

Fjernmålingsseminar Miljødirektoratet

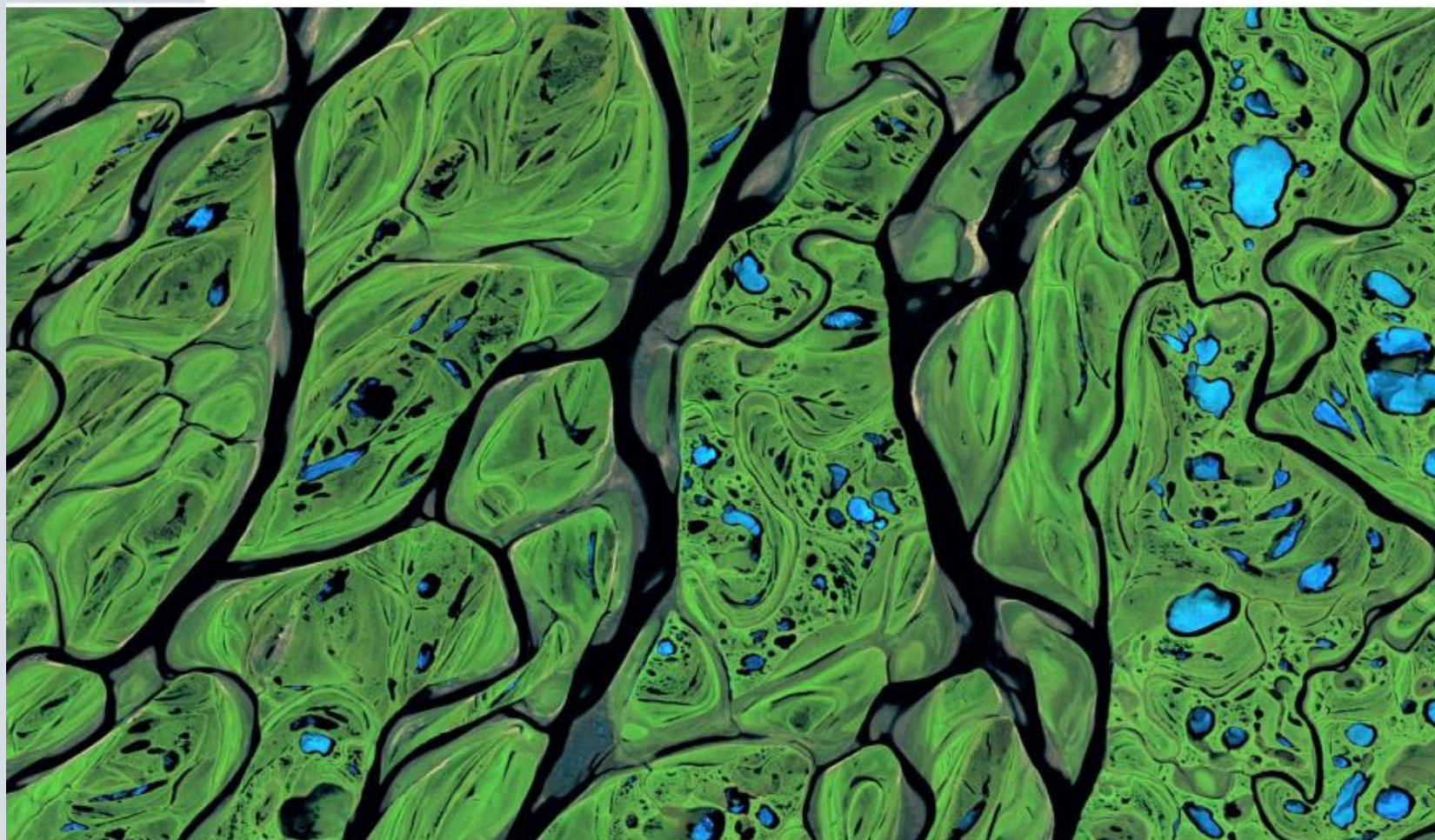
Mulighetsstudie: Litteratursammenstilling på fjernmåling av naturtyper i våtmark. Bakgrunn, resultater og diskusjon

Vegar Bakkestuen



Literature review of wetland remote sensing and mapping

Zander Venter, Megan Nowell, Vegar Bakkestuen, Audun Ruud, Marion Kruse, Astrid Brekke Skringdo, Magni Olsen Kyrkjeide and Frode Thomassen Singaas



Hovedmål

I oppdrag fra Miljødirektoratet har vi gjennomgått og oppsummert relevant litteratur knyttet til fjernmåling av naturtyper i våtmark. I tillegg har vi innhentet innspill fra relevante fagmiljøer.

På bakgrunn av litteraturgjennomgangen har vi vurdert ulike metoder for kartlegging av våtmark ved bruk av fjernmåling. Vi har også vurdert metoder for å identifisere tilstandsvariable og påvirkningsfaktorer ved bruk av fjernmålte data.

Bakgrunn

Det er et nasjonalt mål at alle økosystemer skal ha god tilstand (nasjonalt mål 1 for naturmangfold) ([Norges miljømål - Miljøstatus for Norge \(miljodirektoratet.no\)](https://www.miljodirektoratet.no)). Dette gjelder også for våtmark. Videre har Stortinget vedtatt mål om å restaurere 15% av økosystemer som har forringet tilstand, til god økologisk tilstand innen 2025 ([Sak - stortinget.no](https://www.stortinget.no), Meld. St. 14, 2015-2016).

Kartlegging og overvåking av natur er kostbart, og det er nødvendig å utarbeide effektive metoder som gir tilstrekkelig god kunnskap. Bruk av fjernmålte data gir en mer kostnadseffektiv kunnskapsinnhenting og det muliggjør innhenting av arealdekkende data med jevne mellomrom (altså overvåkingsdata).

Mer bakgrunn

Innhold i rapporten

I vår rapport presenterer vi en systematisk litteraturgjennomgang av vitenskapelig litteratur kombinert med innhenting av informasjon fra relevante fagmiljøer for kartlegging, overvåking og tilstandsvurdering av våtmark fra fjernanalyse. I prosjektet er det gjort en rekke vurderinger som grunnlag for forslag til løsninger og prioriteringer.

Atlantisk høymyr



Metode

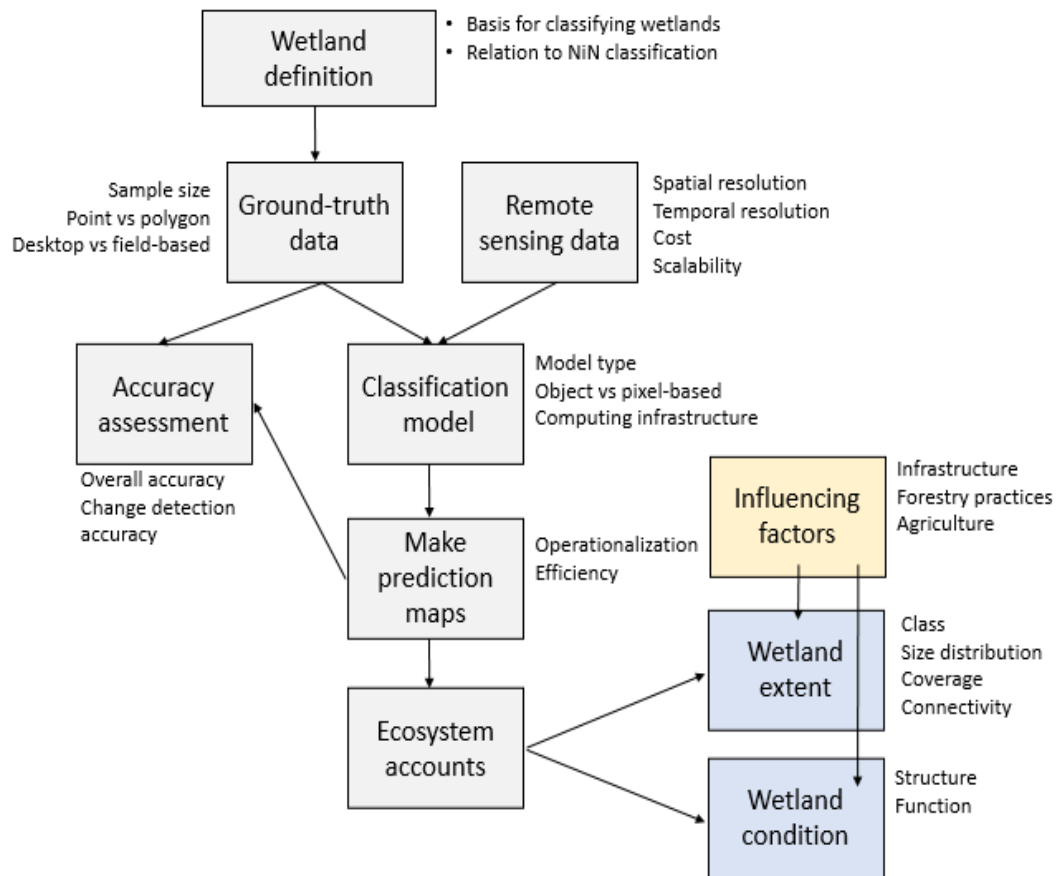
Vi utførte et systematisk litteratursøk ved å bruke prinsipper for beste praksis skissert i Moher et al. (2009). Vi brukte Web of Science og SCOPUS-databaser for søk i alle relevante engelskspråklige artikler, review-artikler, bok- og konferansekapitler. Søkeordene ble spesifisert i følgende tre kategorier: 'remote sensing' (A), 'wetland' (B) og 'mapping methods' (C), og de ble atskilt ved bruk av de boolske operatorene AND og ELLER. Artikler publisert etter 2015 ble inkludert i studiet.

I tillegg til litteraturgjennomgangen innhentet vi informasjon fra et utvalg av nasjonale og internasjonale eksperter der vi kartla erfaringer med fjernmåling av våtmark. I tråd med hva Miljødirektoratet ønsket, ble dette gjort for å komplettere funn i litteraturgjennomgangen.

Alle søkeord

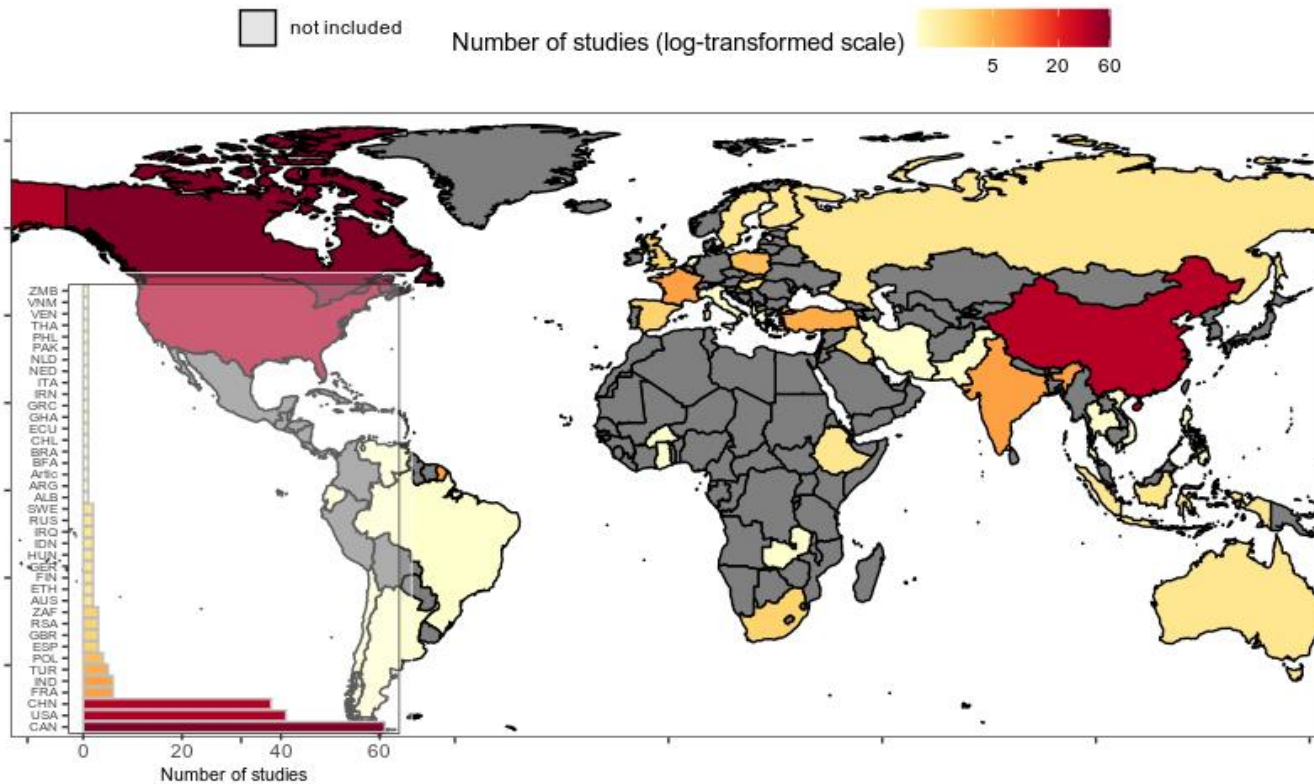
	----- AND -----		
	A	B	C
----- OR -----	remote sens*	Wetland*	classif*
	satellite image*	Mire*	discriminat*
	aerial photo*	Bog	monitor*
	UAV	fen	object-based
	"Unmanned Aerial Vehicle"	marsh	pixel-based
	Radar	swamp*	object-oriented
	optical	peatland*	invento*
	SAR	flooded vegetation	
	Synthetic Aperture Radar	salt marsh*	
	multispectral	land*cover	
	hyperspectral		
	LiDAR		
	"Light Detection And Ranging"		
	DEM		
	"Digital Elevation Model"		
Sentinel			

Konseptuell arbeidsflyt



Konseptuelt rammeverk som skisserer den typiske arbeidsflyten i fjernmåling og kartlegging av våtmarksøkosystemer

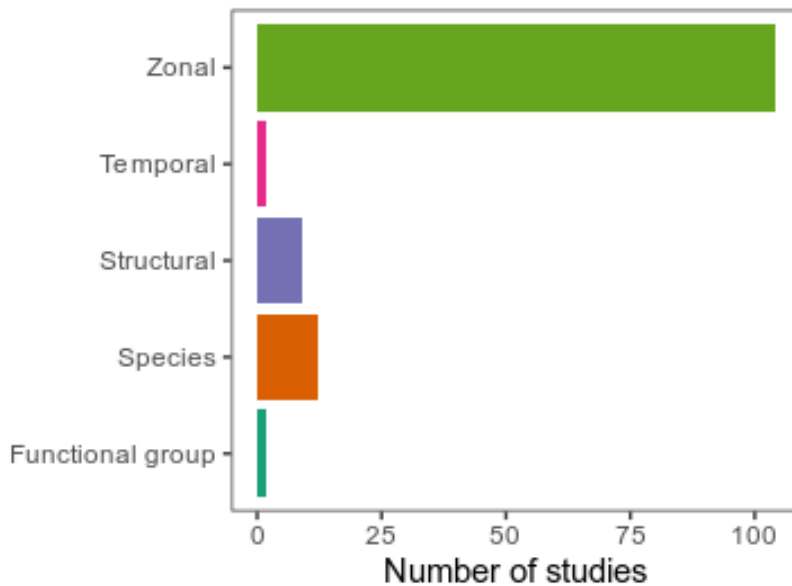
Resultater - antall studier fordelt på ulike land



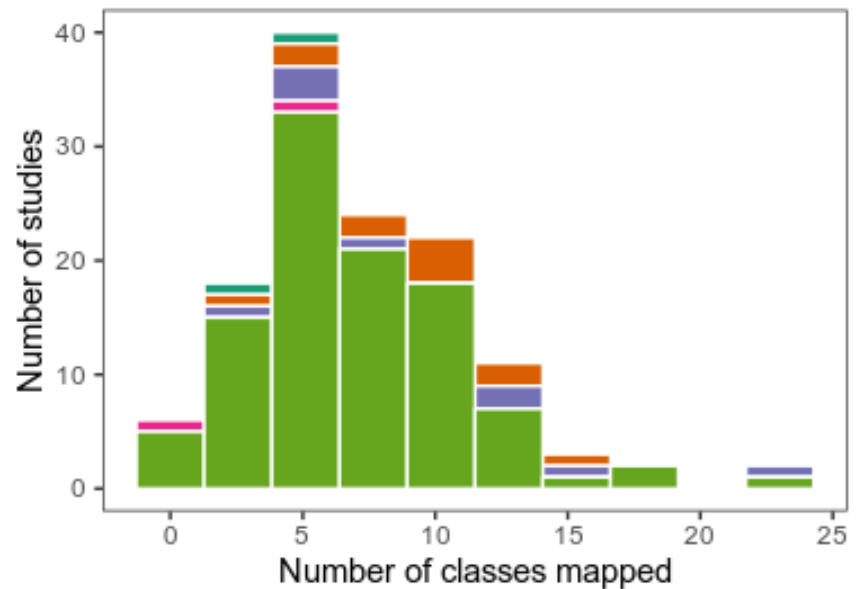
210 studier er inkludert i denne litteraturoversikten

Klasseinndeling

A) Wetland classification types used



B) Number of land cover classes mapped



Resultater - ordskyer

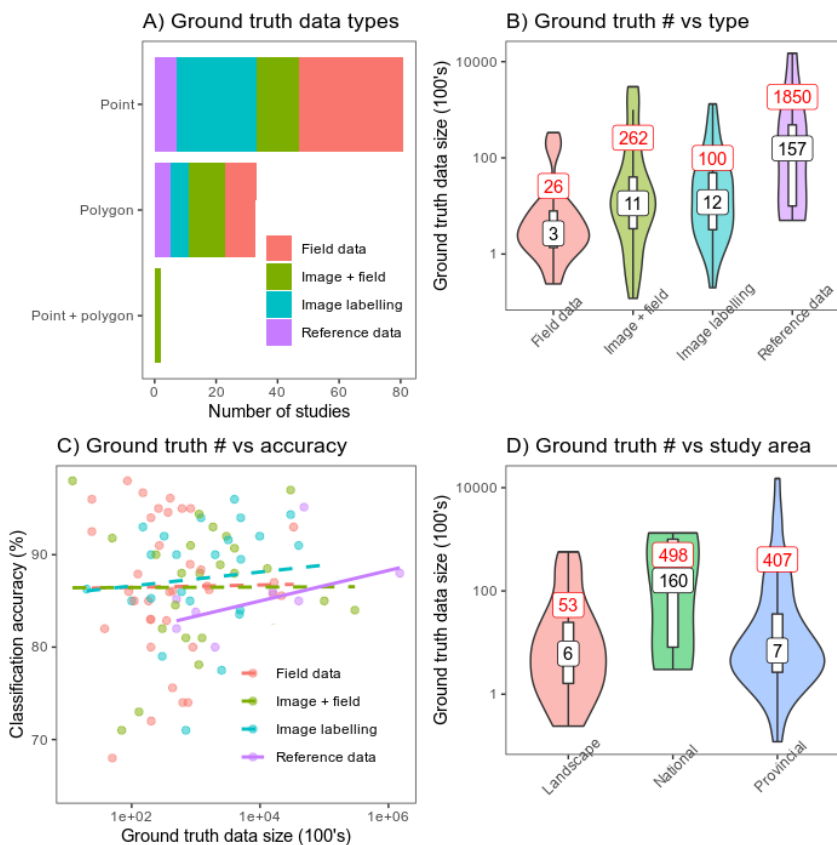
A) Mapping class word frequency



B) Mapping class word frequency for wetland sub-classes



Resultater - bakkesannheter

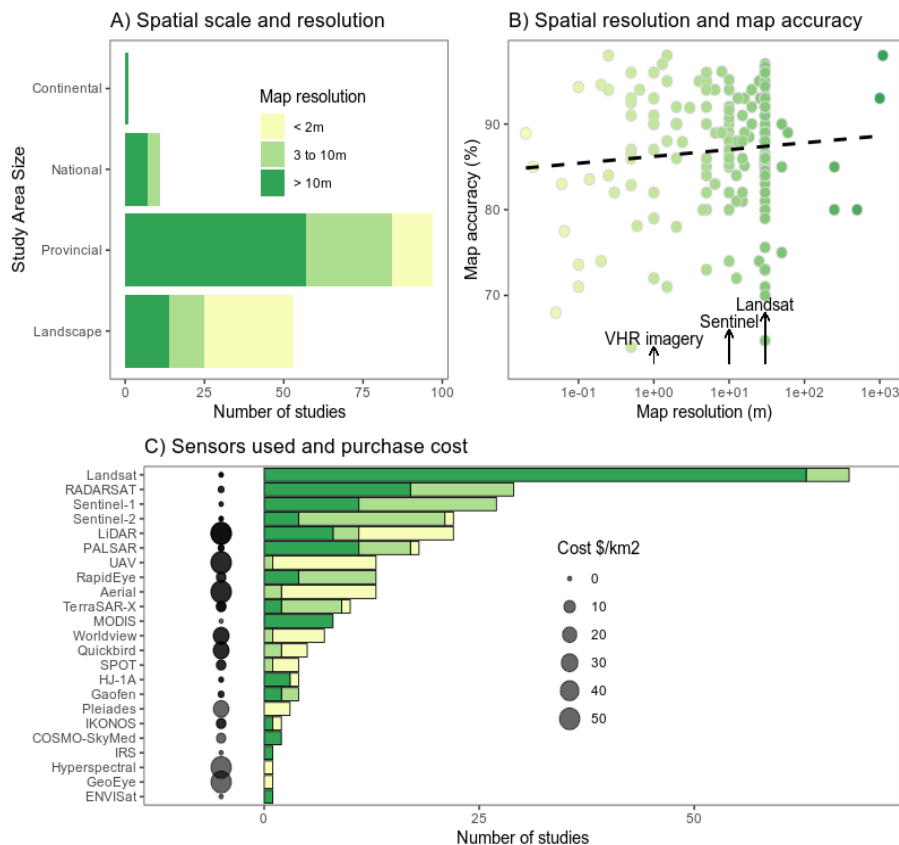


De fleste studier var avhengige av data fra bakkesannheter samlet inn i felt.

Mengden bakkesannheter var imidlertid ikke relatert til kartklassifiseringsnøyaktigheten med unntak av bruk av referansedata, dvs. eksisterende kartmateriale.

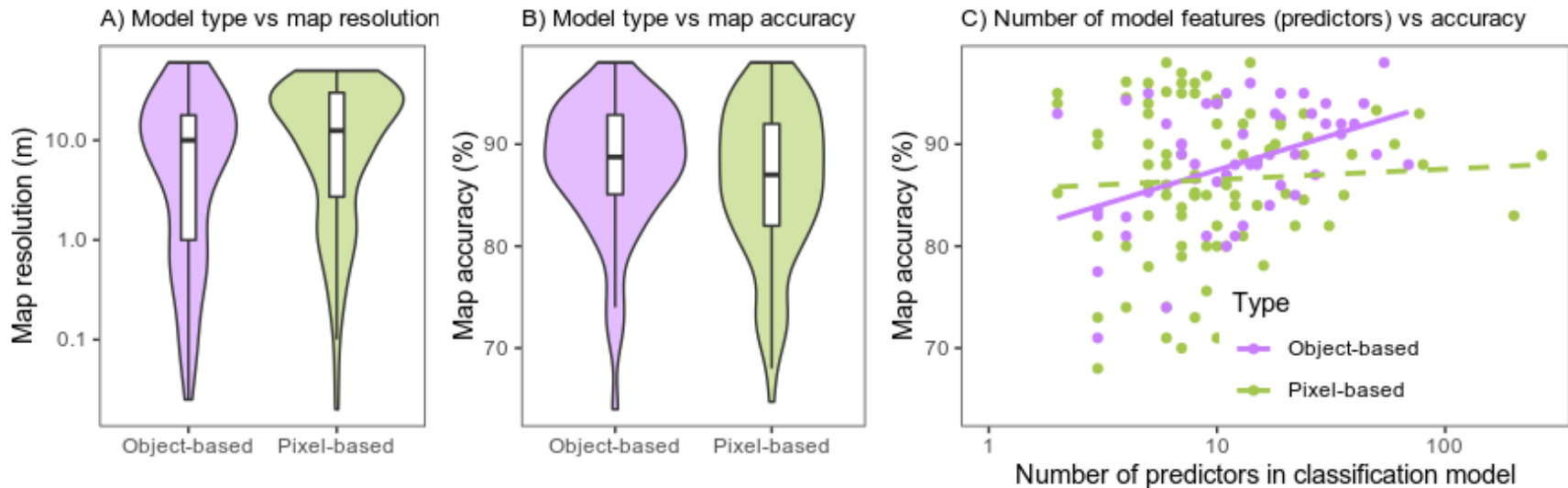
Størrelsen på bruk av antall bakkesannheter økte med den romlige skalaen til studien hvor nasjonale studier hadde en median på 16000 bakkesannheter (minimum 300 og maksimalt 132 000).

Resultater – oppløsning og skala



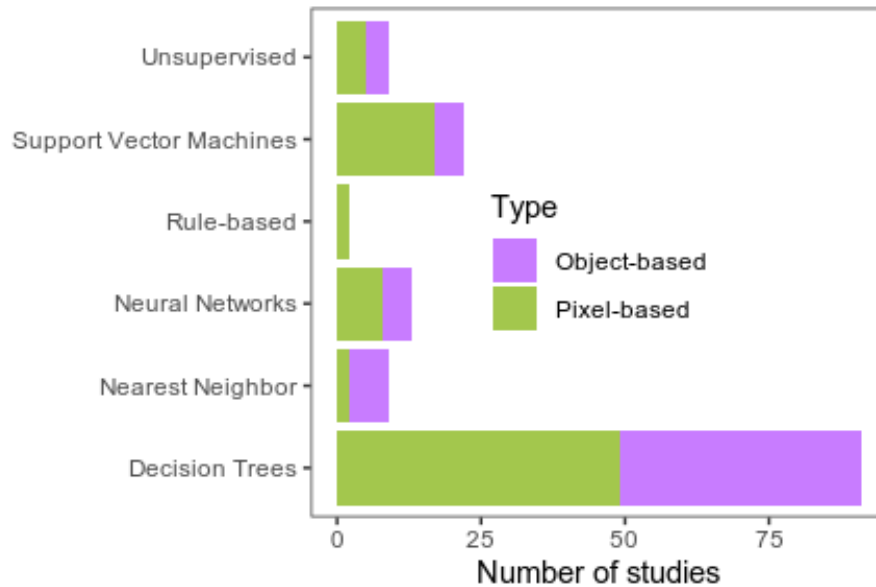
Svært høyoppløselig satellittbilder ble bare brukt på kommune og landskapsskalanivå. Nøyaktigheten på kartproduktene var ikke signifikant relatert til den romlige oppløsningen på kartet. Det var stor variasjon i kartnøyaktigheter ved både høye og lave romlige oppløsninger, noe som tyder på at andre faktorer er viktigere.

Objekt basert vs pixel basert

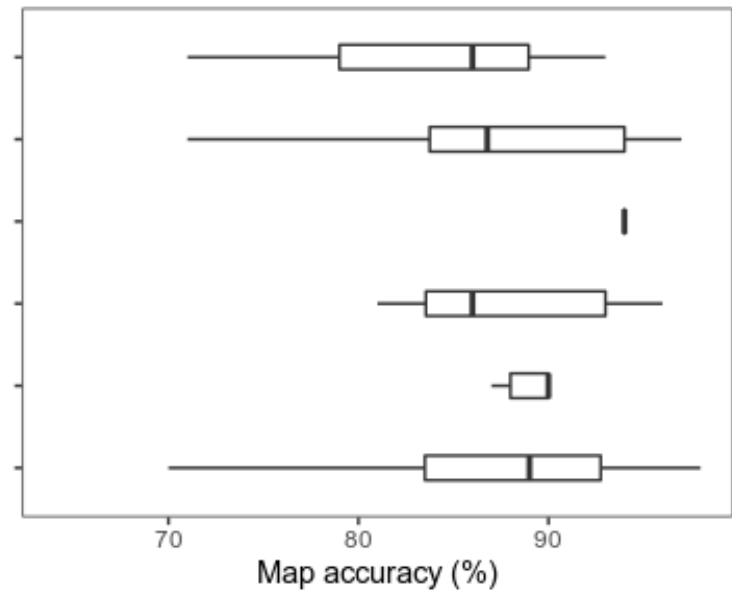


Nøyaktighet

A) Model category and type



B) Model category and map accuracy



Resultater – økologisk tilstand

Svært få av publikasjonene (19) kartla økologisk tilstand eller påvirkningsfaktorer. Av de som gjorde det, var de mest kvantifiserte tilstandsfaktorene artssammensetning og oversvømmelsesområde. Den eneste påvirkningsfaktoren som ble kvantifisert i studiene, var endring av arealbruk (f.eks. våtmarkskonvertering til jordbruk).

Diskusjon og anbefalinger

Basert på litteraturgjennomgangen, ekspertbasert spørreskjema og personlig erfaringer som forskere i NINA, gir vi følgende anbefalinger for kartlegging og overvåking av våtmark i Norge basert på fjernanalyse. Det er viktig å merke seg at disse anbefalingene kan endres betydelig avhengig av de nøyaktige spesifikasjonene for kartleggingsprosjektet (f.eks. budsjett, nøyaktighetskrav osv.):

- Våtmarkstypologien som brukes, bør være en forening av NiN-systemet og internasjonale standardsystemer som det kanadiske Cowardian systemet.
- Fusjon 'fusion' av optiske data og radardata vil ikke bare gi komplementære data om spektrale, strukturelle, strukturelle og dielektriske egenskaper (indikasjoner på fuktighet), men vil også kompensere for det frekvente skydekket i Norge.

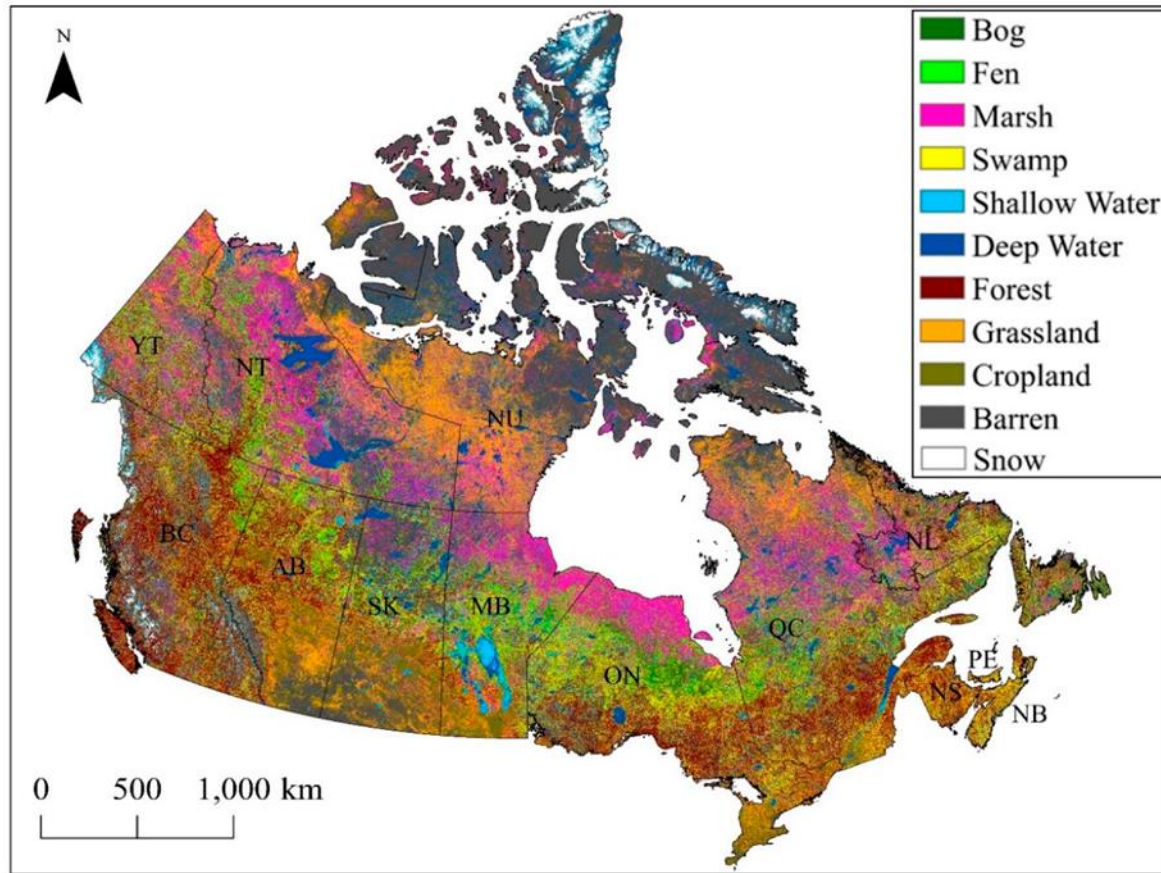
Flere anbefalinger

- Bruke Sentinel-1 og Sentinel-2 som har åpen kildekode og har inntil 10m romlig oppløsning. Ettersom begge har polarbaserte baner, er repetisjonstiden mye mindre for land nær polareområdene. Selv om disse satellittene ikke er tilgjengelig langt bak i tid (lansert i 2014 og 2015), har de en lang fremtid framover, noe som gjør dem nyttige for overvåking av våtmarker.
- Høyoppløselige satellittbilder med 2-4 m piksler er foreløpig ikke funnet brukt i regionale eller nasjonale kartmodeller for våtmark. Dersom disse vil bli tilgjengelig til lavere kostnad i framtiden bør de vurderes som egnede datakilder.
- Data for fjernmåling bør ideelt sett behandles i en skybasert plattform på grunn av nasjonal skala som gir store datamengder, spesielt når man fusjonerer sammen multitemporal og multisensor-tilnærminger som krever bearbeidelse av en atskillig mengde data.

Noen flere anbefalinger

- Spektrale indekser, slik som NDVI, NDWI og NDMI, anbefales for å skille mellom våtmarkstyper og for å vurdere tilstanden til våtmarker.
- Vi anbefaler å teste flere metoder før man går i gang med å lage et nasjonalt kart, gjerne teknikker som ikke krever enormt mye regnekapasitet og ofte brukes i andre studier. Spesielt anbefaler vi å teste både Random Forest beslutningstrær og dyplæring (Fully Convolutional Neural Networks – FCNN).
- Tilstrekkelig bakkesannheter må samles inn slik at en del kan holdes til side og kun brukes til endelig validering av våtmarkskartet.

Avslutningsvis



Vi anbefaler å følge den framgangsmåten og den kanadiske klassifiseringen av våtmark for klassifisering av våtmark ved bruk av fjernmåling: fen (“jordvannsmyr” på norsk), marsh, swamp (“sump”), and bog (“nedbørsmyr”).

Videre lesning

- [Satellitter kan overvåke våtmark - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](#)
- [Literature review of wetland remote sensing and mapping - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](#)
- Takk til
 - ▶ Tomas Holmern
 - ▶ Ellen Arneberg
 - ▶ Agnès Moquet-Stenback
 - ▶ Vibeke Husby
 - ▶ Jakob Sandven
 - ▶ Ingvild Byskov
 - ▶ Åse Alexandra Borg Pedersen
 - ▶ Gunnar Kjærstad
 - ▶ Ragnvald Larsen
 - ▶ Ingunn M. Limstrand

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger

Takk for oppmerksomheten 😊