

Kartlegging av naturtyper med kunstig intelligens

Floris Groesz

21 oktober 2020

TEKNA - Kart, stordata og maskinlæring

22.10.2020



Tre trusler mot mangfoldet i naturen



Klimaendringer



Forurensing



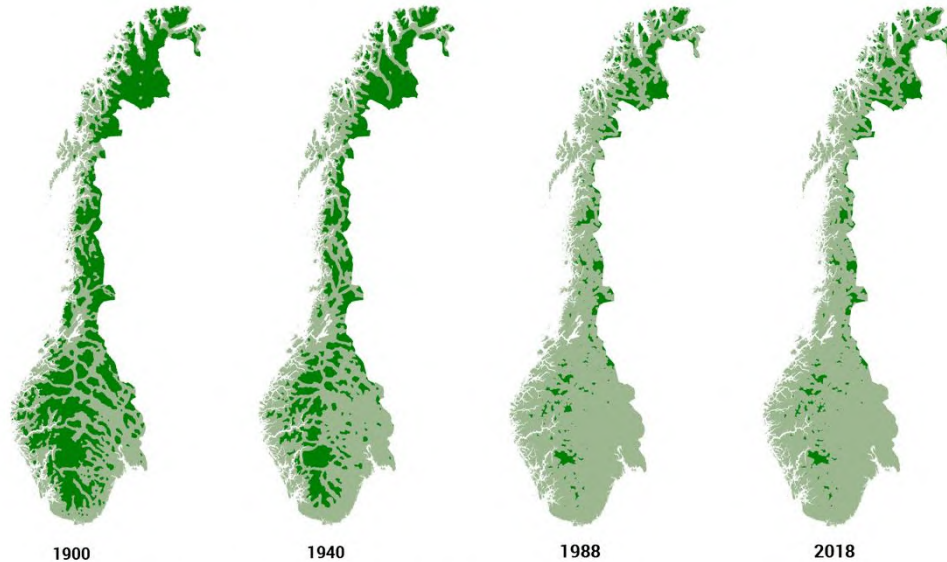
Arealendringer

Arealendringer



Tilbakegang i inngrepsfri natur

Villmarkspregede områder i Norge



● Villmarkspreget: Naturområder som ligger fem km eller mer i luftlinje fra tyngre tekniske inngrep

Kilde: Kart 1900 og 1940: Bruun, Magne, NOU-1986:13. Kilde: Kart 1988 og 2018: Miljødirektoratet/miljøstatus.no

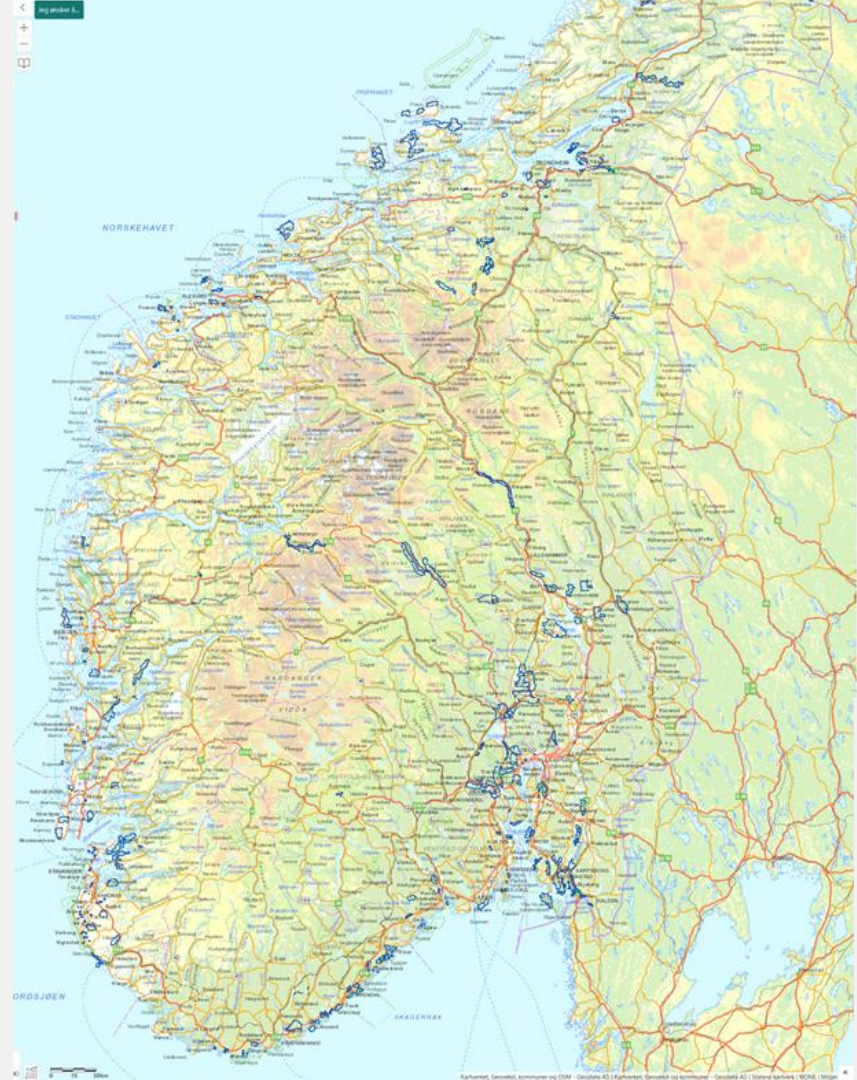
Hvordan kartlegges naturen i Norge?

- Naturtypekartlegging organiseres av Miljødirektoratet
 - Følger Natur i Norge (NiN) systemet
 - 59 hovedtyper som omfatter 443 grunntyper
 - Feltkartlegging
 - Målestokk 1:5000
- Prioritering
 - Mulige utbyggingsområder
 - Truede naturtyper



Status og Framdrift?

- Omtrent 3% av Norges landareal er kartlagt med NiN
- ~ 1% per år
- Vi mangler heldekkende oversikt



Kan vi få hjelp ovenfra?

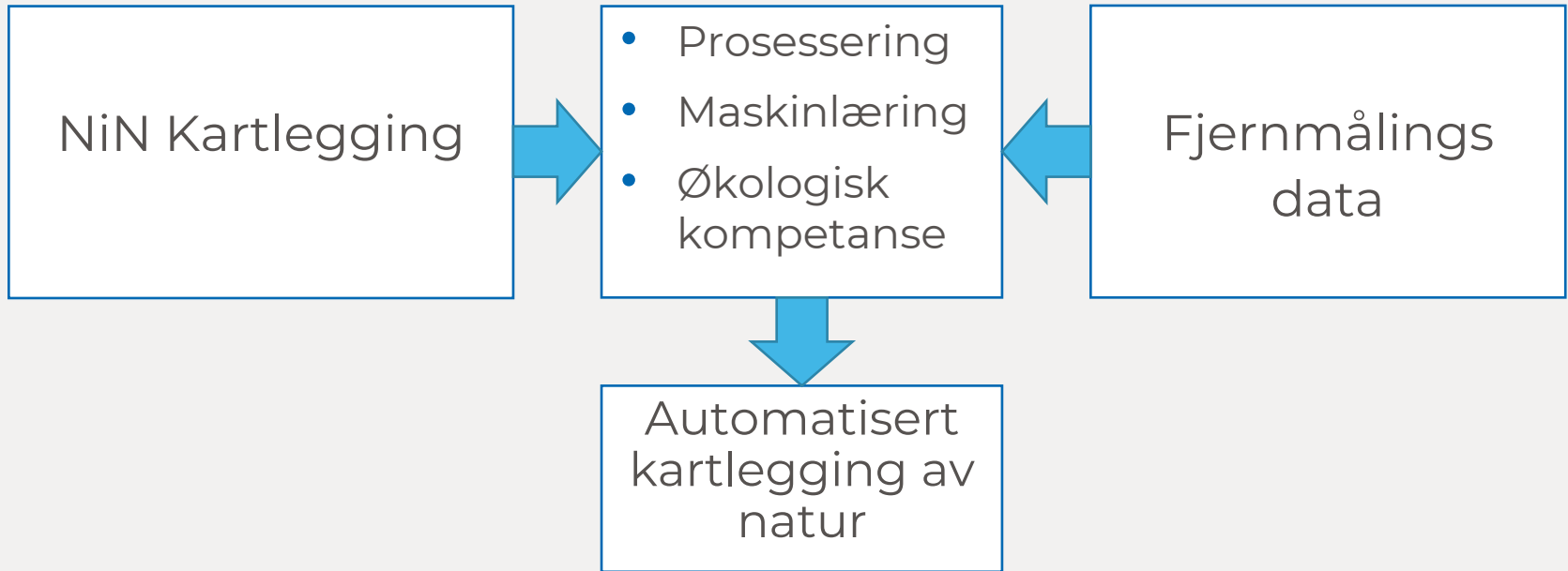


Miljødirektoratet:

‘NiN feltkartleggingen blir aldri heldekkende’

‘Kan fjernmåling og kunstig intelligens brukes for å lage nasjonale kart over naturtyper raskere?’

Løsningen



Natur i Norge

Natur i Norge (NiN) er et verktøy for å beskrive natur på en sammenlignbar måte.

NiN håndterer naturvariasjon på alle skalaer. Systemet håndterer alt fra de store formasjonene som danner et landskap, ned til rota som huser bolet til et insekt.



Typeinndeling

Publisert 16.03.2015 13:56 Sist endret 26.08.2019 10:20



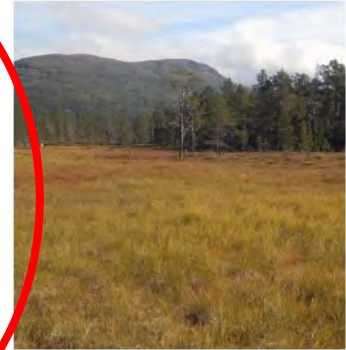
M Saltvannsbunnsystemer



L Ferskvannsbunnsystemer



T Fastmarkssystemer



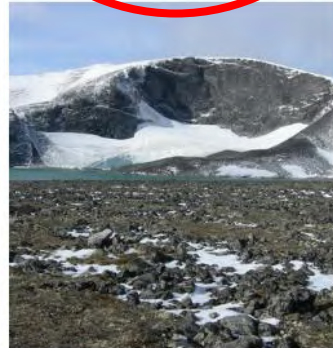
v Våtmarkssystemer



H Marine vannmasser



F Limnisk vannmasser



I Snø- og issystemer



ARTSDATABANKEN



T1 Nakent berg



T2 Åpen grunnlendt mark



T3 Fjellhei, leside og rundra



T4 Fastmarksskogsmark



T9 Mosetundra



T10 Arktisk steppe



T11 Saltanrikingsmark i fjæresonen



T12 Strandeng



T17 Aktiv skredmark



T18 Åpen flomfastmark



T19 Oppfrysingsmark



T20 Isinnfrysingsmark



T5 Grotte og overheng



T6 Strandeng



T7 Snøleie



T8 Fuglefjell-eng og fugletopp



T13 Rasmark



T14 Rabbe



T15 Fosse-eng



T16 Rasmarkhei og -eng



T21 Sanddynemark



T22 Fjellgrashei og grastundra



T23 Ferskvannsdriftvoll



T24 Driftvoll



T25 Historisk skredmark



T26 Breforland og snøavsmeltingsområde



T27 Blokkmark



T28 Polarørken



T33 Semi-naturlig strandeng



T34 Kystlynghei



T35 Sterkt endret fastmark med løsmassedekke



T36 Ny fastmark på tidligere våtmark og ferskvannsbunn



T41 Oppdyrket mark med preg av semi-naturlig eng



T42 Sterkt endret, hyppig bearbeidet fastmark med intensivt hevdpreg



T43 Sterkt endret, varig fastmark med intensivt hevdpreg



T44 Åker



T29 Grus- og steindominert strand og strandfjell



T30 Flomskogsmark



T31 Boreal hei



T32 Semi-naturlig eng



T37 Ny fastmark på sterkt modifisert og oppdyrket mark



T38 Treplantasje



T39 Sterkt endret og ny fastmark i lønneskog



T40 Sterkt endret fastmark med preg av semi-naturlig eng



T45 Oppdyrket varig eng

T7 Snøleie

NIN 2.0 Hovedtype i NA Natursystem med 14 grunntyper ▾

Jorddekt fastmark som er betinget av langvarig snødekke og kort vekstsesong i fjellet og i Arktis.

Hovedtypen kjennetegnes først og fremst ved at langvarig snødekke begrenser vekstsesongens lengde. Jordflyt (solifluksjon) er vanlig og øker i intensitet med økende snødekkevarighet. Med unntak for dvergvier-artene spiller vedaktige planter en underordnet rolle mens urter, grasvekster og moser kan dominere. T7 Snøleie favner stor variasjon i artssammensetning, fra artsrike, grashei- eller engpregete moderate snøleier gjennom en gradvis uttynning av arter der først karplanter faller ut, deretter moser og lav. Endetrinnet innenfor hovedtypen er vegetasjonsfrie grussnøleier som ikke smelter fram alle år.

T7 Snøleie dekker store arealer i lavalpin og mellomalpin bioklimatisk sone og i mellomarktisk tundrasone på Svalbard, og forekommer også i høyalpin sone og den nordarktiske tundrasonen. Arealandelen av snøleier øker fra kontinentale mot oseaniske områder.



Grunntypeinndeling

T7 Snøleie er delt inn i 14 grunntyper, basert på variasjon innenfor tre miljøvariabler:

SV Snødekkebettinget vekstsesongreduksjon (hLKM): For denne hovedtypen er variabelen delt inn i moderat snøleie (SV-ab), seint snøleie (SV-cd), ekstrem-snøleie (SV-ef) og vegetasjonsfritt snøleie (SV-g). Med økende varighet i snødekke vil først karplanter falle ut, deretter moser og lav.

KA Kalkinnhold (hLKM): Det skiller mellom T7 Snøleier som er svært kalkfattig (KA-a), svakt kalkfattig (KA-bc), intermediaer (KA-de), svakt kalkrik (KA-fg) og sterkt kalkrik (KA-hi). Med økende SV Snødekkebettinget vekstsesongreduksjon reduseres antall trinn langs KA Kalkinnhold som følge av en økende artsuttynning, hvor det for endetrinnet T7-11 vegetasjonsfritt snøleie ikke skiller i KA Kalkinnhold.

KI Kildevannspåvirkning (tLKM): I T7 Snøleier gir svak kildevannspåvirkning (KI-bc) opphav til tre grunntyper (T7-12 til T7-14) med spesifikke kombinasjoner av KA kalkinnhold og SV Snødekkebettinget vekstsesongreduksjon. Svak kildevannspåvirkning (KI-bc) kan gi opphav til såkalte «bregnesnøleier», med betydelig innslag av bregner. T7 Snøleier med betydelig innslag av bregner - såkalte «bregnesnøleier» - kan finnes på mark med Svak kildevannspåvirkning (KI-bc) eller på mark dominert av stein og blokker (S1-bc).

SV - Snødekkebettinget vekstsesongreduksjon	4 g		11 vegetasjonsfritt snøleie		
	3 ef		5 intermediært ekstrem-snøleie	10 kalkrikt ekstrem-snøleie	
	2 cd		4 intermediært seint snøleie	7 svakt kalkrikt seint snøleie	9 sterkt kalkrikt seint snøleie
	1 ab	1 svært kalkfattig moderat snøleie	2 svakt kalkfattig moderat snøleie	3 intermediært moderat snøleie	6 svakt kalkrikt moderat snøleie
T7 hoveddiagram (KI-1)	1 a	2bc	12 kildepåvirket intermediært snøleie (+KI-2)	13 kildepåvirket nokså kalkrikt snøleie (+KI-2)	14 kildepåvirket kalksnøleie (+KI-2)
			KA - Kalkinnhold		
			3 de	4 fg	5 hi

© Artsdatabanken

Kombinasjoner av SV Snødekkebettinget vekstsesongreduksjon og KA Kalkinnhold gir opphav til totalt 11 grunntyper, hvor kombinasjonen av navnene til disse beskriver grunntypen. I tillegg gir KI Kildevannspåvirkning opphav til tre grunntyper.



T1 Nakent berg



T2 Åpen grunnlendt mark



T3 Fjellhei, leside og tundra



T4 Fastmarksskogsmark



T9 Mosetundra



T10 Arktisk steppe



T11 Saltanrikingsmark i fjæresonen



T12 Strandeng



T17 Aktiv skredmark



T18 Åpen flomfastmark



T19 Oppfrysingsmark



T20 Isinnfrysingsmark



T5 Grotte og overheng



T6 Strandberg



T7 Snøleie



T8 Fugle fjell-eng og fugletopp



T13 Rasmark



T14 Rabbe



T15 Fosse-eng



T16 Rasmarkhei og -eng



T21 Sanddynemark



T22 Fjellgrashei og grastundra



T23 Ferskvannsdriftvoll



T24 Driftvoll



T25 Historisk skredmark



T26 Breforland og snøavsmeltingsområde



T27 Blokkmark



T28 Polarørken



T33 Semi-naturlig strandeng



T34 Kystlynghei



T35 Sterkt endret fastmark med løsmassedekke



T36 Ny fastmark på tidligere våtmark og ferskvannsbunn



T41 Oppdyrket mark med preg av semi-naturlig eng



T42 Sterkt endret, hyppig bearbeidet fastmark med intensivt hevdpreg



T43 Sterkt endret, varig fastmark med intensivt hevdpreg



T44 Åker



T29 Grus- og steindominert strand og strandflis



T30 Flomskogsmark



T31 Boreal hei



T32 Semi-naturlig eng



T37 Ny fastmark på sterkt modifisert og



T38 Treplantasje



T39 Sterkt endret og ny fastmark i lønnesom

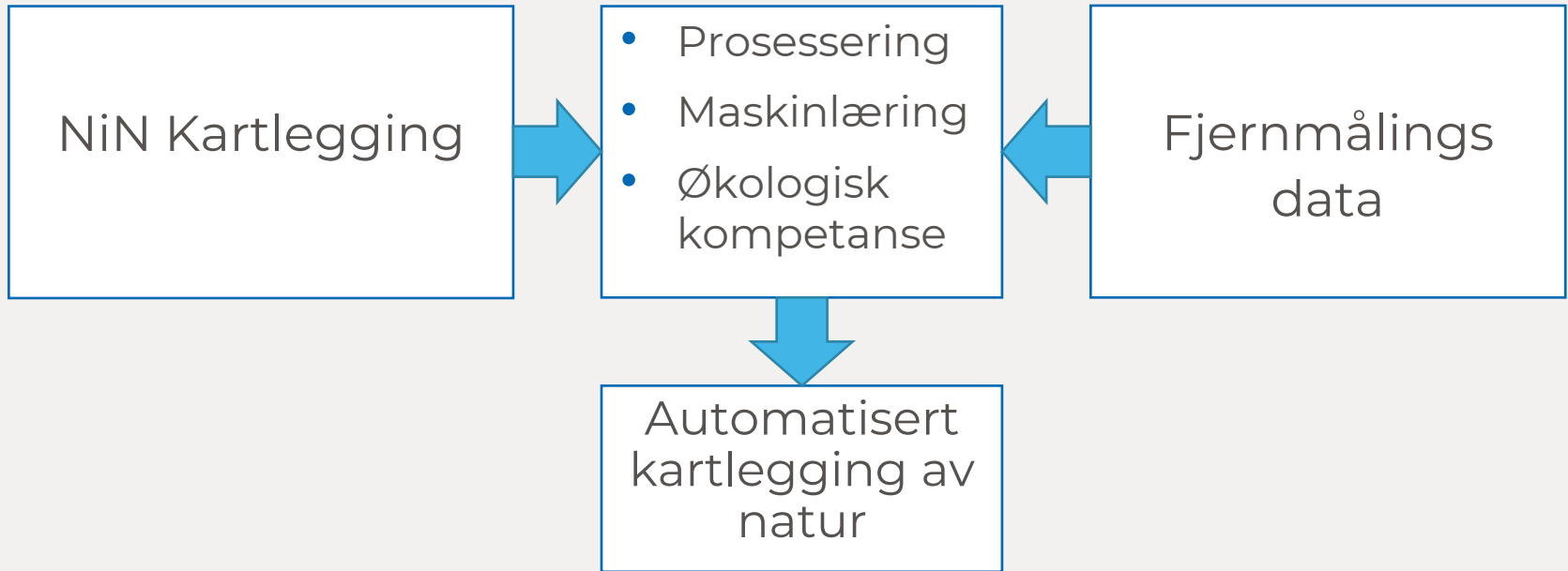


T40 Sterkt endret fastmark med preg av semi-naturlig eng



T45 Oppdyrket varig eng

Løsningen

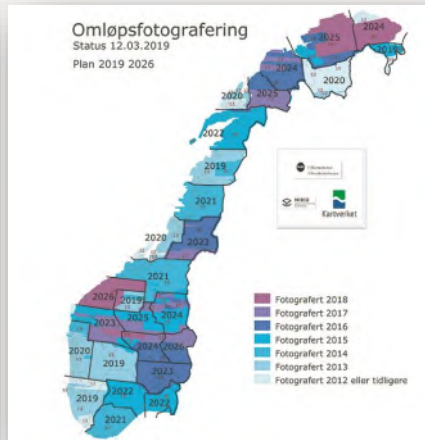




Mer og mer fjernmålingsdata tilgjengelig

Landsdekkende fjernmålingsdatasett

- Laserdata fra Nasjonal Detaljert Høydemodel (NDH)
- Flyfoto
- Sentinel-2 optiske satellittbilder

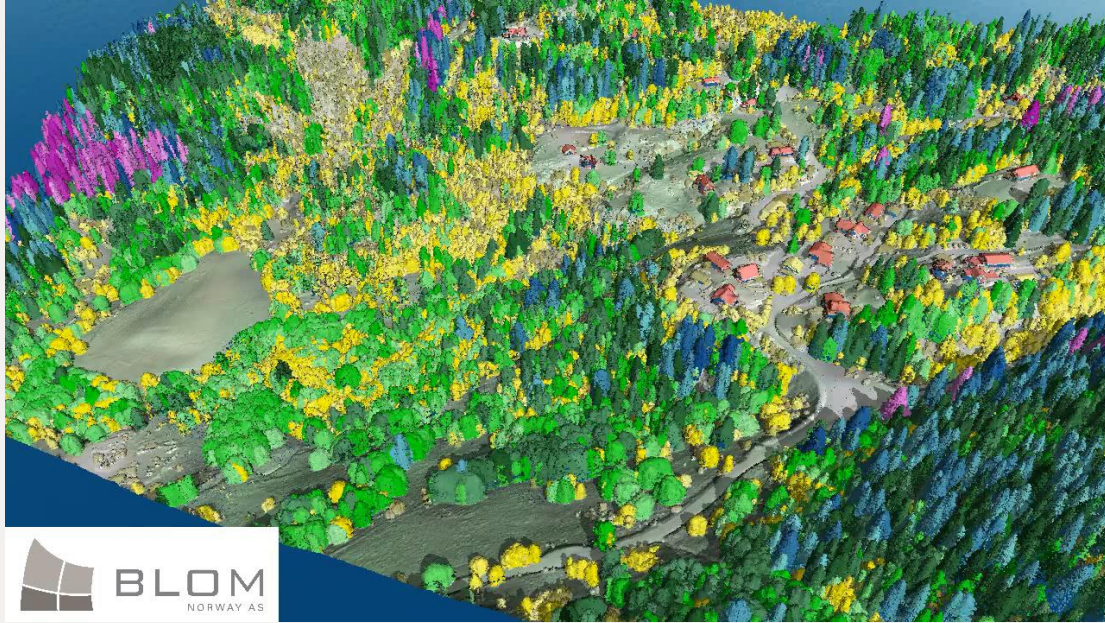


Laserdata

- Nasjonal Detaljert Høydemodel (NDH)
- Laserdata og data fra bildematching
- Punktsky (x, y, z)
- 2 eller 5 punkt/m²
- Måler terrenget og overflaten (trær, hus)
- Finnes på hoydedata.no



Laserdata

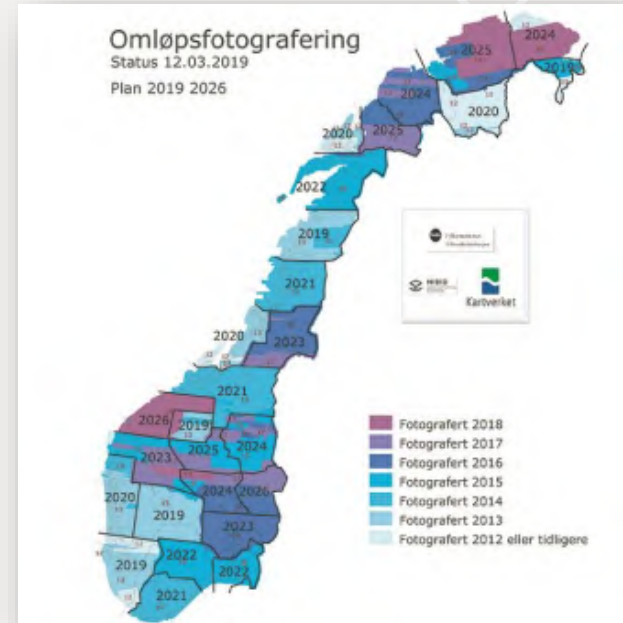


Laserdata



Flyfoto

- Omløpsfotografering
- Opptak hvert 5. år
- 25 cm piksler
- Vanlige farger og nær-infrarød

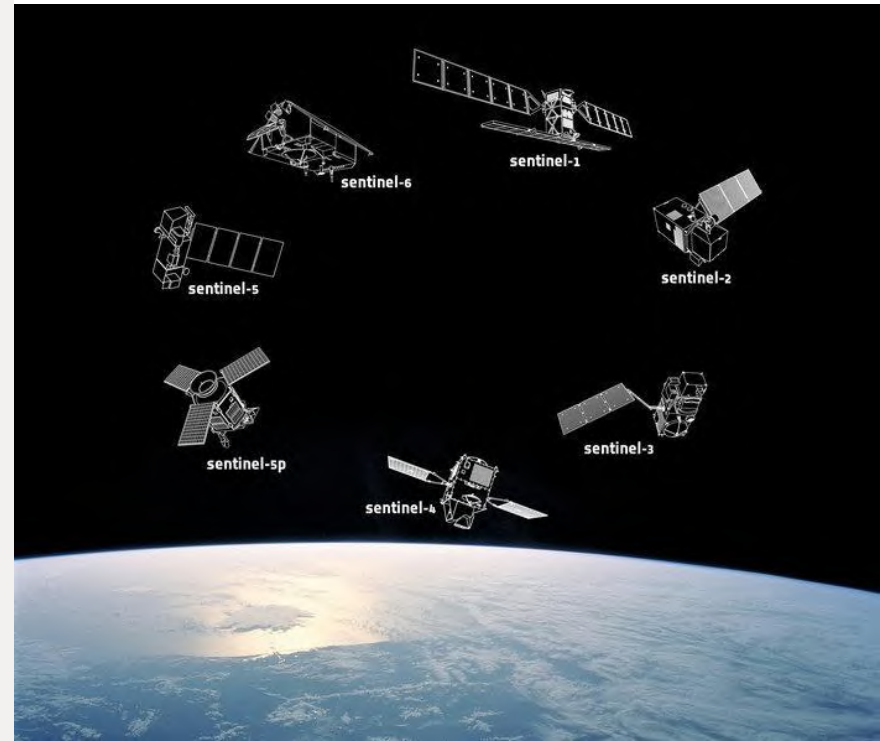
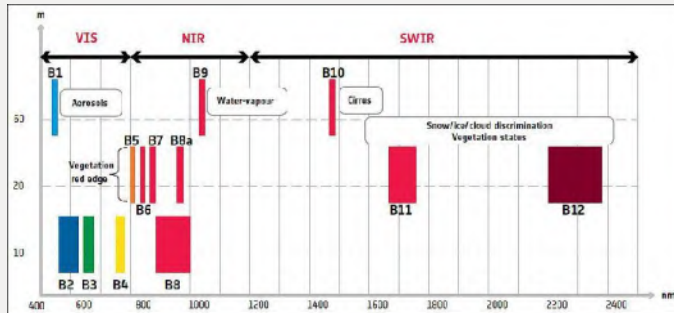


Flyfoto



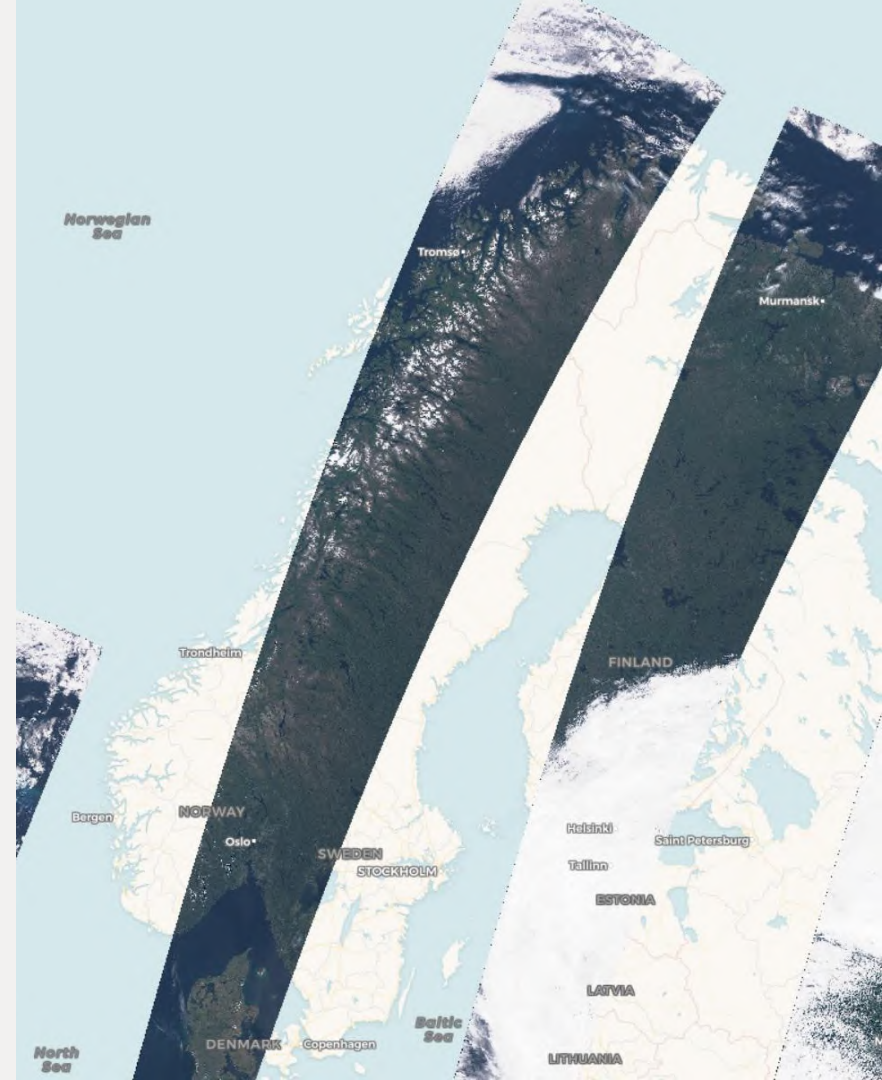
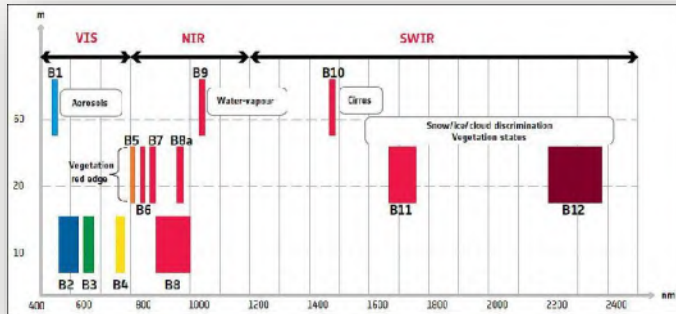
Sentinel-2

- ESA Copernicus program
- En del av Sentinel-serien
- 2 identiske satellitter
- Optiske data



Sentinel-2

- Opptak hver 2. til 5. dag
- 10 m piksler (4 kanaler)
- 20 m piksler (6 kanaler)



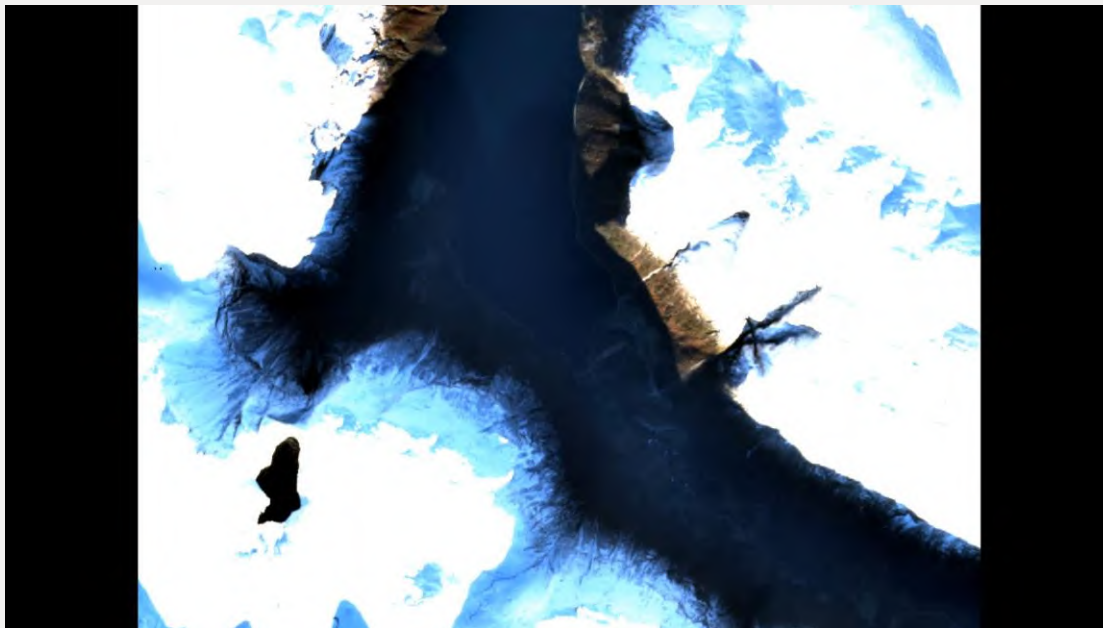
Sentinel-2

versus

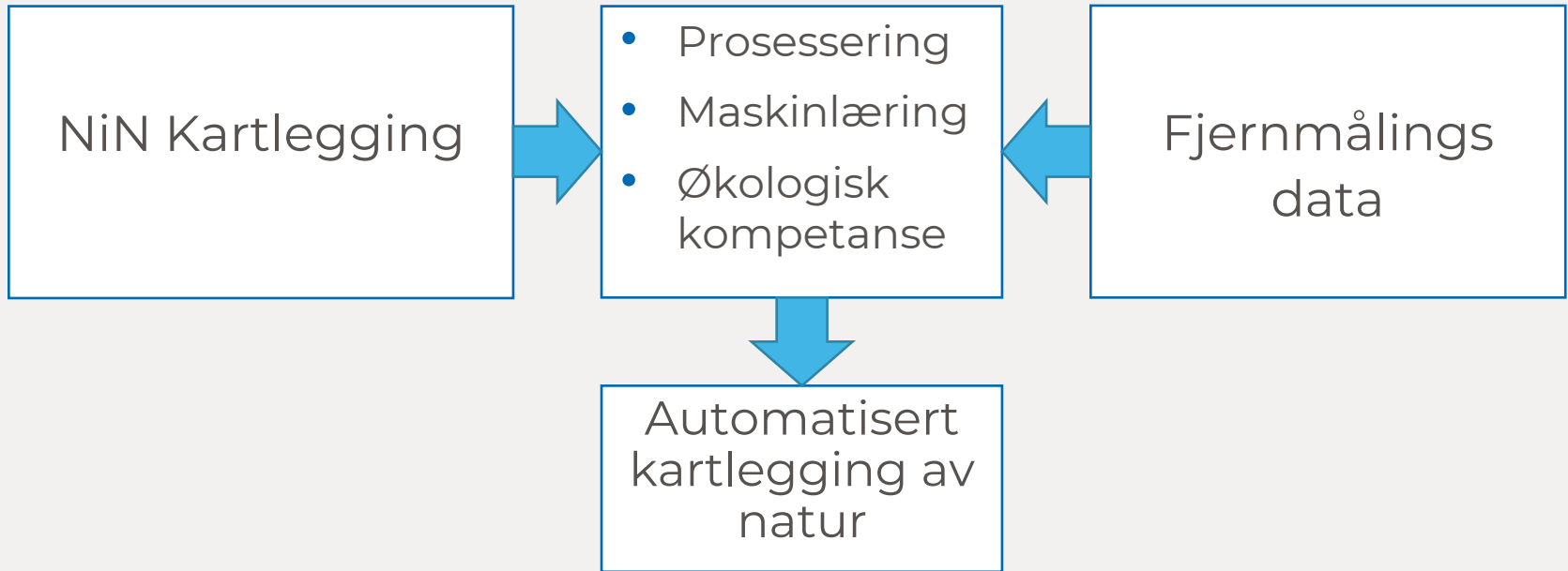
Flyfoto



Sentinel-2 tidsserier



Løsningen

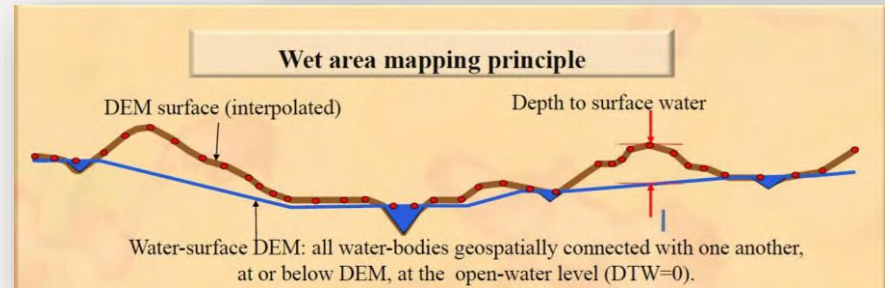
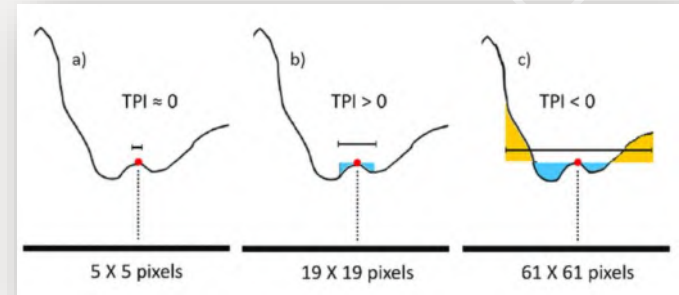


Prosessering

- Trekker informasjon ut av
 - Laserdata
 - Flyfoto
 - Sentinel-2
- Automatiske og skalerbare prosesser
- Resulterer i mange «kartlag» som skal brukes videre i analysene

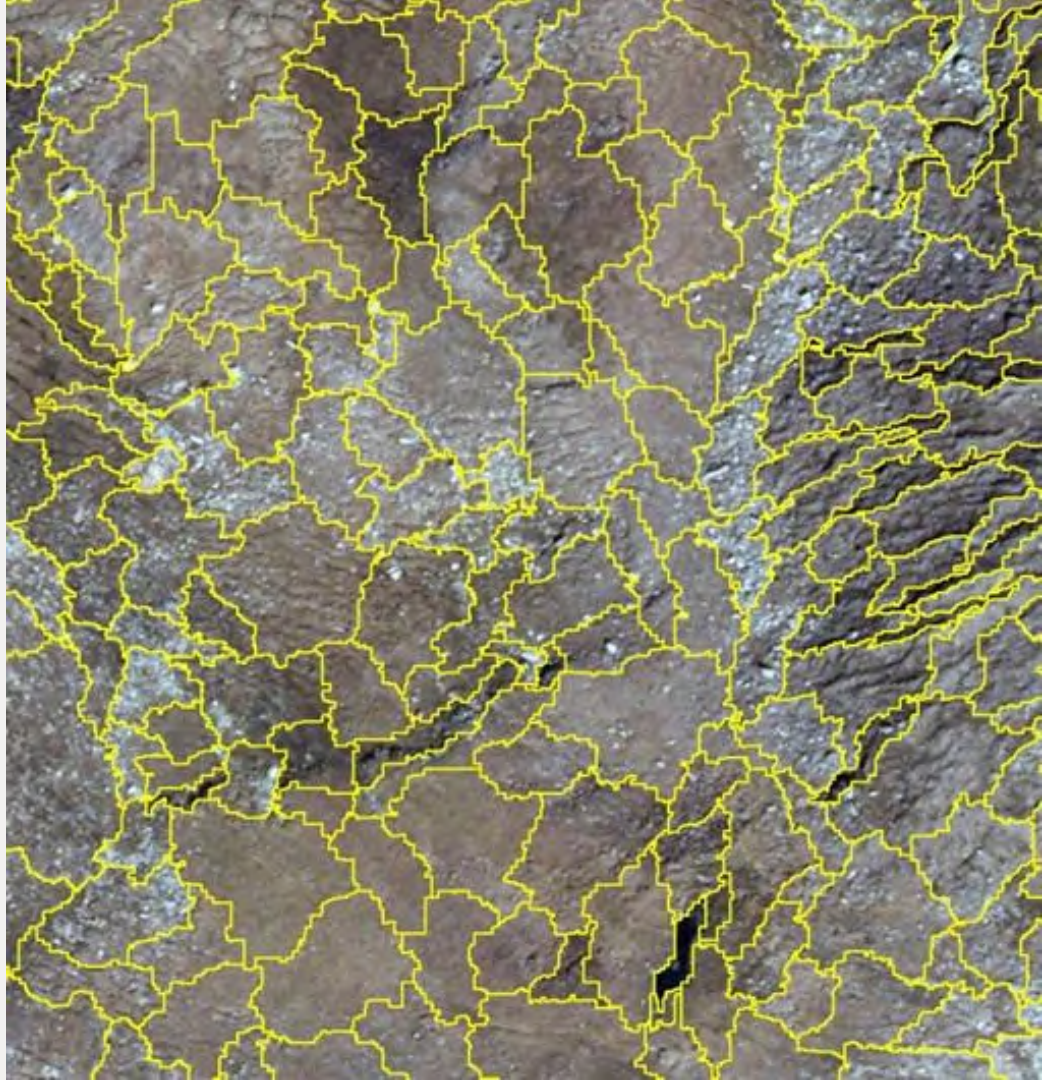
Prosessering laserdata - Eksempler

- Helningskart
- Topographic Position Index
- Markfuktighetskart
- Solinnstråling
- Ruhet
- ++



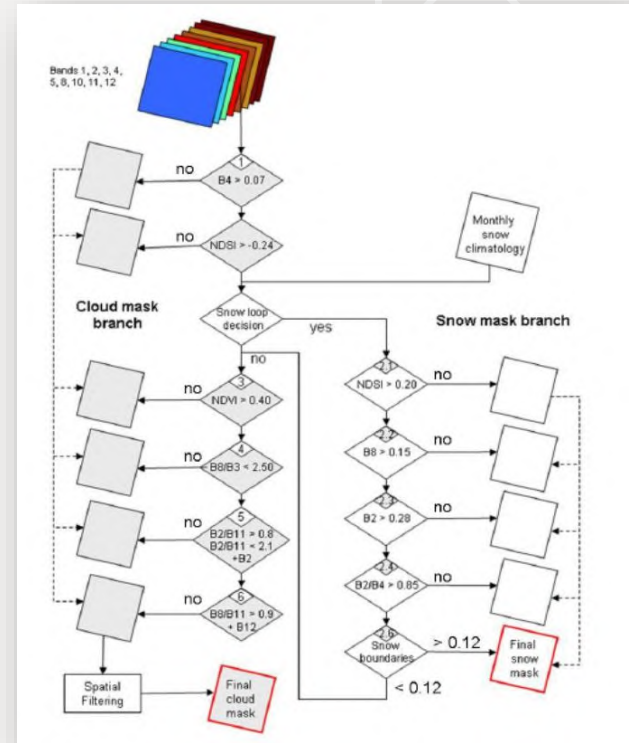
Prosessering flyfoto

- Segmentering
 - Automatisk inndeling av bilder i homogene objekter
- Semantisk segmentering av enkle overflatetyper med deep learning
 - Stein/berg
 - Vann

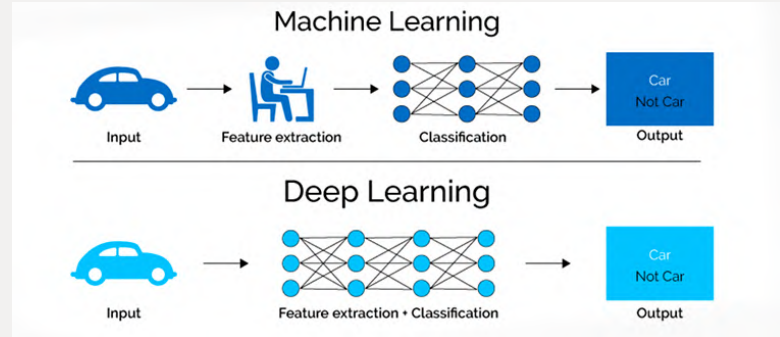
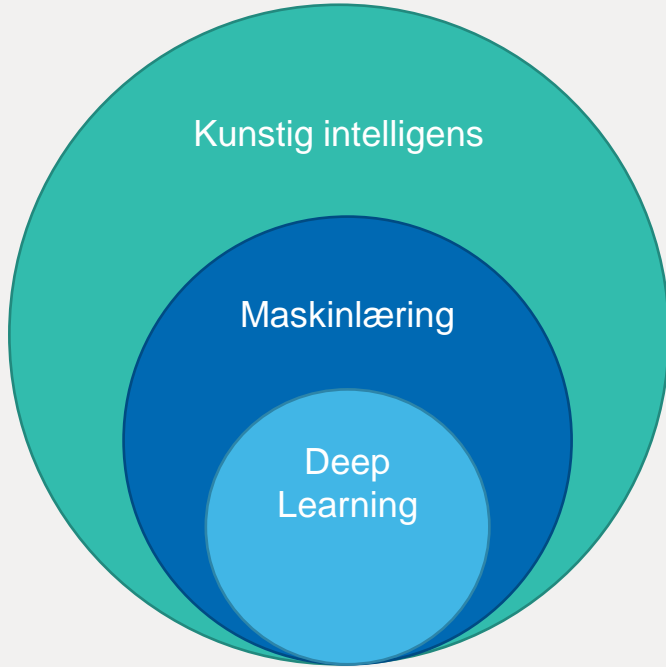


Prosessering Sentinel-2

- Prosessering per bilde
 - Skymaske
 - Snømaske (snøindeks)
 - Vegetasjonsindeks (NDVI)
 - Fuktighetsindeks (NDWI)
 - ++
- Prosessering tidsserier
 - Stable opp alle bildene over tid (stack)
 - Trekke ut informasjon
 - Kalenderdag for snøsmeltingen
 - Maksimal oppnådd vegetasjonsindeks
 - +++

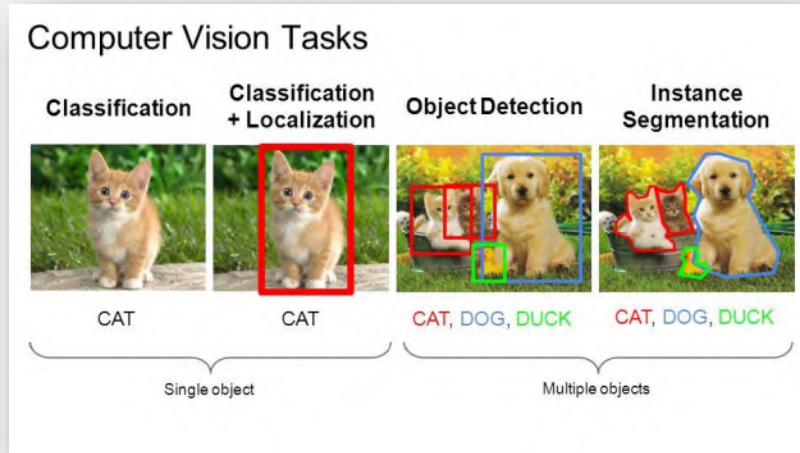


Hva med kunstig intelligens?



Hvorfor ikke bruke Deep Learning og flyfoto?

- Deep learning er egnet til bildegjenkjenning, men
 - Objektet må være lett å se i bildet
 - Det kreves svært mye treningsdata

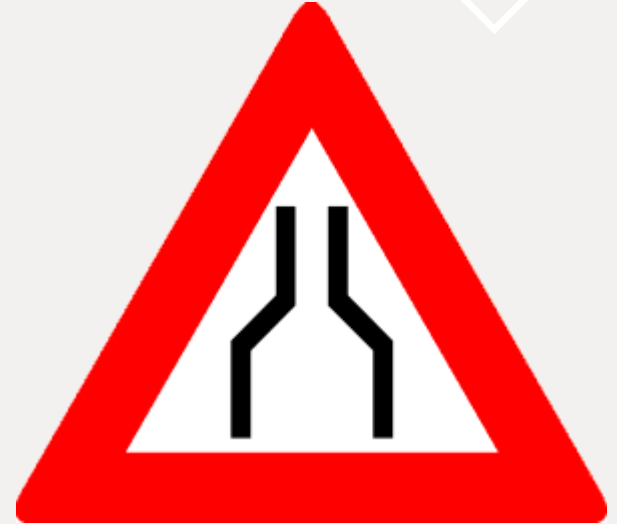


Hvorfor ikke bruke Deep Learning og flyfoto?



Treningsdata er flaskehalsen

- Naturtypekartlegging krever mye tolkning og kunnskap
- Mange naturtyper
- Ikke alt er synlig ovenfra



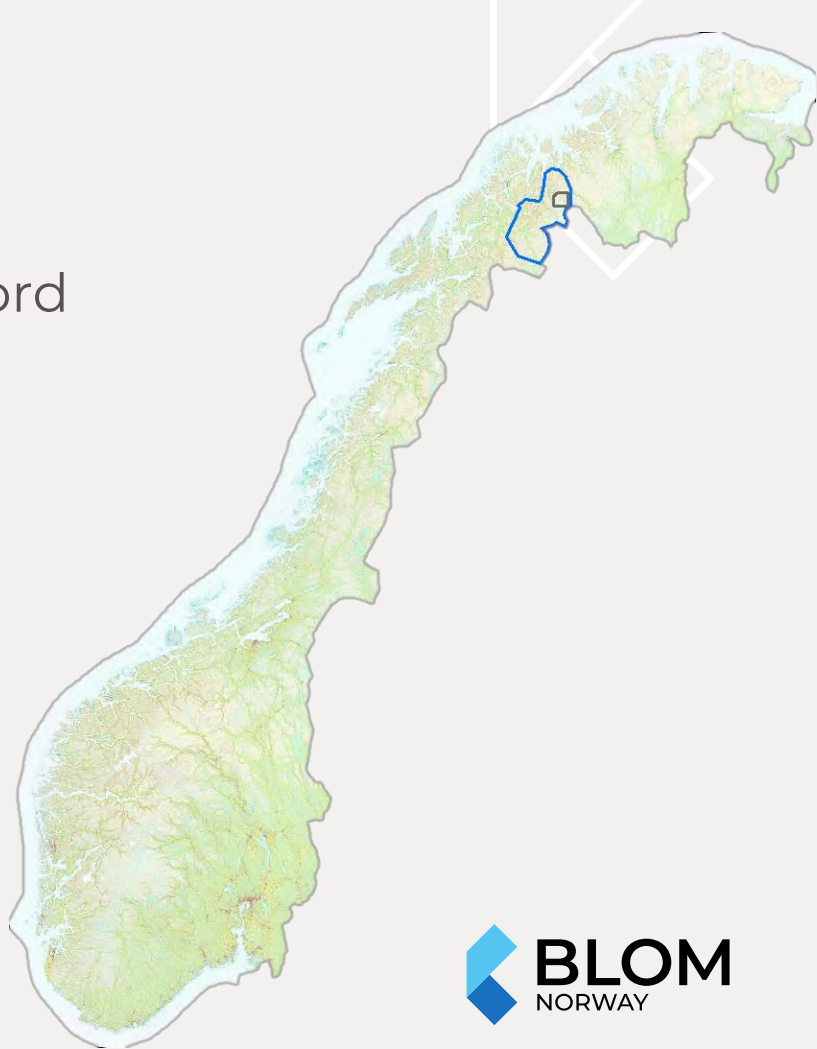
Økologisk kompetanse

- Riktig label er avgjørende
- Data på artsnivå er uegnet
- Vi trenger riktig målestokk i forhold til hva vi ser med fjernmåling
- Behov for representative eksempler



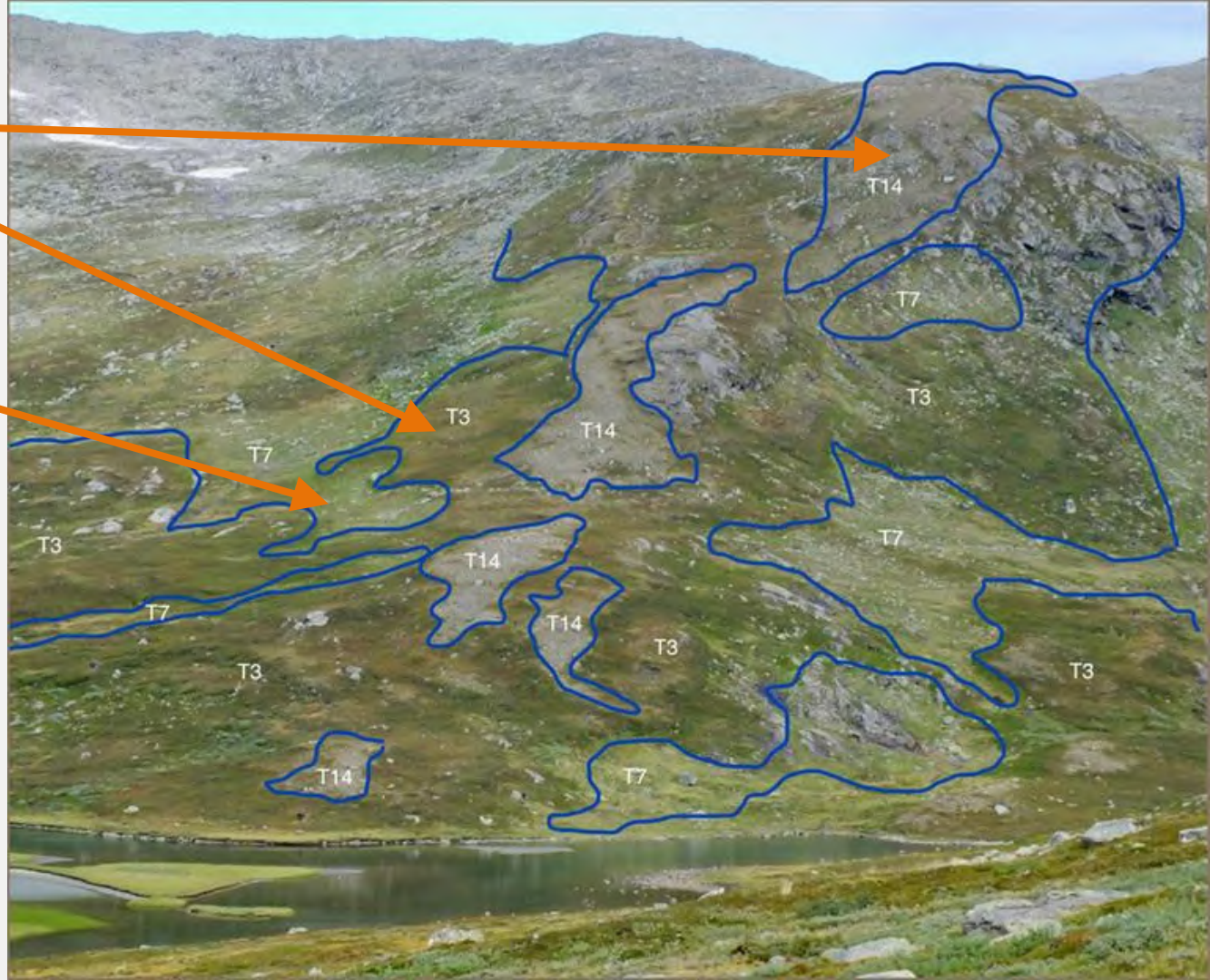
Pilotområde

- Indre deler av Storfjord og Kåfjord
- Kartlegging av fjellområder
(Lav- og mellomalpin sone)
- Kartlegging av
 - Hovedtyper
 - Miljøvariabler



Hovedtyper

- T14 Rabber
- T3 Fjellhei, leside og tundra
- T7 Snøleie



- + 11 typer til

Miljøvariabler

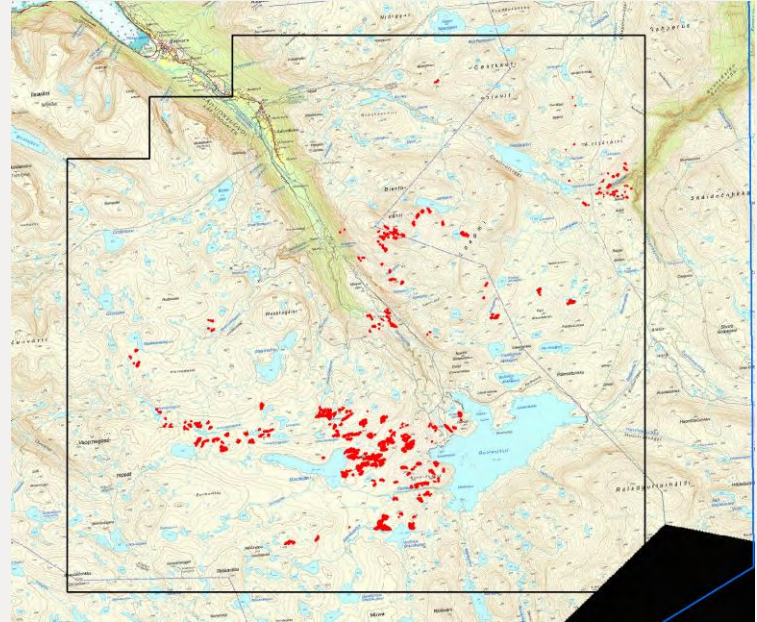
- (SV) Snødekke-
betinget
vekstsesong-
reduksjon
- (VI) Vindutsatthet



- + 2 til

Fasitdata

- Fasitdata fra fototolkning
 - Naturtyper
 - Relevante miljøvariablene
- Kort feltbesøk i området for “kalibrering”



Klassifisering og validering

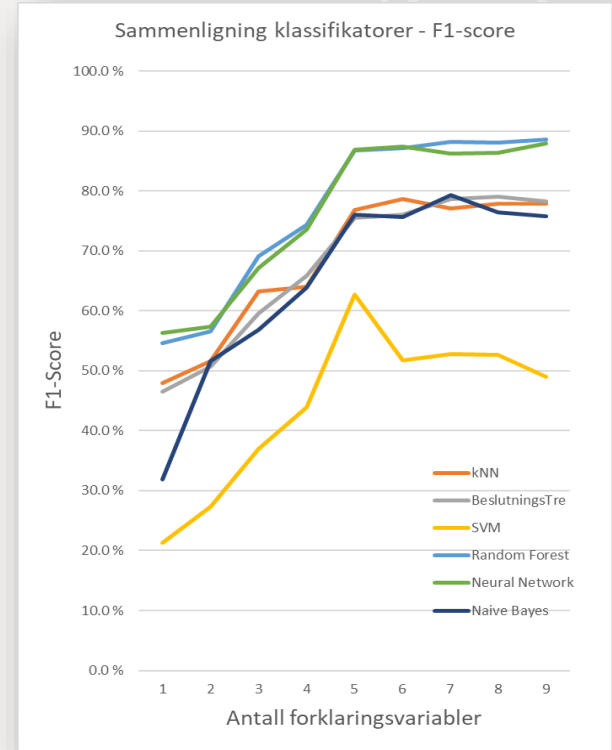
- Delt opp fasitdataene i en
 - Treningsdatasett
 - Valideringsdatasett
- Cirka 30-40 kartlag (forklaringsvariabler)
- Lært opp ulike klassifikatorer med treningsdatasettet
 - Random Forest
 - Support Vector Machine
 - + flere
- Validering

Resultater

Code	Hovedtype	Nøyaktighet (F1-score)	Bakkesannheter
I	Snø- og issystemer	100.0 %	svært få
L	Ferskvannsbunnsystemer	98.3 %	svært få
T1	Nakent berg	0.0 %	svært få
T14	Rabbe	89.1%	mange
T17	Aktiv skredmark	57.1 %	svært få
T22	Fjellgrashei og grastundra	86.8 %	mange
T27	Blokkmark	99.2%	mange
T3	Fjellhei, leside og tundra	86.9 %	mange
T7	Snøleie	86.3 %	mange
V1	Åpen jordvannsmyr	74.0 %	svært få
V6	Våtsnøleie og snøleiekilde	45.8 %	få
	Overall accuracy	88.5 %	
	Kappa coefficient	0.86	

Resultater

- Beste resultatet var basert på 7 kartlag
- Flere kartlag gjør resultatet ikke bedre
- Random Forest fungerte best
 - Men det sier ikke alt
 - Mange muligheter for optimalisering av maskinlæringen



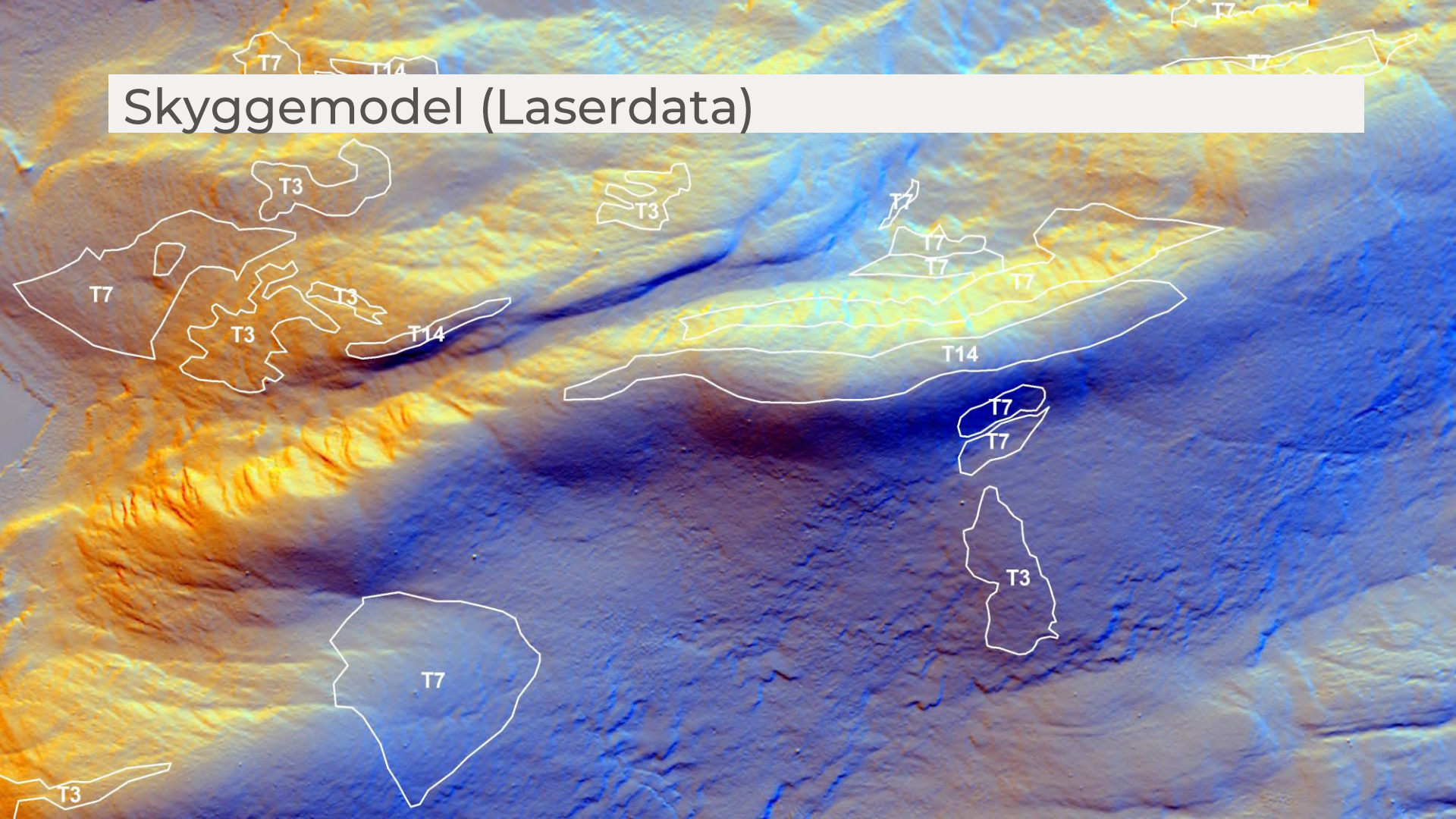
Miljøvariablene

- Bra nøyaktighet / god sammenheng på to
 - (SV) Snødekke-betinget vekstsesong-reduksjon
 - (VI) Vindutsatthet
- Dårlig nøyaktighet / ingen sammenheng på to andre miljøvariabler

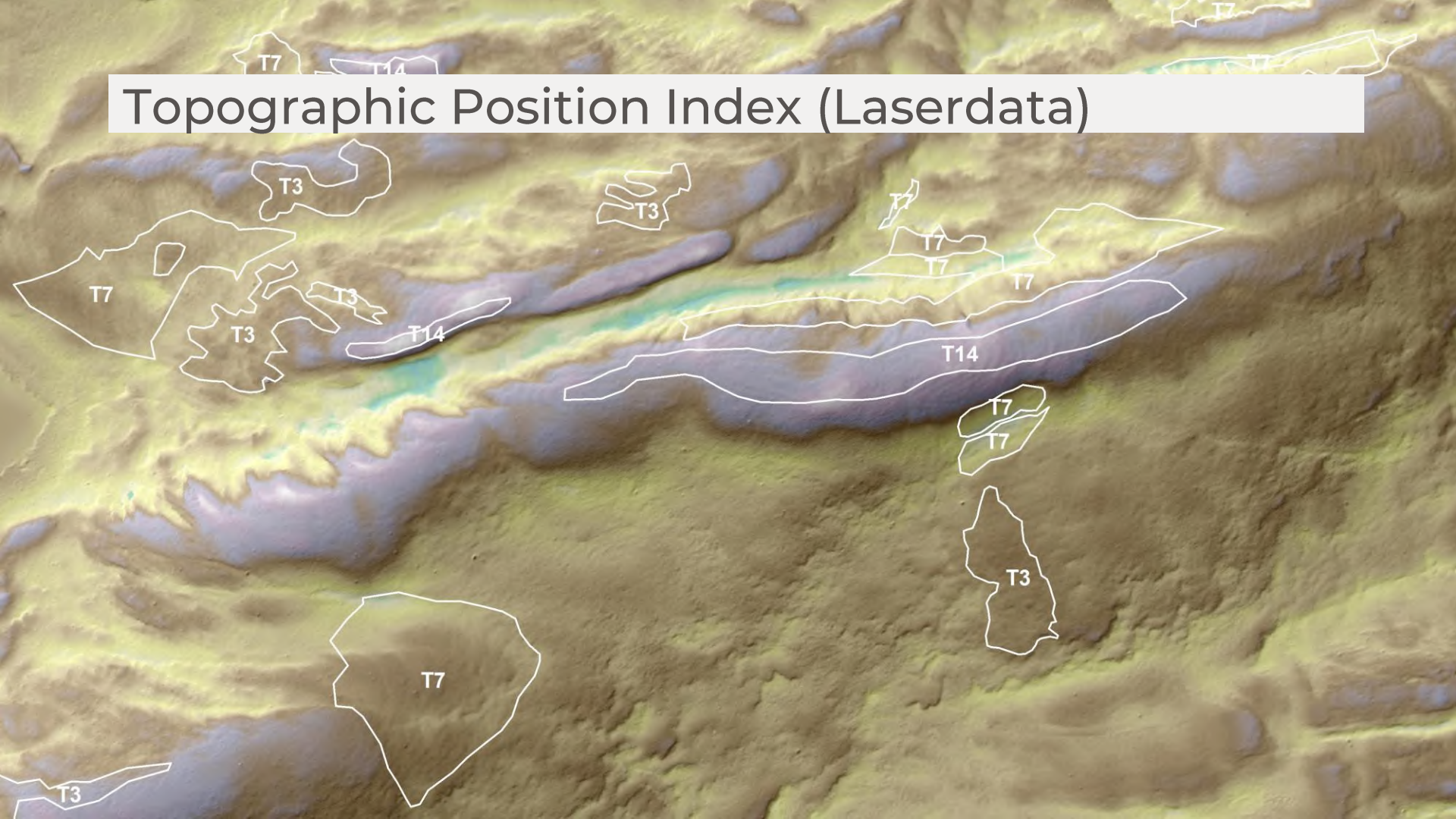
Flyfoto



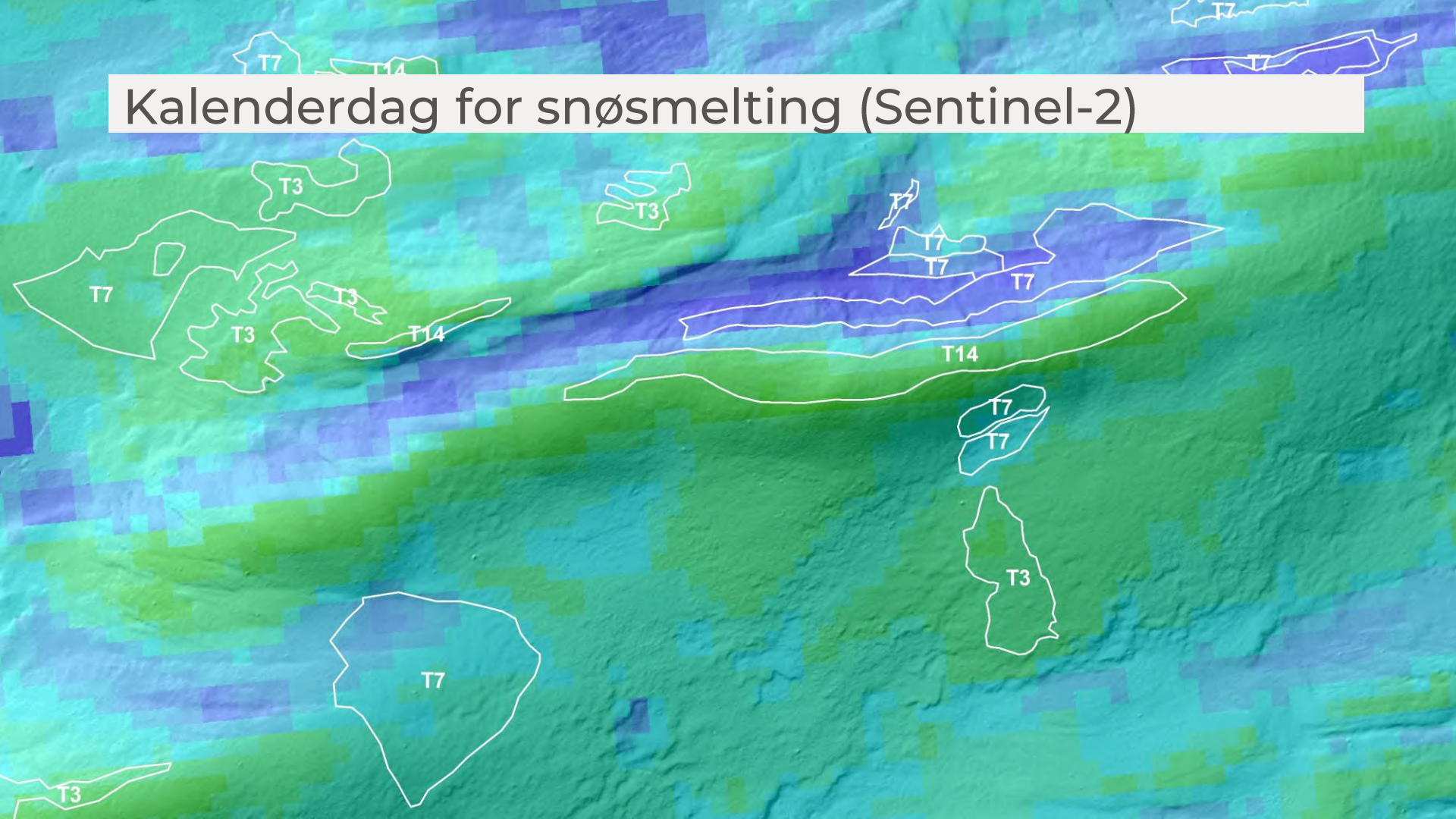
Skyggemodel (Laserdata)



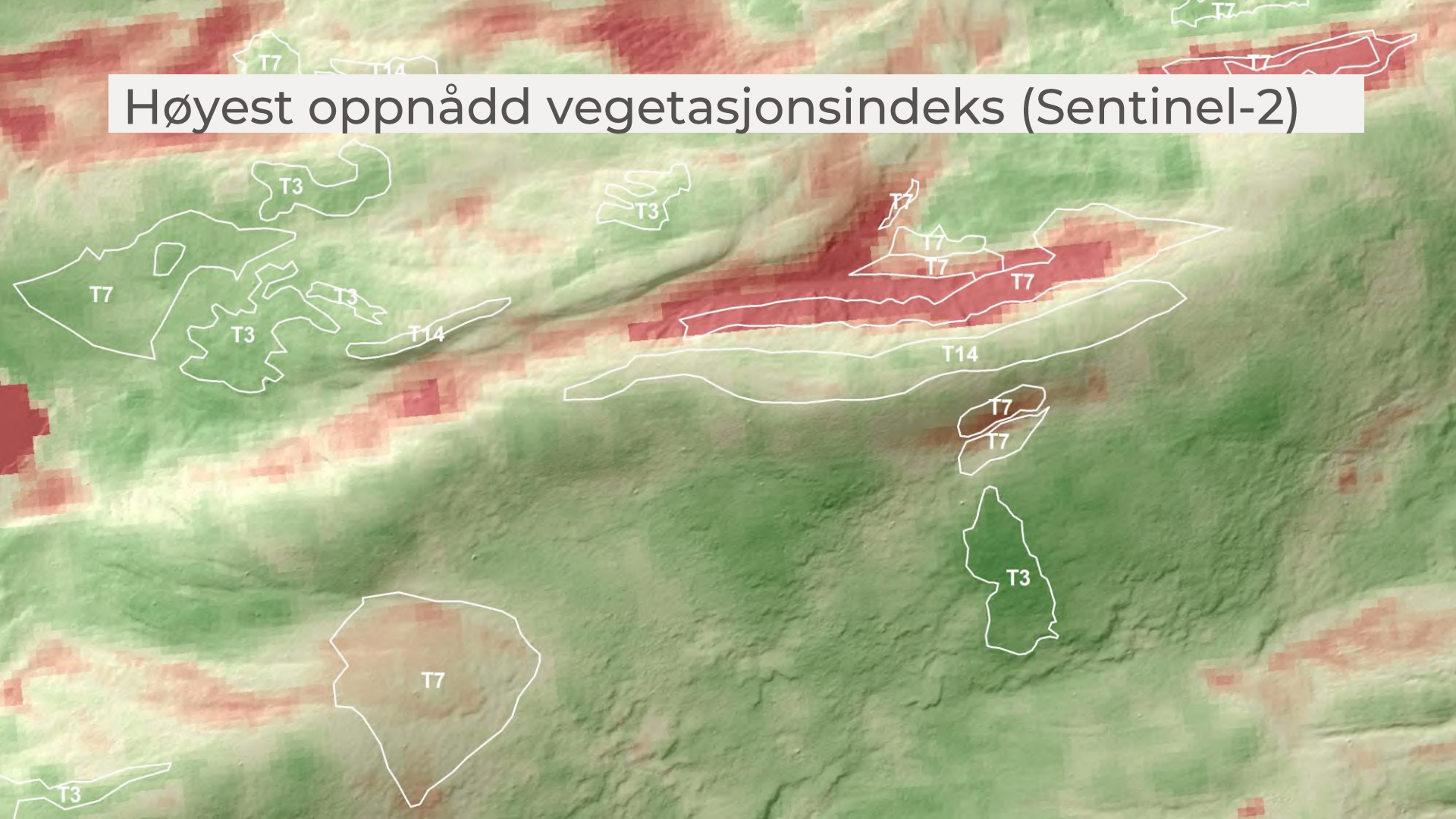
Topographic Position Index (Laserdata)



Kalenderdag for snøsmelting (Sentinel-2)



Høyest oppnådd vegetasjonsindeks (Sentinel-2)



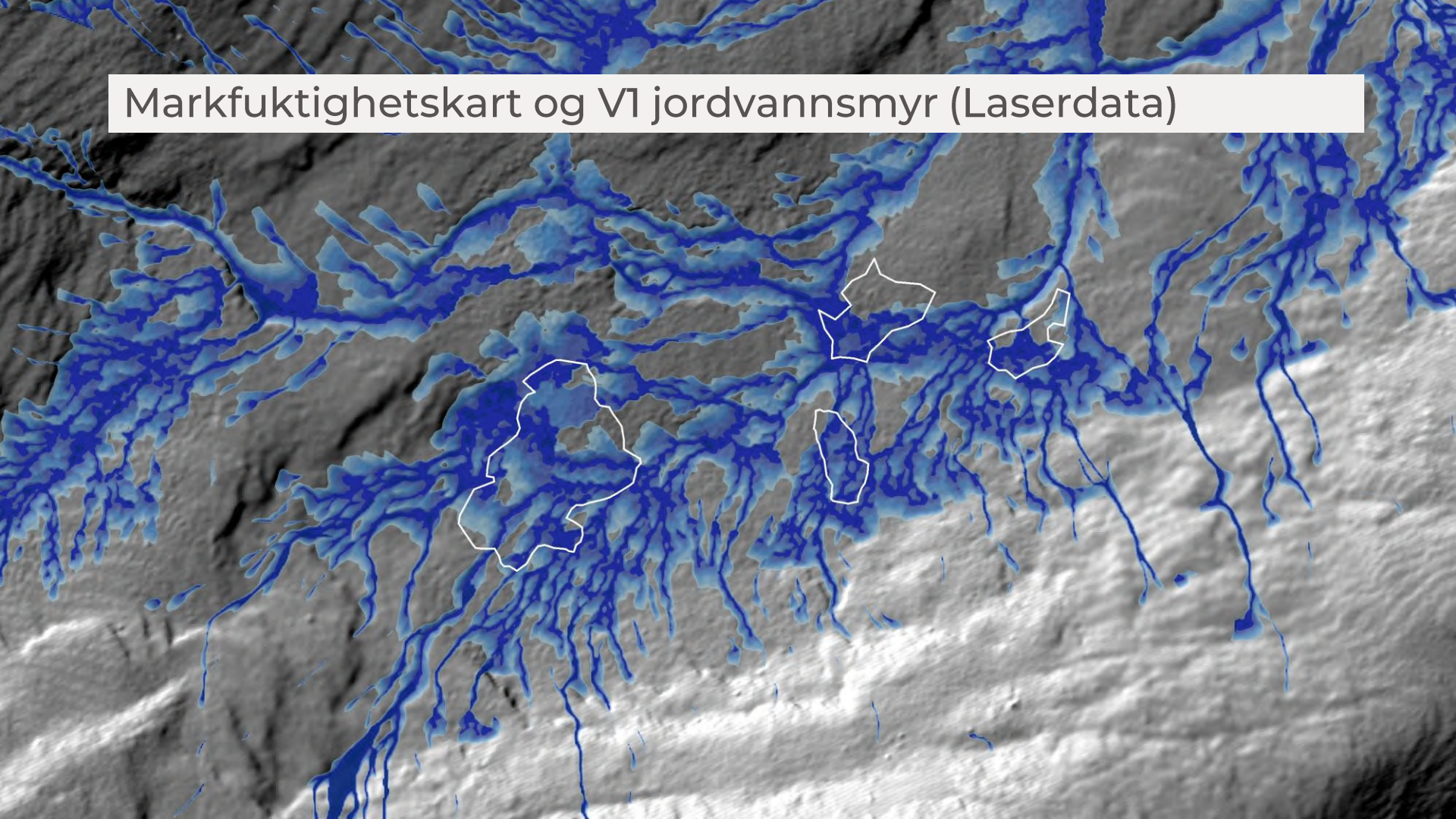
Flyfoto 2016 og V1 jordvannsmyr



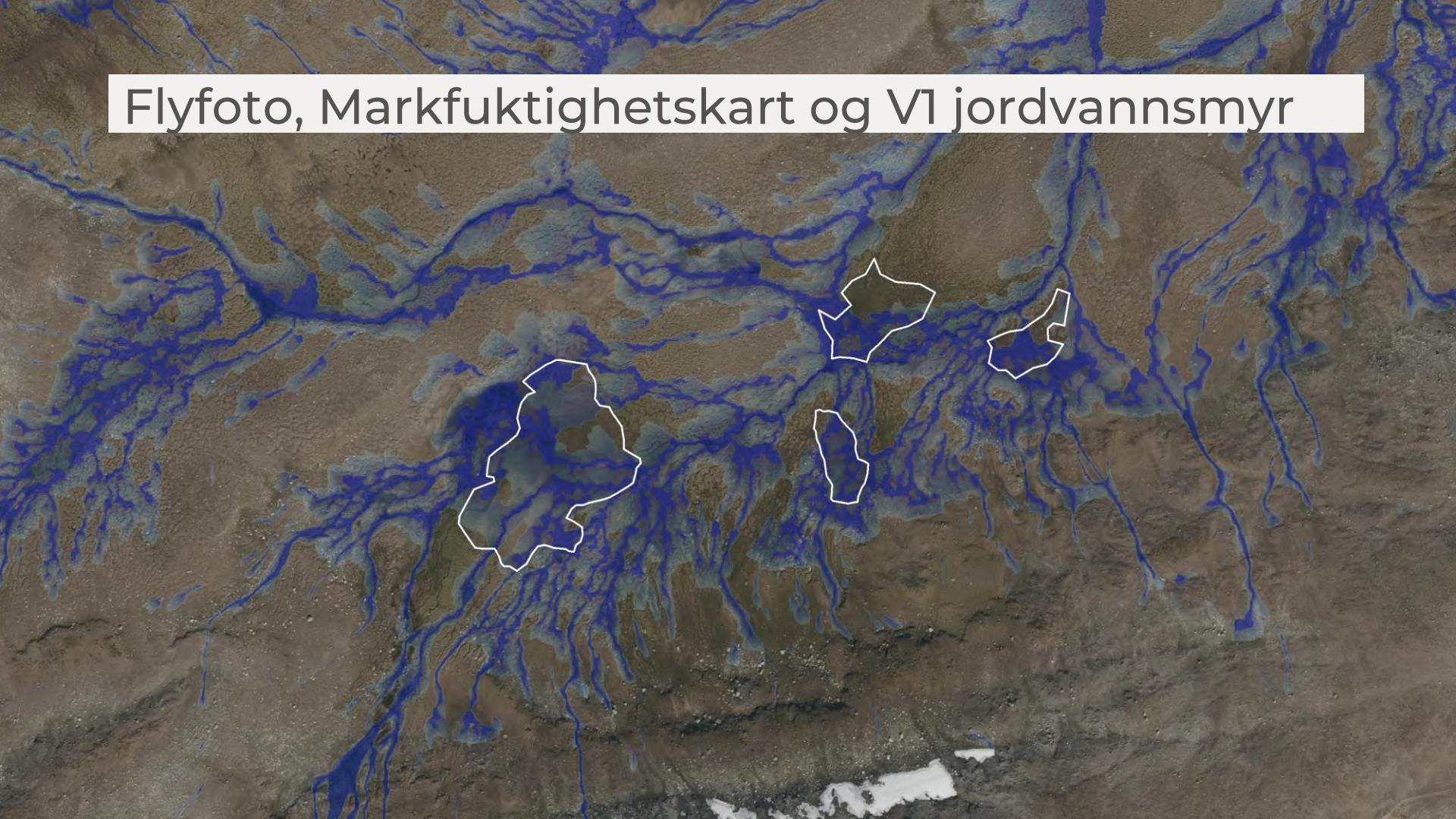
Flyfoto 2014 og V1 jordvannsmyr



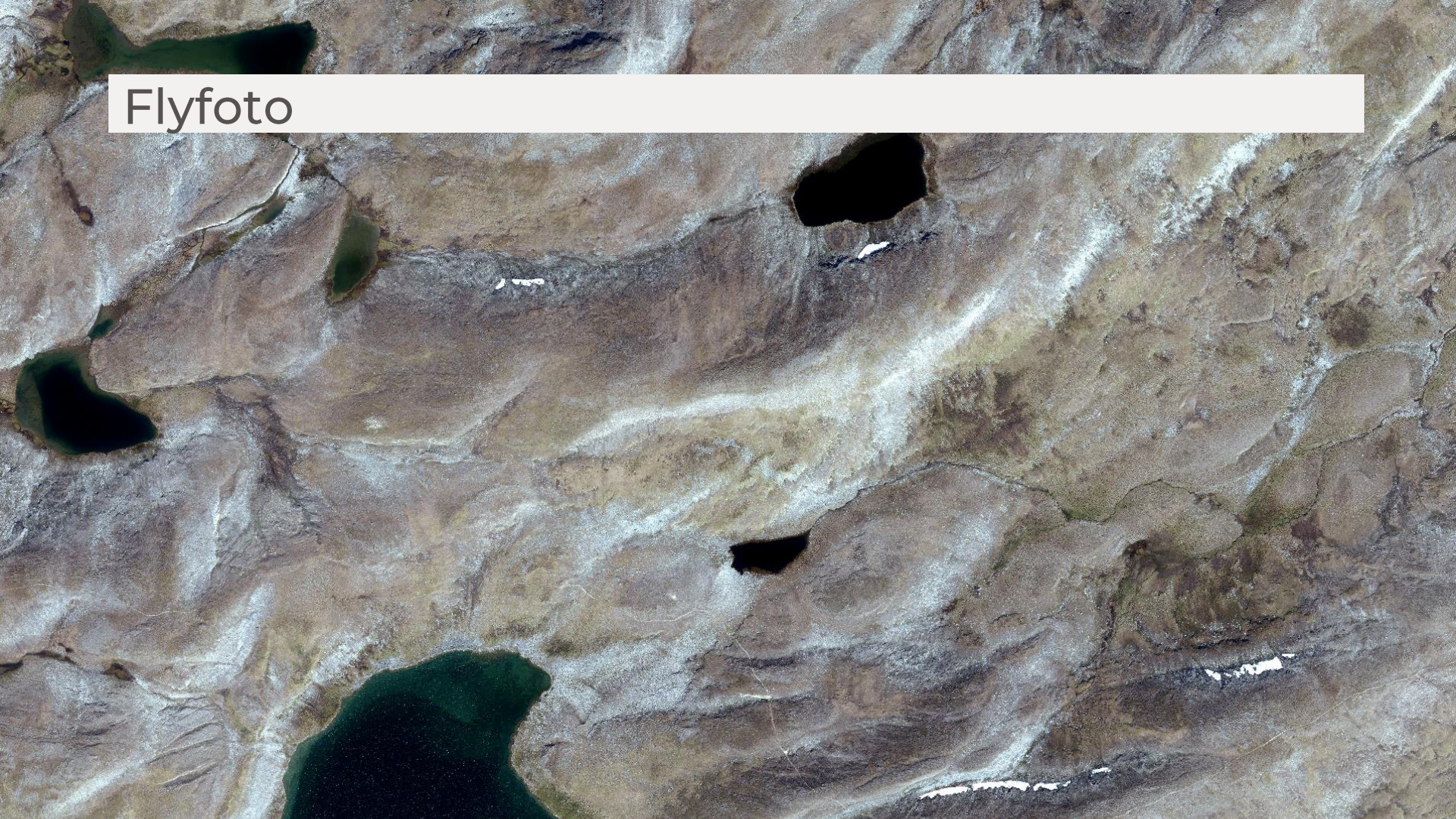
Markfuktighetskart og V1 jordvannsmyr (Laserdata)



Flyfoto, Markfuktighetskart og V1 jordvannsmyr

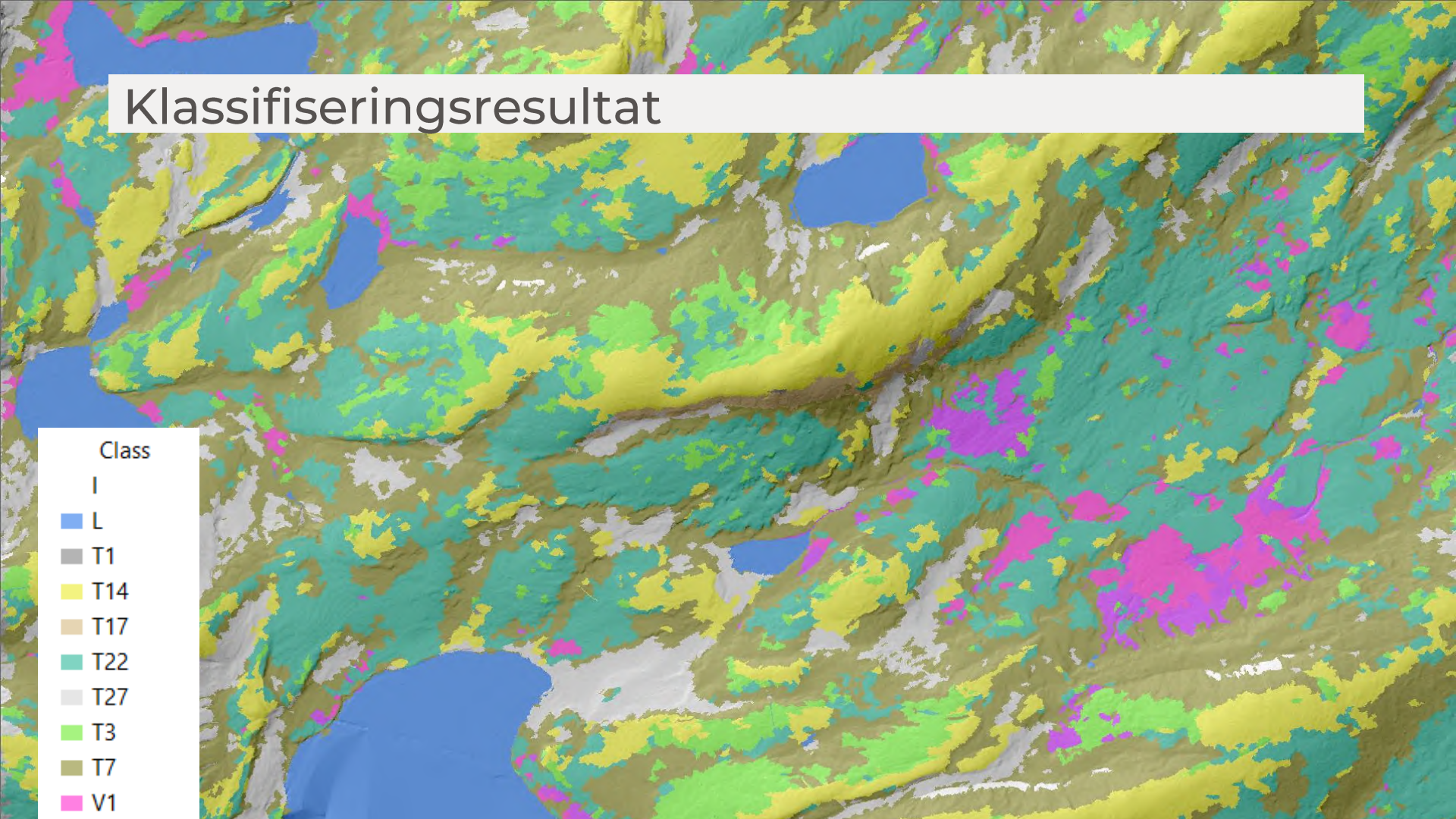


Flyfoto



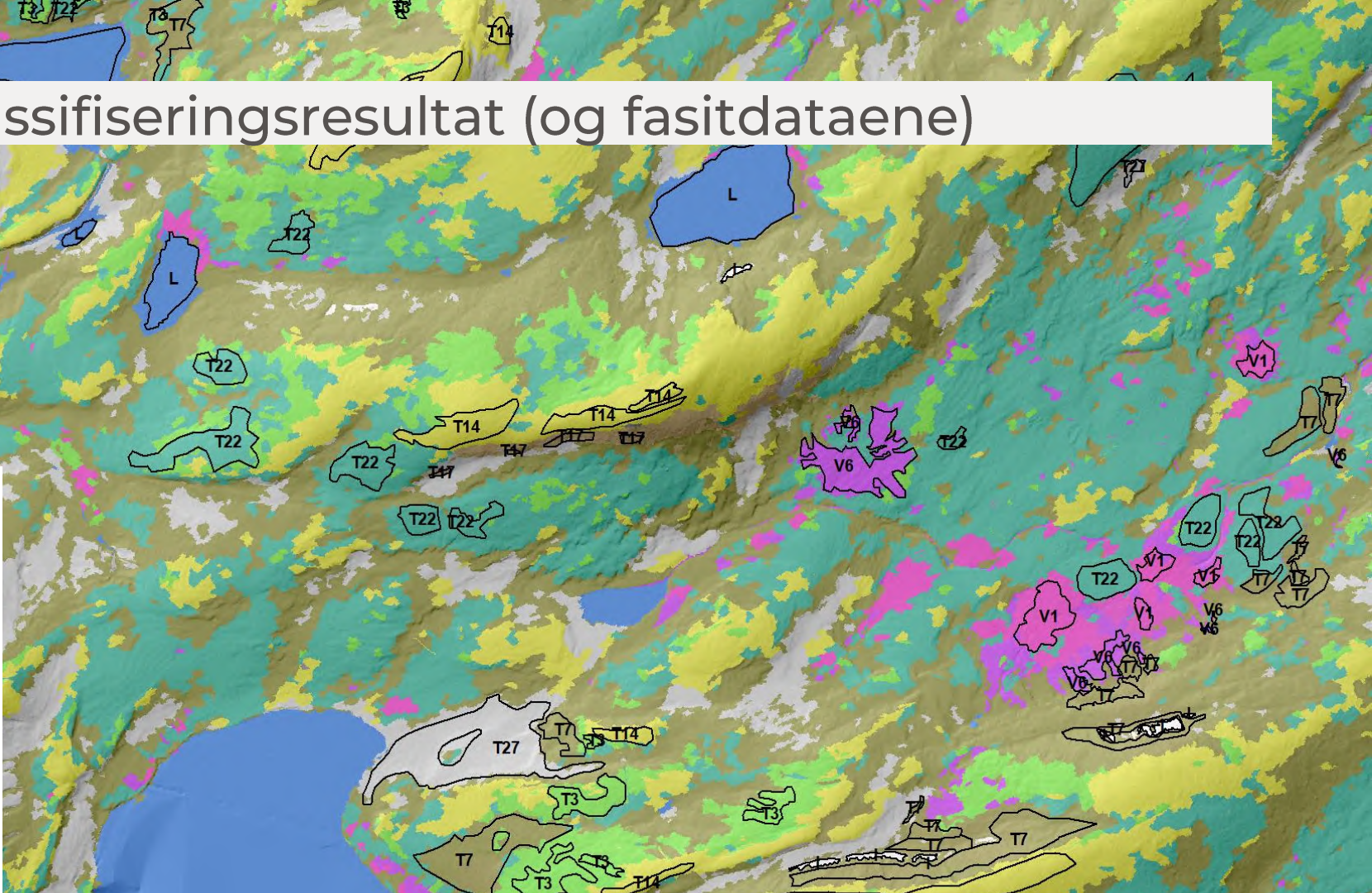
Klassifiseringsresultat

- Class
- I
 - L
 - T1
 - T14
 - T17
 - T22
 - T27
 - T3
 - T7
 - V1



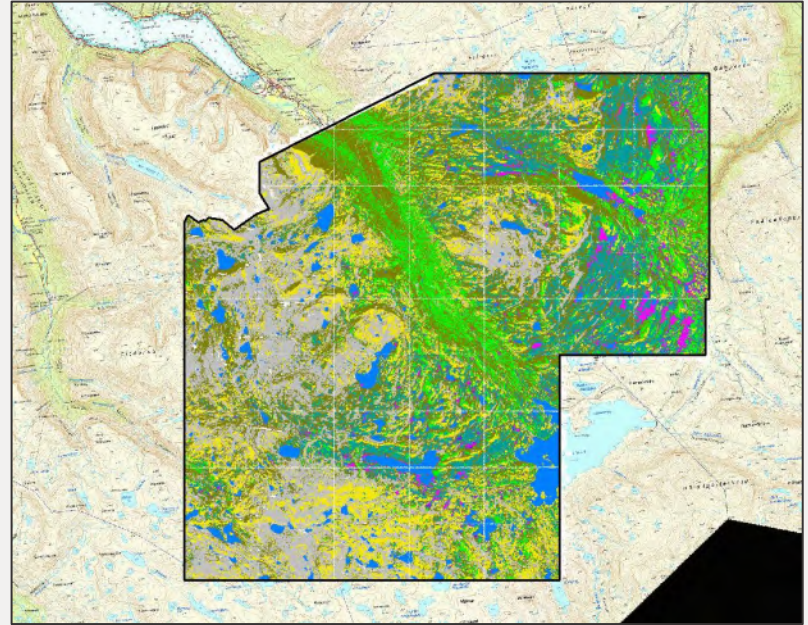
Klassifiseringsresultat (og fasitdataene)

Class
L
T1
T14
T17
T22
T27
T3
T7
V1



Produsert heldekkende kart

- 450 km²
- Vektorkart
 - Hovedtype
 - Miljøvariablene
 - Sannsynlighet



Konklusjoner

- Foreløpig gode resultater
- Noen hovedtyper trenger flere bakkesannheter
- Viktig med uavhengig validering i felt
- Miljøvariablene må utforskes videre

- Metoden kan oppskaleres til hele landet men nøyaktigheten på resultatene kan variere

Info

Prosjekt: FALK – Fjernmåling av Landøkologiske Kart

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Prosjektteam:

Floris Groesz (Blom)

Geir Arnesen (Sállir natur)

Stian Rostad (Blom)

Hilde Tandstad (Sállir natur)



BLOM
NORWAY

Floris Groesz

Blom Norway

Floris.groesz@blom.no

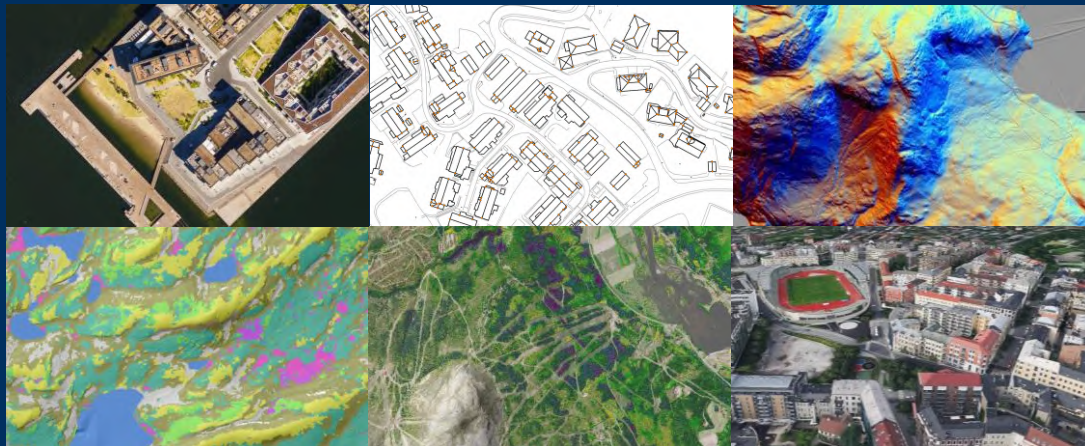
986 30 541



Om Blom Norway

Blom Norway er en ledende leverandør innen innsamling, prosessering og modellering av geografisk informasjon.

- Kartproduksjon fra flybilder, ortofoto
- Terreng- og overflatemodellering
- Fjernmåling, analyser, skogtaksering
- 3D-modellering og -visualisering
- Skråbilder og gatebilder, innsynsløsninger



64 års historie
14 ansatte på Lysaker
3 ansatte i Bergen
50 mill i omsetning

Fjernmåling, analyser, skogtaksering

- Skogtaksering med laserdata og bildematchingsdata
- Hogstflate-overvåking: Skogeierforbundet, nettselskaper, skogeierforeninger
- Fjernmåling av natur og vegetasjon
- Kartlegging av urbane trær
- Visualisering av NDH laserdata
- Vannvei-analyser og stikkrennesporing
- Analyse av historiske flybilder i 3D

