temporær oppløsning	5 - 10 år
Dataforvalter	Kartverket
Lenke visning	www.geonorge.no
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Delvis
Primærdata	Nei
Primærdatakilder	Omløpsfoto

11 Skogskader.no

Historiske innmeldinger av skogskader

Navn	Skogskader.no
Type	-
Plattform	-
Arealdekning	-
Romlig oppløsning	-
Dekning i tid fra	-
Spektral dekning	-
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	-
Dataforvalter	-
Lenke visning	https://skogskader.nibio.no/skogskader2/rd#/map/showSkogskader
Lenke dokumentasjon	https://skogskader.nibio.no/help
Åpen tilgang	Ja
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

12 SR16

Nasjonalt skogressurskart

Navn	SR16
Type	Raster- og vektorkart
Plattform	Fly / Satellitt
Arealdekning	Nasjonalt i løpet av 2022
Romlig oppløsning	16
Dekning i tid fra	Fra 2018
Spektral dekning	-
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	-
Dataforvalter	NIBIO
Lenke visning	https://kilden.nibio.no
Lenke dokumentasjon	https://www.nibio.no/tema/skog/kart-over-skogressurser/skogressurskart-sr16
Åpen tilgang	Ja
Primærdata	Nei
Primærdatakilder	NDH laserdata, Sentinel2, AR5

13 GEDI

Åpent tilgjengelige satellittdata

Navn	GEDI
Type	Profilerende laser
Plattform	Satellitt
Arealdekning	S51.6 - N51.6
Romlig oppløsning	25 m
Dekning i tid fra	5 des 2018
Spektral dekning	1064
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	14 dager
Dataforvalter	NASA / UoMaryland
Lenke visning	https://gedi.umd.edu
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Ja
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

14 ICESat

Åpent tilgjengelige satellittdata

Navn	ICESat
Type	lidardata fra satellitt
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	70 m
Dekning i tid fra	12 jan 2003 - feb 2010
Spektral dekning	532 / 1064
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	91 dager
Dataforvalter	NSIDC
Lenke visning	https://icesat.gsfc.nasa.gov/icesat/
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Ja
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

15 ICESat2

Åpent tilgjengelige satellittdata

Navn	ICESat2
Type	lidardata fra satellitt
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	13 m
Dekning i tid fra	15 Sept 2018
Spektral dekning	532
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	91 dager
Dataforvalter	NASA
Lenke visning	https://icesat-2.gsfc.nasa.gov/
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Ja
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

16 Landsat: 1 - 9

Åpent tilgjengelige satellittbilder

Navn	Landsat-1...9
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	15 - 30
Dekning i tid fra	1972
Spektral dekning	450 - 12500
Antall bånd	4 - 11
Temporær oppløsning	8 dager
Dataforvalter	NASA
Lenke visning	https://earthexplorer.usgs.gov
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Ja
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

17 MODIS/VIIRS

Åpent tilgjengelige satellittdata

Navn	MODIS/VIIRS
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	250 - 1000
Dekning i tid fra	18 des 1999
Spektral dekning	405 - 14 385
Antall bånd	16 - 36
Temporær oppløsning	1-2 dager
Dataforvalter	NOAA / NASA
Lenke visning	https://modis.gsfc.nasa.gov
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Ja
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

18 Sentinel-2

Åpent tilgjengelige satellittbilder

Navn	Sentinel-2
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	10 - 60
Dekning i tid fra	23 Jun 2015
Spektral dekning	442 - 2185
Antall bånd	13
Temporær oppløsning	2 -3 dager
Dataforvalter	ESA
Lenke visning	https://scihub.copernicus.eu
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Ja
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

19 BlackSky

Kommersielle satellittbilder

Navn	BlackSky
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	0.3 - 1.5
Dekning i tid fra	Nov 2018
Spektral dekning	450 - 900
Antall bånd	5
Temporær oppløsning	<1 dag
Dataforvalter	BlackSky
Lenke visning	https://www.blacksky.com
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

20 Capella Space

Kommersielle satellittdata

Navn	Capella Space
Type	Synthetic Aperture Radar
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	0.5 - 1.2
Dekning i tid fra	Aug 2020
Spektral dekning	-
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	<1 dag
Dataforvalter	Capella Space
Lenke visning	https://www.capellaspace.com
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei (Open Data program tilbys)
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

21 Deimos/GeoSat-1/2

Kommersielle satellittbilder

Navn	Deimos/GeoSat-1/2
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	0.75 - 4 / 20
Dekning i tid fra	29 Jul 2009
Spektral dekning	466 - 900
Antall bånd	5
Temporær oppløsning	2 dager
Dataforvalter	GEOSAT
Lenke visning	https://geosat.space/
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei (delvis gjennom ESA)
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

22 EROS NG

Kommersielle satellittbilder

Navn	EROS NG
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	0.3 - 0.6
Dekning i tid fra	2006
Spektral dekning	450 - 900
Antall bånd	5
Temporær oppløsning	1 dag
Dataforvalter	ISI
Lenke visning	https://www.imagesatintl.com
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

23 EROSAR

Kommersielle satellittdata

Navn	EROSAR
Type	Synthetic Aperture Radar
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	0.5
Dekning i tid fra	2022
Spektral dekning	-
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	1 dag
Dataforvalter	ISI
Lenke visning	https://www.imagesatintl.com
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

24 GeoEye-1

Kommersielle satellittbilder

Navn	GeoEye-1
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	0.41 - 1.84
Dekning i tid fra	okt 2008
Spektral dekning	450 - 920
Antall bånd	5
Temporær oppløsning	2 dager
Dataforvalter	Maxar
Lenke visning	https://maxar.com/
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei (Open Data program tilbys)
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

25 Global Forest Watch

Globalt kart over skoglige endringer

Navn	Global Forest Watch
Type	-
Plattform	Satellitt
Arealdekning	-
Romlig oppløsning	30 m
Dekning i tid fra	-
Spektral dekning	-
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	-
Dataforvalter	-
Lenke visning	https://www.globalforestwatch.org/
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Ja
Primærdata	Nei
Primærdatakilder	Landsat

26 ICEYE

Kommersielle satellittdata

Navn	ICEYE
Type	Synthetic Aperture Radar
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	1 - 15
Dekning i tid fra	okt 2019
Spektral dekning	-
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	1 dag
Dataforvalter	ICEYE
Lenke visning	https://www.iceye.com
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

27 KOMPSAT-2/3/3A

Kommersielle satellittbilder

Navn	KOMPSAT-2/3/3A
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	0.7 - 2.8
Dekning i tid fra	17 mai 2012
Spektral dekning	450 - 900
Antall bånd	5
Temporær oppløsning	1-2 dager
Dataforvalter	SIIS
Lenke visning	https://www.si-imaging.com/
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

28 KOMPSAT-5

Kommersielle satellittdata

Navn	KOMPSAT-5
Type	Synthetic Aperture Radar
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	1 - 20
Dekning i tid fra	22 Aug 2013
Spektral dekning	-
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	1-2 dager
Dataforvalter	SIIS
Lenke visning	https://www.si-imaging.com/
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

29 PALSAR-2

Kommersielle satellittdata

Navn	PALSAR-2
Type	Synthetic Aperture Radar
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	3 - 60
Dekning i tid fra	2014
Spektral dekning	-
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	14 dager
Dataforvalter	JAXA
Lenke visning	https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS-2/en/about/palsar2.htm
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

30 PlanetScope

Kommersielle satellittbilder

Navn	PlanetScope
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	4
Dekning i tid fra	2014
Spektral dekning	431 - 885
Antall bånd	8
Temporær oppløsning	<1 dag
Dataforvalter	Planet Labs
Lenke visning	https://www.planet.com/
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei (tilgjengelig for utdanning)
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

31 Pléiades

Kommersielle satellittbilder

Navn	Pléiades
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	0.5 - 2
Dekning i tid fra	17 des 2011
Spektral dekning	430 - 940
Antall bånd	5
Temporær oppløsning	1 dag
Dataforvalter	Airbus Defence and Space
Lenke visning	https://www.intelligence-airbusds.com/imagery/constellation/
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

32 Pléiades Neo

Kommersielle satellittbilder

Navn	Pléiades Neo
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	0.3 - 1.2
Dekning i tid fra	28 April 2021
Spektral dekning	450 - 880
Antall bånd	7
Temporær oppløsning	1 dag
Dataforvalter	Airbus Defence and Space
Lenke visning	https://www.intelligence-airbusds.com/imagery/constellation/
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

33 Satellogic

Kommersielle satellittbilder

Navn	Satellogic
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	0.7 - 30
Dekning i tid fra	2016
Spektral dekning	450 - 900
Antall bånd	4
Temporær oppløsning	<1 dag
Dataforvalter	Satellogic
Lenke visning	https://satellogic.com
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

34 SkySat

Kommersielle satellittbilder

Navn	SkySat
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	0.5 - 0.7
Dekning i tid fra	13 Nov 2013
Spektral dekning	450 - 900
Antall bånd	5
Temporær oppløsning	<1 dag
Dataforvalter	Planet Labs
Lenke visning	https://www.planet.com/
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

35 Spot-6/7

Kommersielle satellittbilder

Navn	Spot-6/7
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	1.5 - 6
Dekning i tid fra	9 Sept 2012
Spektral dekning	450 - 890
Antall bånd	5
Temporær oppløsning	1 dag
Dataforvalter	Airbus Defence and Space
Lenke visning	https://www.intelligence-airbusds.com/imagery/constellation/
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei (delvis gjennom ESA)
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

36 SuperView-1/2/4/6

Kommersielle satellittbilder

Navn	SuperView-1/2/4/6
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	0.5 - 2
Dekning i tid fra	2017
Spektral dekning	450 - 900
Antall bånd	5
Temporær oppløsning	1 dag
Dataforvalter	Beijing Space View Tech Co Ltd
Lenke visning	https://www.spacewillinfo.com/SuperView-1English/index.html
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

37 TerraSAR-X/TanDEM-X

Kommersielle satellittdata

Navn	TerraSAR-X/TanDEM-X
Type	Synthetic Aperture Radar
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	1 - 16
Dekning i tid fra	15 Jun 2007
Spektral dekning	-
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	11 dager
Dataforvalter	DLR
Lenke visning	https://tandemx-science.dlr.de/
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei (delvis gjennom ESA)
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

38 TripleSAT

Kommersielle satellittbilder

Navn	TripleSAT
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	0.8 - 3.2
Dekning i tid fra	Jul 2015
Spektral dekning	450 - 910
Antall bånd	5
Temporær oppløsning	1 dag
Dataforvalter	21AT
Lenke visning	https://www.21at.sg
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

39 Umbra

Kommersielle satellittdata

Navn	Umbra
Type	Synthetic Aperture Radar
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	0.25 - 1
Dekning i tid fra	Jun 2021
Spektral dekning	-
Antall bånd	-
Temporær oppløsning	<1 dag
Dataforvalter	Umbra
Lenke visning	https://umbra.space
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei (Open Data program tilbys)
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

40 Vision-1

Kommersielle satellittbilder

Navn	Vision-1
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	0.9 - 3.5
Dekning i tid fra	16 Sept 2018
Spektral dekning	450 - 900
Antall bånd	5
Temporær oppløsning	4 dager
Dataforvalter	Airbus Defence and Space
Lenke visning	https://www.intelligence-airbusds.com/imagery/constellation/
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-

41 WorldView-1/2/3

Kommersielle satellittbilder

Navn	WorldView-1/2/3
Type	Optiske satellittbilder
Plattform	Satellitt
Arealdekning	Globalt
Romlig oppløsning	0.3-30
Dekning i tid fra	18 Sept 2007
Spektral dekning	400 - 2365
Antall bånd	1-29
Temporær oppløsning	1 dag
Dataforvalter	Maxar
Lenke visning	https://maxar.com/
Lenke dokumentasjon	-
Åpen tilgang	Nei (Open Data program tilbys)
Primærdata	Ja
Primærdatakilder	-