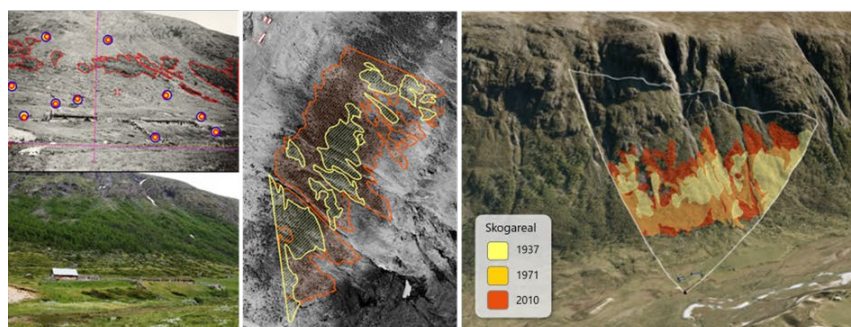
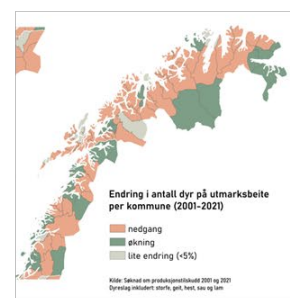
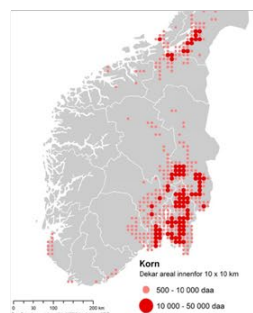
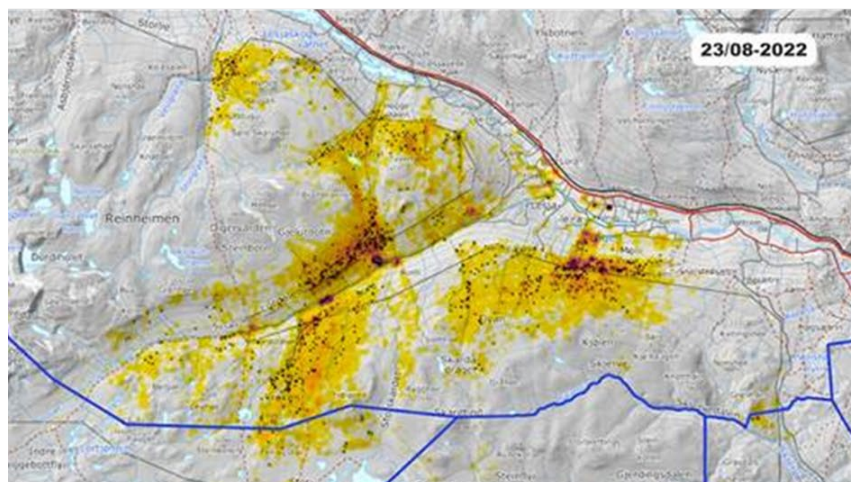
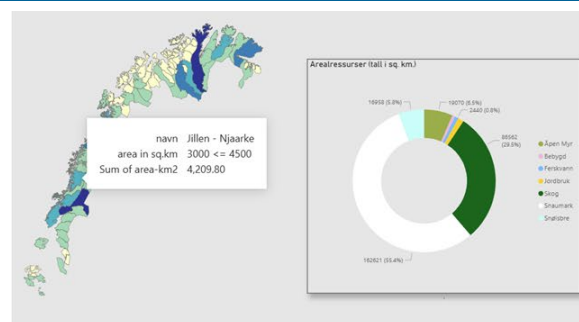
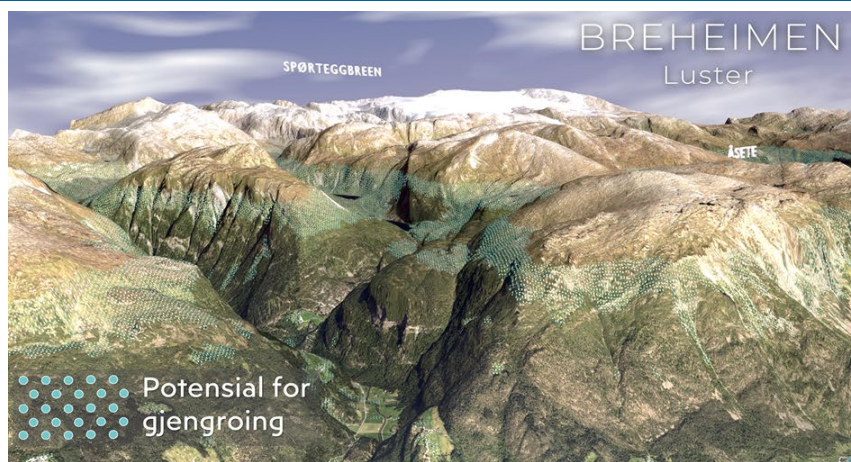


Geovisualisering: teknikker, datakilder og verktøy

Internt notat | 01/2026



Ulrike Bayr, Svein Olav Krøgli, Michael Angeloff, Shivesh Karan
Divisjon for kart og statistikk

Innhold

1	Bakgrunn og formål	3
2	Geovisualisering.....	4
3	Visualiseringsteknikker	5
3.1	Statiske kart	5
3.2	Interaktive kart	6
3.3	Animasjon og video	11
3.4	3D-visualisering	17
3.5	Dashboards.....	20
3.5.1	Power BI	20
3.5.2	Casestudie: Power BI-dashbord for reinbeitestatistikk med TopoJSON	21
4	Datatyper og datakilder.....	25
5	Visualiseringsverktøy og programvare	27
6	Videre arbeid	28
7	Referanser	29

1 Bakgrunn og formål

NIBIO forvalter store mengder geografiske data og tidsserier som gir verdifulle innblikk i dynamiske prosesser iblant annet natur og landskap. Disse dataene har et stort potensial for å bygge opp kunnskap om hvordan landskapet utvikler seg over tid. I dag formidles og presenteres mye av denne informasjonen på tradisjonelle måter, som rapporter, grafer og statiske kart. Selv om disse metodene er informative, har de begrenset evne til å skape engasjement og nå ut til et bredt publikum.

I et samfunn der informasjonsmengden øker og konkurransen om oppmerksomhet er stor, blir det stadig viktigere å utvikle mer visuelle og interaktive måter å formidle forskning på. Erfaringer fra mediasaker, som NRKs «Norge i rødt, hvitt og grått», viser at gode visualiseringer av landskapsendringer kan vekke både interesse og debatt. Dette understreker behovet for innovative løsninger som kan styrke NIBIOs synlighet og bidra til å oppfylle vårt samfunnsoppdrag om kunnskapsformidling.

Formålet med prosjektet har vært å utforske og teste ulike metoder for visualisering av geografiske data ved hjelp av moderne visualiseringsteknikker. Dette omfatter bruk av 2D- og 3D-modellering, animasjoner og interaktive kart. Erfaringene fra prosjektet er samlet i dette arbeidsnotatet, som har som mål å inspirere andre til å prøve alternative måter å presentere data på. Notatet inneholder forslag til verktøy og metoder som kan anvendes i et bredt spekter av NIBIOs prosjekter.

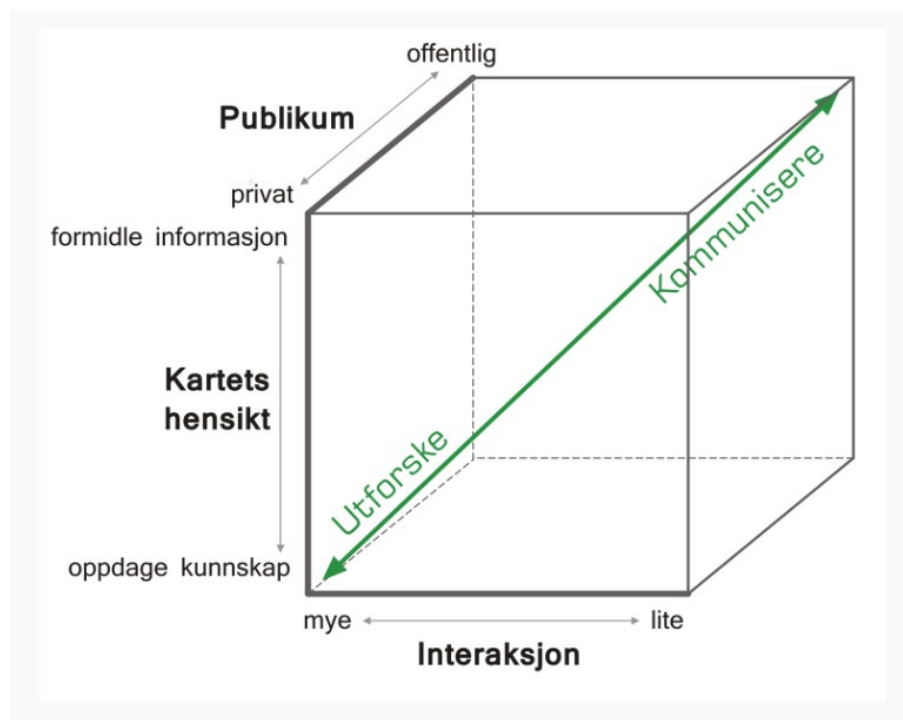
Arbeidet er gjennomført i samarbeid mellom avdelingene Landskapsovervåking, Geomatikk og Arealundersøkelser i Divisjon for Kart og Statistikk (DKS), men resultatene er ment å komme til gode for hele NIBIO. Prosjektet vil også bidra til kompetansebygging internt innen geovisualisering, som er et område med økende relevans for forskning og samfunnskommunikasjon.

2 Geovisualisering

I geografisk visualisering, eller geovisualisering, bruker man digitale verktøy og datasystemer på en måte som styrker visuell tenkning for å oppnå innsikt og forståelse fra geografiske data (Duckham mfl. 2023). Visuell tenkning kan for eksempel hjelpe oss å forstå om noe hører naturlig sammen i grupper, noe er deler av noe annet eller hvordan noe er plassert i forhold til noe annet. Visuelle framstillinger brukes for å oppdage mønstre og sammenhenger i dataene. Geovisualisering benytter seg av de dynamiske, interaktive og multimediale mulighetene i GIS for å hjelpe brukere med å få innsikt i geografiske problemer, med de mulighetene som ligger der for å lage et GIS-grensesnitt som kan være både uttrykksfullt og mer intuitivt (Duchham mfl. 2023).

Geovisualisering innebærer en endring i synet på kart, fra kart som et rent kommunikasjonsmedium til også å være et redskap for å oppdage ny kunnskap (Rød 2023). Rød (2023) beskriver denne overgangen som en overgang langs tre dimensjoner (figur 1), der man 1) går fra å formidle et predefinert budskap til å bistå brukeren i å oppdage mønstre og sammenhenger, 2) går fra å spre kunnskap til et større offentlig publikum til å være et verktøy for personlig datautforskning og 3) går fra et kart med liten eller ingen interaksjon til et verktøy med mange interaksjonsmuligheter (forstørre/forminske, slå av og på temaer, filtrere, koble kart og diagrammer m.m.).

Eksempler på visualiseringsteknikker som er relevant for geografisk informasjon er animasjon (også «fly-through»), 3D-visning og interaktive visuelle framstillinger (f.eks. kart som del av et dashboard).



Figur 1. Rød (2023) sin versjon av kartbrukskuben illustrert i MacEachren (1994).

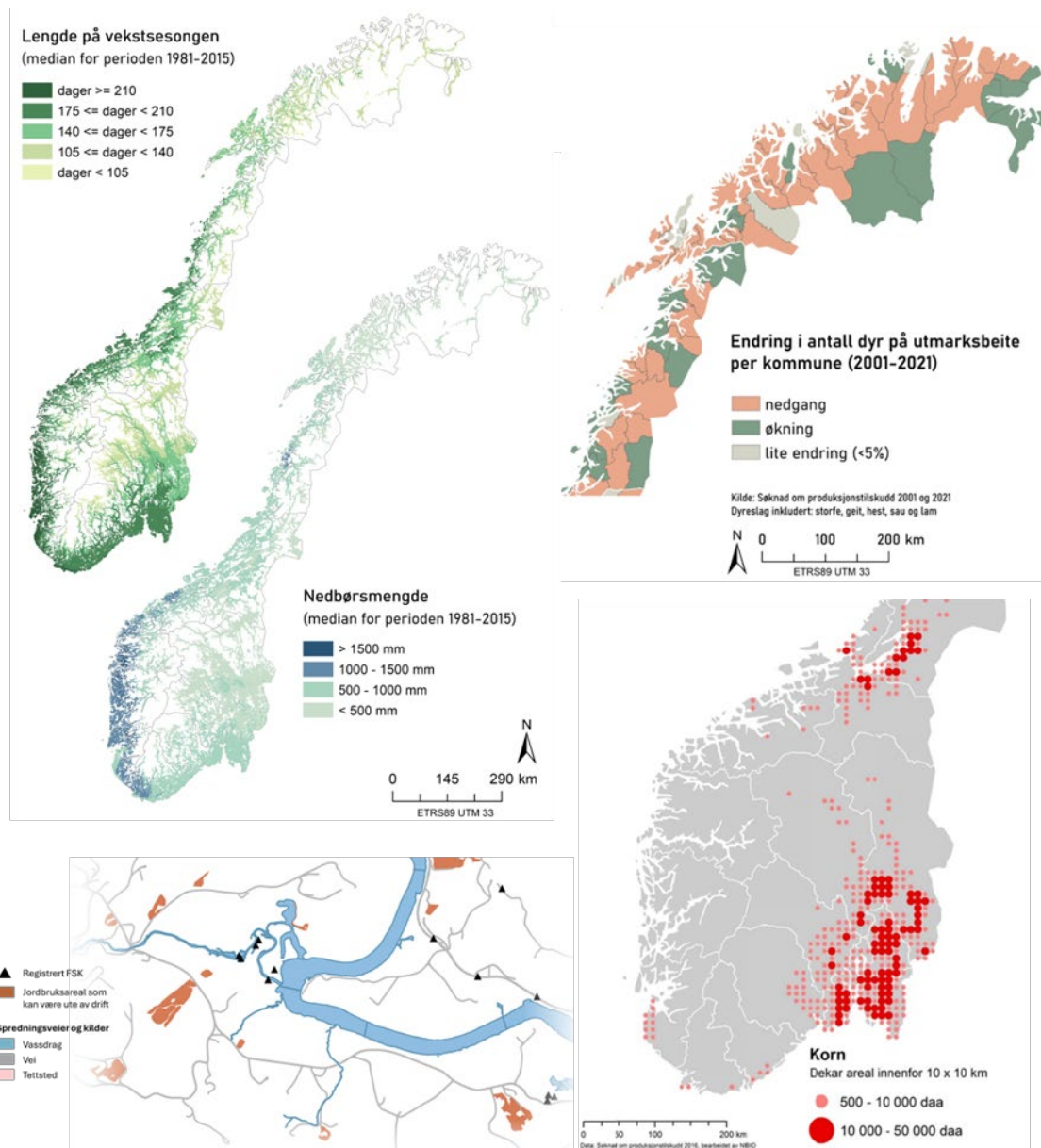
3 Visualiseringsteknikker

3.1 Statistiske kart

Statistiske kart er faste, ikke-interaktive representasjoner av geografiske data og kan sees som den enkleste måten å visualisere geodata. Slike kart brukes svært ofte i foredrag rapporter, og andre trykte medier. De gir en tydelig og konsistent visualisering av romlig informasjon, der layout, symbolbruk og fargevalg er nøye tilpasset for å formidle et bestemt budskap. Fordelen med statistiske kart er at de kan eksporteres som vanlige bildefiler og er dermed enkle til å distribuere og krever ingen spesialprogramvare for visning. Ulempen er at brukeren selv ikke kan tilpasse visningen til individuelle behov.

Et sentralt aspekt ved statistiske kart er valg av farger og fargeskalaer. Crameri et al. (2020) viser i artikkelen “The misuse of color in science communication” at mange utbredte fargeskalaer, spesielt regnbuepregede og rød-grønne paletter, kan forvrengte data visuelt og i tillegg være lite tilgjengelige for personer med fargesynshemninger. De argumenterer for bruk av vitenskapelig utledede fargekart som har jevne, perseptuelt uniforme overganger, gjengir faktiske datavariasjoner på en mer troverdig måte og samtidig er universelt utformet. For statistiske kart innebærer dette at karttegneren må være spesielt bevisst på fargebruk: koroplett kart bør benytte sekvensielle eller divergerende skalaer som passer til datatypen, og temakart bør unngå fargevalg som introduserer kunstige mønstre eller skjuler viktige detaljer. Siden statistiske kart ikke kan «rettes opp» gjennom interaktiv utforskning, blir kravene til god kartografi, lesbarhet og fargebruk ekstra viktige.

Statistiske kart lages ofte i GIS-programvare som QGIS eller ArcGIS, der kartografiske valg som projeksjon, symbolisering, typografi og fargepaletter kan kontrolleres detaljert før kartet eksporteres til bilde- eller PDF-format for videre bruk i rapporter og presentasjoner (figur 2). I lys av anbefalingene til Crameri et al. bør slike arbeidsflyter inkludere eksplisitt vurdering av fargeskalaer, for eksempel ved å benytte perseptuelt uniforme, fargesynsvennlige paletter fremfor regnbueskalaer.



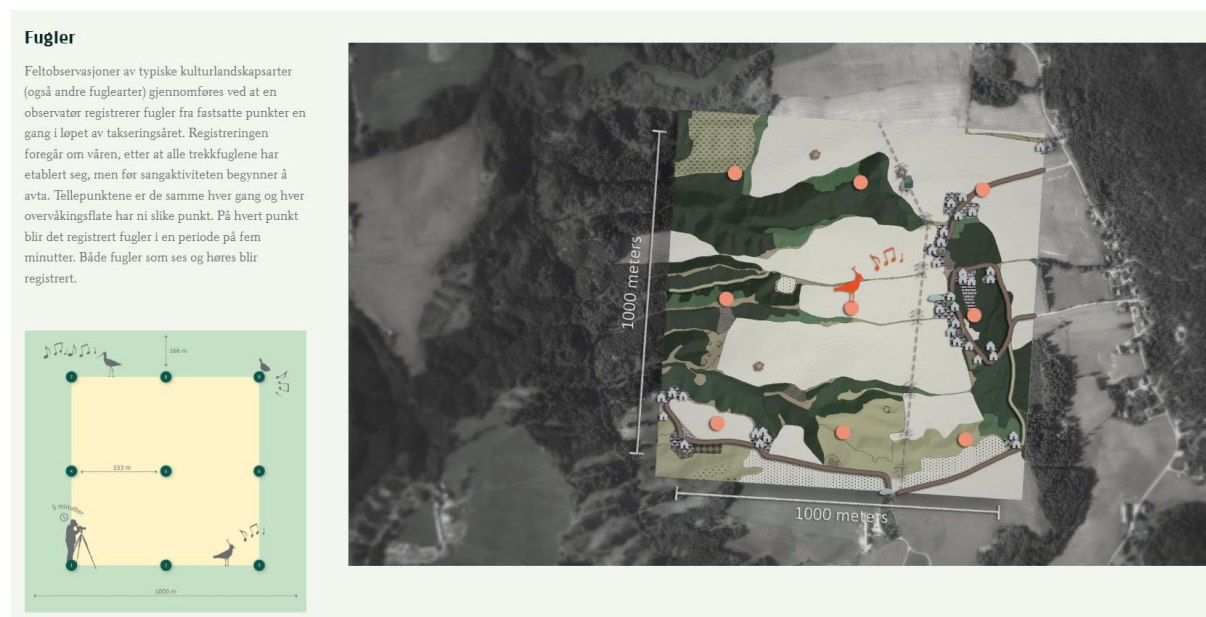
Figur 2: Noen eksempler på statiske kart som har blitt brukt i rapporter, faktaark eller PowerPoint.

3.2 Interaktive kart

Interaktive kart er digitale kartløsninger som gir brukeren mulighet til å utforske geografiske data dynamisk. I motsetning til statiske kart, kan interaktive kart tilpasses brukerens behov gjennom funksjoner som zooming (forstørre eller forminske), panorering, navigering (inkludert f.eks. søke etter adresser eller en «hjem»-knapp fører «tilbake til start»), filtrering, lagvis visning av data og slå av og på temaer. Interaktive kart gjør det mulig å kombinere flere datakilder og presentere komplekse romlige mønstre på en intuitiv måte. Også flere kart kan kombineres i samme vindu, slik at for eksempel et kart kan vise oversikt og et annet kart flere detaljer, eller at to kart med samme utsnitt viser samme data, men fra forskjellige tidspunkter. Interaktivitet gir også rom for analyser, for eksempel ved å klikke på objekter for å få detaljerte attributter eller bruke verktøy for måling og tegning. Slike kart er ofte implementert i webbaserte løsninger ved hjelp av teknologier som Leaflet, Mapbox eller ArcGIS Online, og brukes i alt fra forskningsprosjekter til offentlig planlegging og

formidling. Fordelen er at brukeren kan tilpasse visningen og dermed oppnå en mer engasjerende og informativ opplevelse. Et godt eksempel for en interaktiv kartløsning er NIBIO's egen Kilden.no.

En annen måte å bruke interaktive kart på er i form av StoryMaps som kombinerer kart med tekst, bilder, video og andre multimedieelementer for å formidle geografisk informasjon på en narrativ og engasjerende måte. I motsetning til vanlige interaktive kart der data presenteres mer isolert, integrerer StoryMaps kartvisualiseringer i en fortelling som gir kontekst og gjør det lettere for brukeren å forstå sammenhenger (figur 3). StoryMaps egner seg spesielt godt til populærvitenskapelig formidling av ulike temaer.



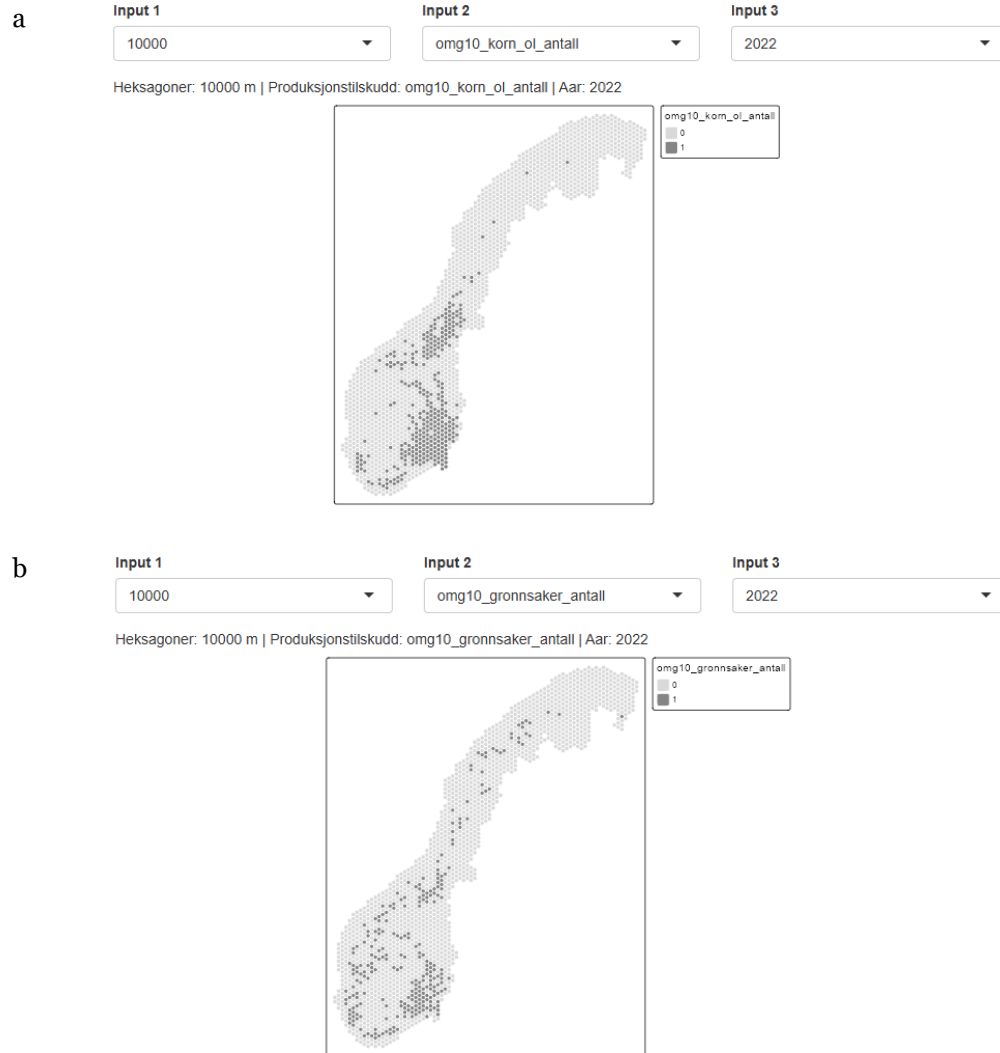
Figur 3: Eksempel fra en StoryMap om 3Q-overvåkingsprogrammet (<https://arcg.is/1riyWO1>) der det forklares hvordan fugleobservasjoner registreres ved hjelp av tekst, lyd, skematisk figur og kart.

Enkle interaktive kart – Produksjonstilskudd

«Produksjons- og avløsertilskudd er en fellesbetegnelse for flere tilskuddsordninger som foretak med husdyr- og/eller planteproduksjon kan søke om, og utgjør en viktig inntektskilde for mange foretak» (Landbruksdirektoratet 2025).

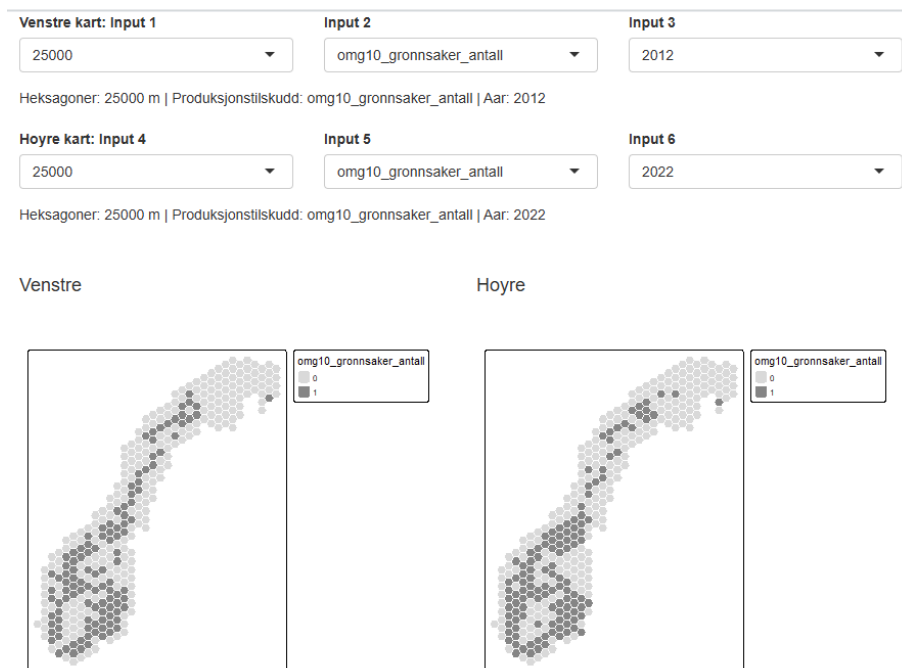
Søknader om produksjonstilskudd er en datakilde som benyttes til mange formål i NIBIO. Datasettet inneholder statistikk over jordbruksproduksjonen på norske gårdsbruk som søker om produksjonstilskudd. Data er blant annet tilrettelagt i en PostGIS database hos Divisjon for kart og statistikk. Der foreligger årlige data fra cirka 2000. Informasjon er registrert for hvert enkelt jordbruksforetak. Datasettet inneholder geografisk informasjon i form av adresse, kommune og jordbruksregion. I tillegg er koordinater for det enkelte driftssenter registrert.

Dette er et stort og komplekst datasett og hvis man ønsker å benytte seg av den geografiske informasjonen i datasettet kreves det en form for GIS-verktøy. Dette gjelder også hvis man kun vil visualisere den geografiske fordelingen av de enkelte søknadskodene. Det krever at man leser ut riktig kode, år og at man kobler eller aggregerer til ønsket nivå, også det ved hjelp av GIS-verktøy. En applikasjon som leser data direkte fra databasen og presenterer dette i kart, med enkelte valgmuligheter, vil kunne øke muligheten for ulike brukere til å utforske den geografiske informasjonen som ligger i datasettet (figur 4 og figur 5).



Figur 4: En applikasjon laget med R Shiny som leser produksjonstilskuddsdata direkte fra database og aggregerer punktdata (jordbruksforetak) til heksagoner. I denne applikasjonen kan man velge størrelse på heksagonene, produksjonstilskuddskode og år for søknad. Kartene i figur a) og b) viser om heksagonene inneholder en søker av produksjonstilskudd for henholdsvis korn eller grønnsaker i 2022.

a



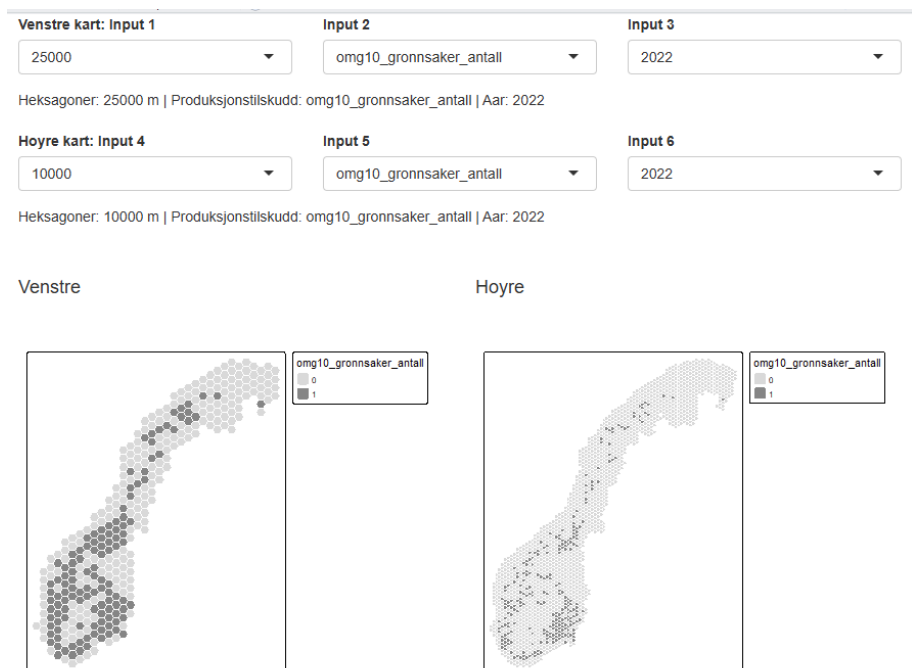
b



c



d



Figur 5: En applikasjon laget med R Shiny som leser produksjonstilskuddsdata direkte fra database og aggregerer punktdata (jordbruksforetak) til heksagoner. I denne applikasjonen kan man som i figur 4 velge størrelse på heksagonene, produksjonstilskuddskode og år for søknad. Her er det imidlertid lagt in to kart i samme applikasjon slik at man kan sammenligne for eksempel a) grønnsaker i 2012 og 2022, b) korn i 2012 og 2022, c) korn og grønnsaker i 2022 og d) to forskjellige oppløsninger (her grønnsaker).

3.3 Animasjon og video

Animasjon er en teknikk der man viser en serie med statiske bilder (eller kart) etter hverandre, noe som kan gi inntrykk av bevegelse eller endring over tid. Teknikken kan brukes til å visualisere endringer i geografiske fenomener. Animasjon er en intuitiv løsning for å visualisere dynamiske fenomener, men bør brukes med måte. Uforsiktig bruk av animasjon kan være distraherende for brukere da våre sanseinntrykk er følsomme for bevegelse. Vi har også en tendens til å fokusere på enkelte deler av en animasjon, ikke hele, noe som kan føre til at viktige overganger blir oversett. I tillegg kan det være vanskelig for brukere å få oversikt og innsikt fra lengre animasjoner (Duckham mfl. 2023).

Under følger noen eksempler på bruk av animasjon for GPS-data fra beitedyr i utmark. Samme teknikk kan også overføres til andre bevegelsesdata.

Elektroniske sporingsenheter - Radiobjeller

Elektronisk sporing av gjenstander, dyr og mennesker er blitt vanlig. Informasjon om hvor-når ting befinner seg er virksomhetskritisk i mange bransjer. Dataloggen gir mulighet til å analysere bevegelser og tidsbruk i etterkant.

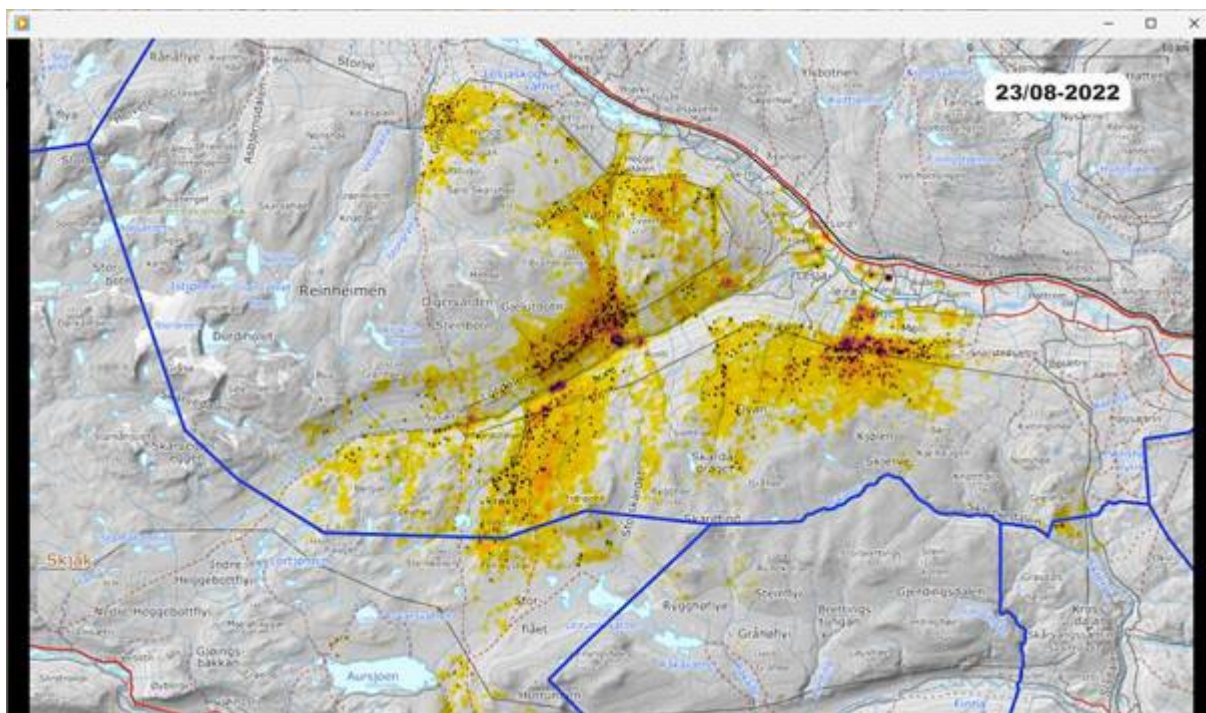
Elektroniske sporingsenheter har vært i bruk i beitenæringa i over 20 år. Sporingsenheten består av en GPS og en radiosender kapslet inn i en liten plastboks. Enheten kalles radiobjelle eller e-bjelle og sender posisjonsrapporter over mobilnettet eller via lavbanesatellitter til brukeren. Systemene gir oversikt over hvor dyra er og kan gi varsel om uro i flokken, eller om dyr som ikke rører seg eller går utenfor beiteområdet sitt. Radiobjeller er blitt et viktig verktøy i tilsyn og sankning av dyr på utmarksbeite. Rundt 200 000 radiobjeller var i bruk i beitesesongen 2025. Noen radiobjeller kommer også med strømenhet som gjør det mulig å sette opp virtuelle gjerder. Strømenhetene er dyrere og mest brukt på storfe og geit.

Posisjonsdata fra radiobjeller kan enkelt vises som enkeltprikker på et kart, men over en hel beitesesong blir det veldig mange prikker. Ved å bruke posisjonsdata fra sau til å lage videoer kan vi vise sauenes bevegelser fra dag til dag. Slike framstillinger kan være nyttige både for beitenæring, miljø-, og landbruksforvaltning og forskere.

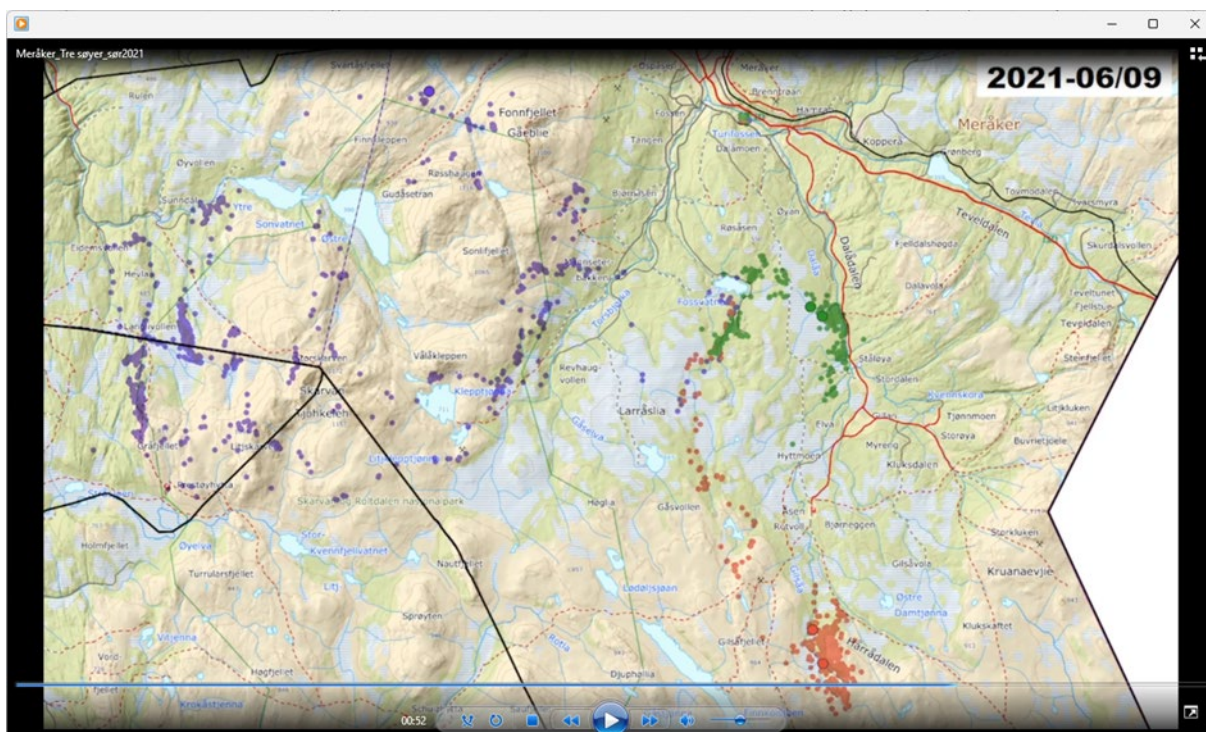
I eksempelet i Figur 6 er budskapene fargelagt i hver sin farge. Kartet viser beitesesongen 2021 i Meråker med 1,4 mill enkeltposisjoner. Kartet viser at de ulike flokkene ikke blander seg med hverandre, men viser en territoriell adferd. Dette mønsteret gjentas fra år til år, men kan bli forstyrret om en ny besetning kommer inn i et område som er opptatt eller om en besetning blir borte.

Hvis du vil vite mer om radiobjeller ligger det en fin artikkel her:

<https://nibio.no/nyheter/e-bjeller-avslorer-hva-sauene-har-gjort-i-sommer?locationfilter=true>



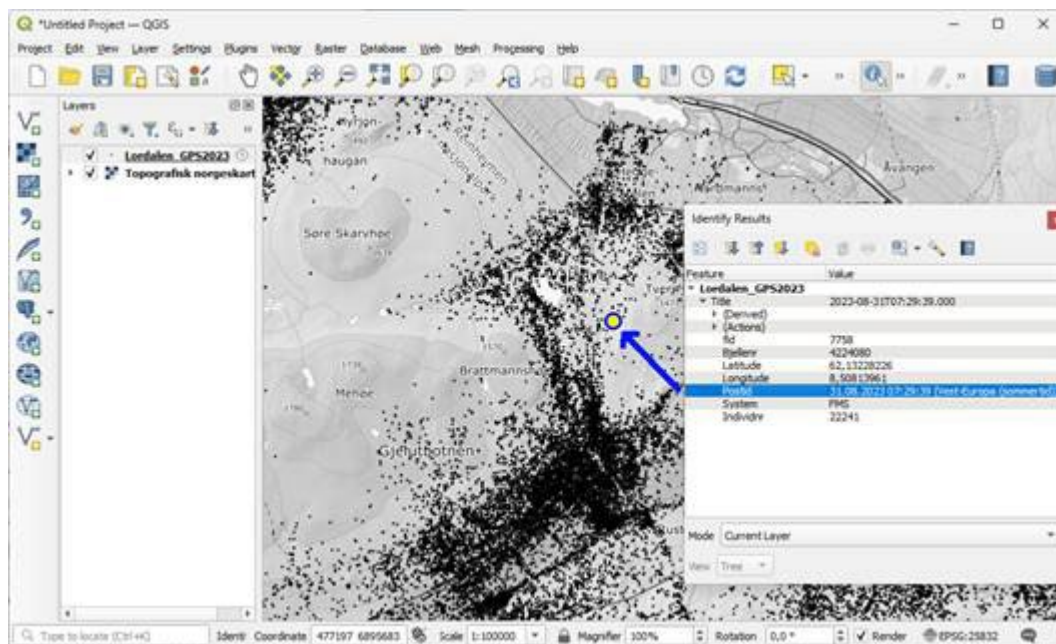
Figur 7: Videoen viser sau på utmarksbeite i Lordalen i Lesja kommune i 2022. Svarte prikker er enkeltobservasjoner av sau. Samtidig akkumuleres et tyngdepunktskart (i gult) der mørkere farge viser områder med mye sau. I varmeperioder trekker dyra høyt til fjells. Det kan observeres som synkrone «bølgebevegelser».



Figur 8: Beitevaner varierer både mellom ulike raser, besetninger og mellom enkeltdyr. Denne videoen fra Meråker viser tre søyer fra samme besetning som slippes i samme område, men som velger ulike høstbeiter. Tilveksten vil ofte være langt bedre for lam som har gått i fjellet med tilgang på ferskt, proteinrikt beite.

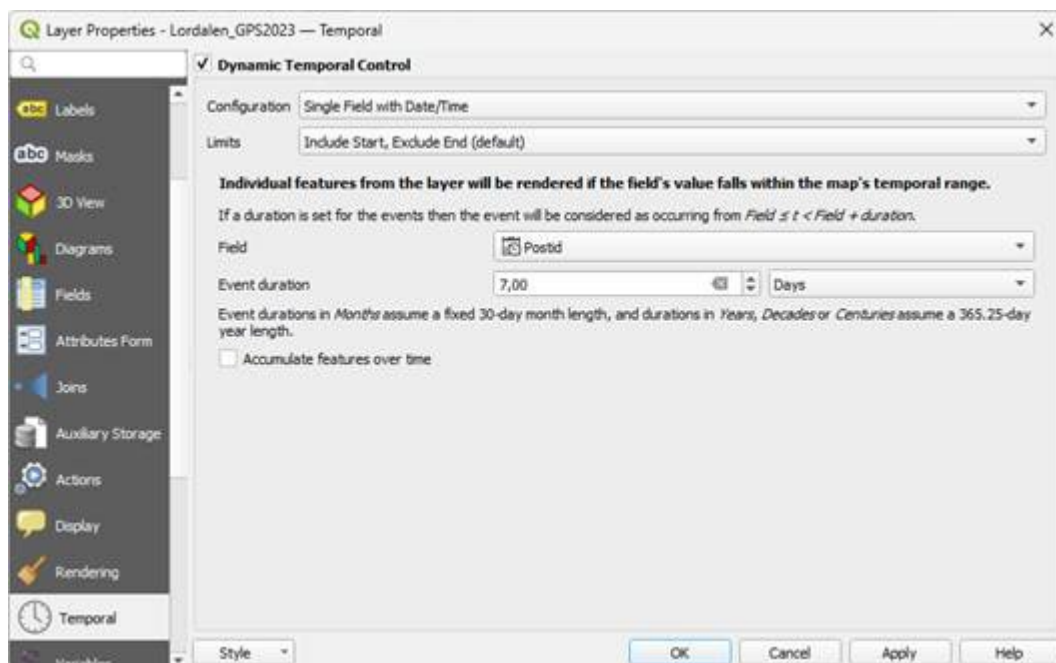
Lage en video med punktdata i QGIS

Punktdatasettet må ha en egenskap som definerer tid eller rekkefølgen ting skal dukke opp. I vårt eksempel fra Lordalen-2023 er det egenskapen <Postid> (Figur 9).



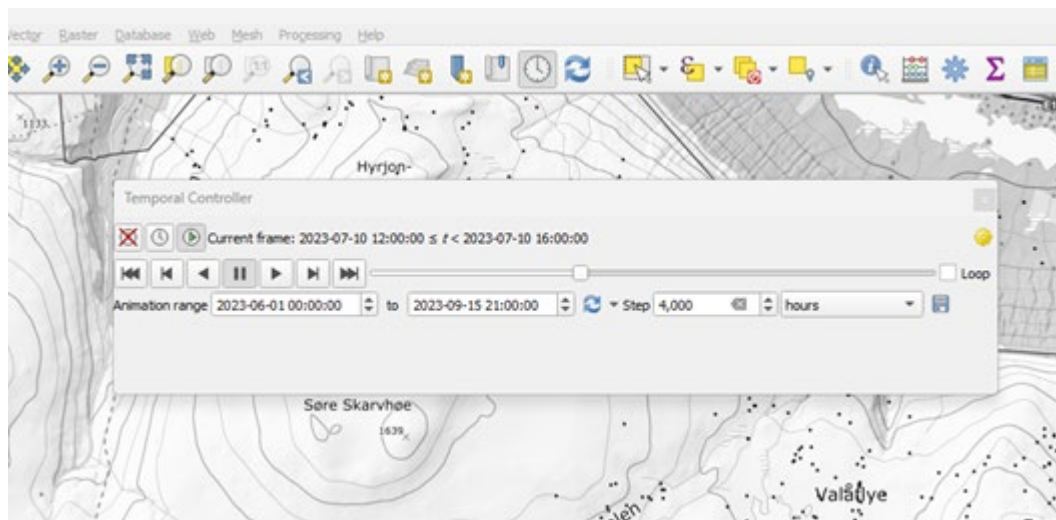
Figur 9: Skjermdump fra QGIS som viser radiobjelledata fra Lordalen for beitesesongen 2023 som svarte prikker og egenskaper til en enkelt observasjon (Identify Results).

QGIS må ha beskjed om hvilken egenskap som styrer tiden. Åpne *Layer Properties* og velg *Temporal* (Figur 10). Slå på *Dynamic Temporal Control* og velg så egenskapen <Postid> som tidsstyrer. Et lite klokkesymbol kommer til syne etter filnavnet i *Layer Panel*.



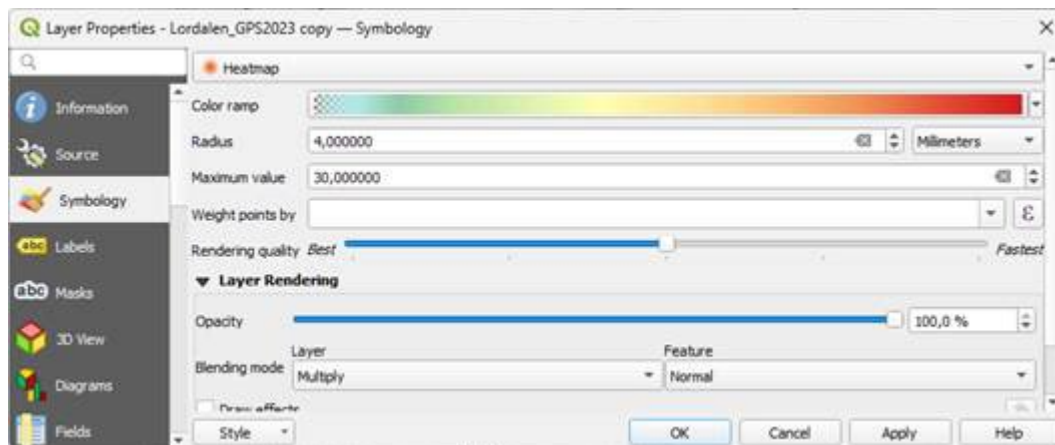
Figur 10: I menyen Temporal velger man hvilken egenskap som styrer tiden, og hvor lenge hendelser skal vises i kartvinduet. I dette eksempelet vil observasjoner vises i 7 dager for så å bli borte.

Åpne panelet for *Temporal kontroll* (Figur 11). Hurtigvalget vises som ei klokke i knappemenyen øverst.



Figur 11: *Temporal Controller* panel har tre valg: Av, tidsvindu (*Range*) og avspilling (*Animated navigation*). Avspillingshastighet (*frames per second*) ligger under det gule hjulet helt til høyre.

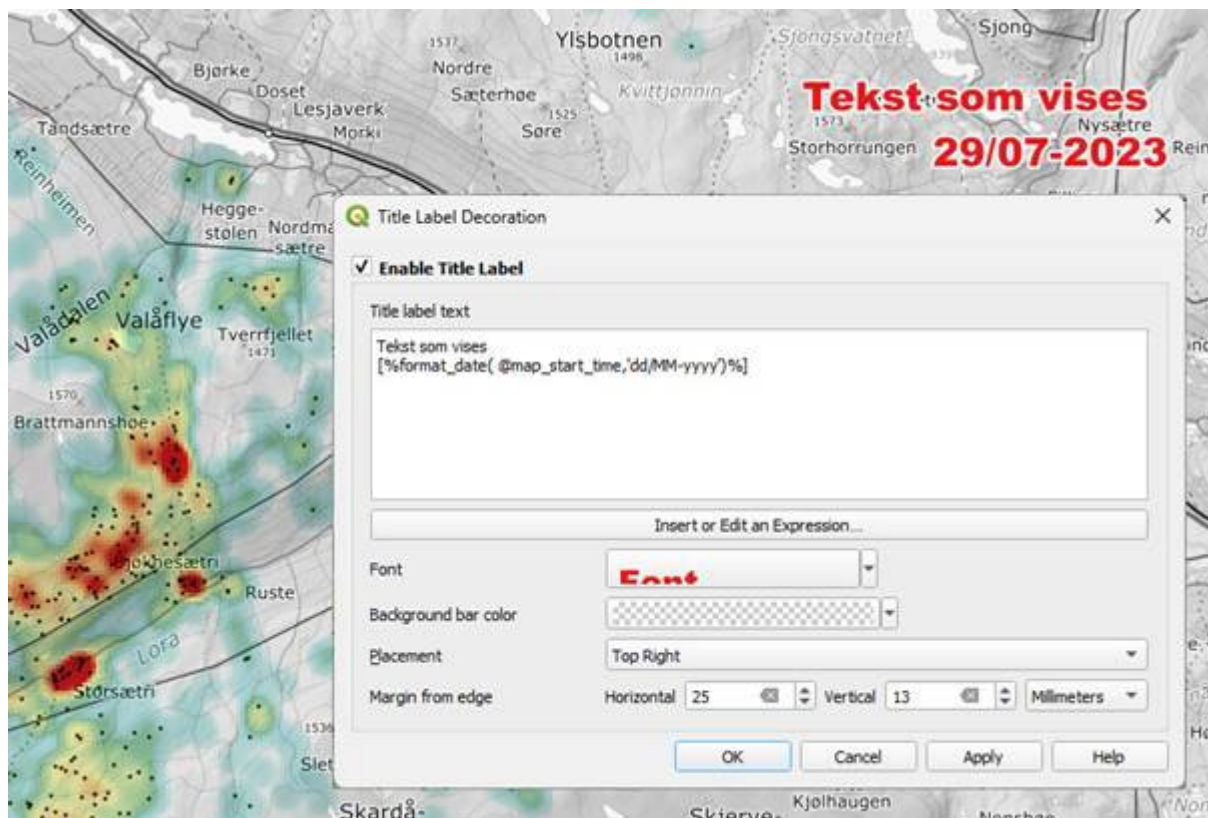
Ved å vise punktdatasettet som *Heatmap* med 7 dagers varighet sammen med en kopi som viser punktdatasettet som svarte prikker med 1 dages varighet får man en interessant framstilling av både tyngdepunkt og bevegelsesmønstre (Figur 12).



Figur 12: Eksempel på innstilling av farge og symbolstørrelser i Heatmap

Det er lurt å teste med ulike tidssteg i *Controller* panelet og varighet som er satt i *Temporal i Layer Properties*. Hastighet på 24 frames per second gir en myk video uten hakk.

Figur 13 viser hvordan teksten som vises i videoen kan endres.



Figur 13: Overlay med grafikk og tekst som viser fortløpende dato ligger under menyen View – Decorations

Eksporter video som .png ved å trykke på det lille blå diskettssymbolet til høyre. Velg skjermbutsnitt og bildestørrelse. Enkeltbildene må lenkes sammen til videoformat etterpå. Et enkelt verktøy for dette er Microsoft Clipchamp som allerede er integrert i Windows 11. Adobe Premier er mer komplisert, men har flere muligheter (bl.a. flere eksportformater).

Det også mulig å bruke program som tar opp skjermvideo direkte. Da slipper man å gå veien om enkeltbilder. Et alternativ er OBS Studio (Open Broadcaster Software) som er open-source software for bl.a. videoopptak direkte fra skjerm.

<https://obsproject.com/download>

3.4 3D-visualisering

3D-visualisering gir en mer realistisk fremstilling av geografiske data ved å vise terreng, bygninger og landskap i tre dimensjoner. Dette gjør det mulig å analysere romlige mønstre fra ulike vinkler og gir en bedre forståelse av topografi, volum og romlige sammenhenger. 3D brukes gjerne når geografisk presisjon ikke er like viktig som det er ved 2D-kart og visualiseringen står i forgrunn. Overgangene mellom 3D-visualisering og animasjon er flytende og det er enkelt å kombinere både 3D, animasjon og interaktivitet.

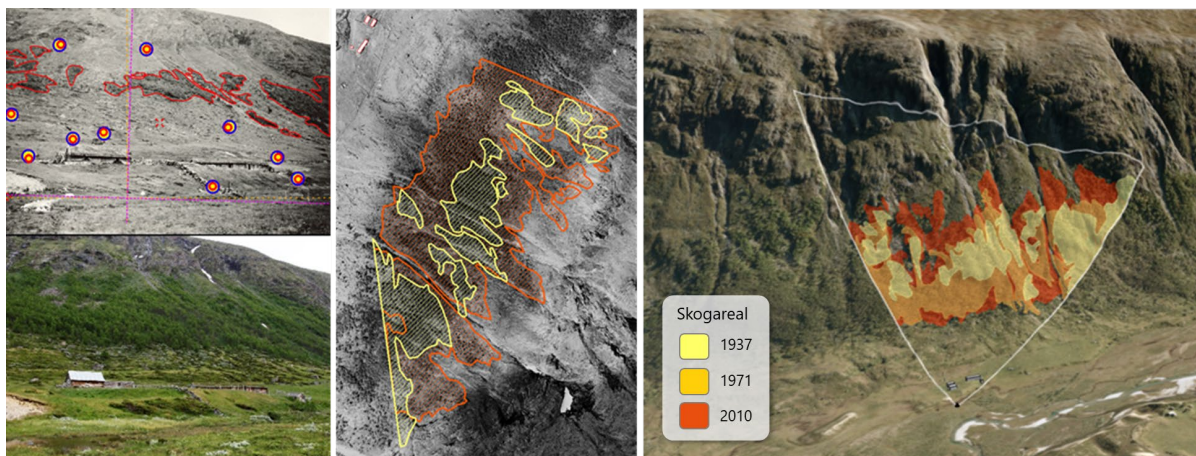
Den enkleste måten å lage 3D-modeller av reelle geodata er å bruke 3D-visningsmodulen direkte i QGIS. Alternativt kan det også brukes ArcScene hvis man har en lisens. Terrengdata som gir informasjon for hver piksel over høyde over havet, danner grunnlaget for de fleste 3D-visualiseringer av et geografisk område. I tillegg trengs det ett flyfoto som kan legges over terrenget og ev. ett eller flere tematiske kartlag.

Høyoppløste **digitale terrengmodeller (DTM)** med enten 1 eller 10 m oppløsning er fritt tilgjengelig for hele landet fra Kartverkets nedlastingstjeneste Høydedata.no. Hvilken oppløsning en skal velge er avhengig av hva som skal visualiseres og størrelsen på området. For større områder (> 1 km) anbefales en terrengmodell med 10 meter oppløsning for å gjøre 3D-visualiseringen mindre ressurskrevende ift. regnekapasitet. For mindre områder der nyanserte høydeforskjeller i landskapet er viktig, kan 1 meter oppløsning være bedre egnet.

Ved siden av terrengmodeller som bare viser selve terrengformen, kan det også lastes ned en **digital overflatemodell (DOM)**. Denne modellen avbilder både terrenget og alle vertikale objekter på terrengoverflaten som f.eks. vegetasjon eller bygninger. En DOM egner seg særlig hvis målet er å få frem objekter eller landskapselementer. Visualiseringen av trær vil imidlertid ikke se særlig realistiske ut siden disse modellene ikke klarer å skille mellom trekrone og trestamme. Et tre vil dermed vises kun som en søyle eller en kjegle. For detaljerte visualiseringer er det ofte en bedre løsning å kombinere en terrengmodell med riktige 3D-modeller av planter som finnes (ofte gratis) på nett.

Flyfoto og satellittbilder brukes gjerne som grunnlag for 3D-visualiseringer i forbindelse med terrengdata. Bildene legges over terrengdata og skaper dermed en relativt realistisk modell av et område (Figur 14).

Ettersom 3D-visualiseringer generelt krever mye regnekapasitet, er det anbefalt å begrense størrelsen av et valgt område til det som er nødvendig for visualiseringen.



Figur 14: Eksempel som viser hvordan geografiske data henta fra landskapsbilder kan visualiseres i en 3D-terrengmodell (her i ArcScene). Et flyfoto lagt over terrengmodellen gir en virkelighetsnær fremstilling av landskapet. Georeferering av landskapsbilder kan gjøres ved bruk av Monoplotting (Bayr 2021).

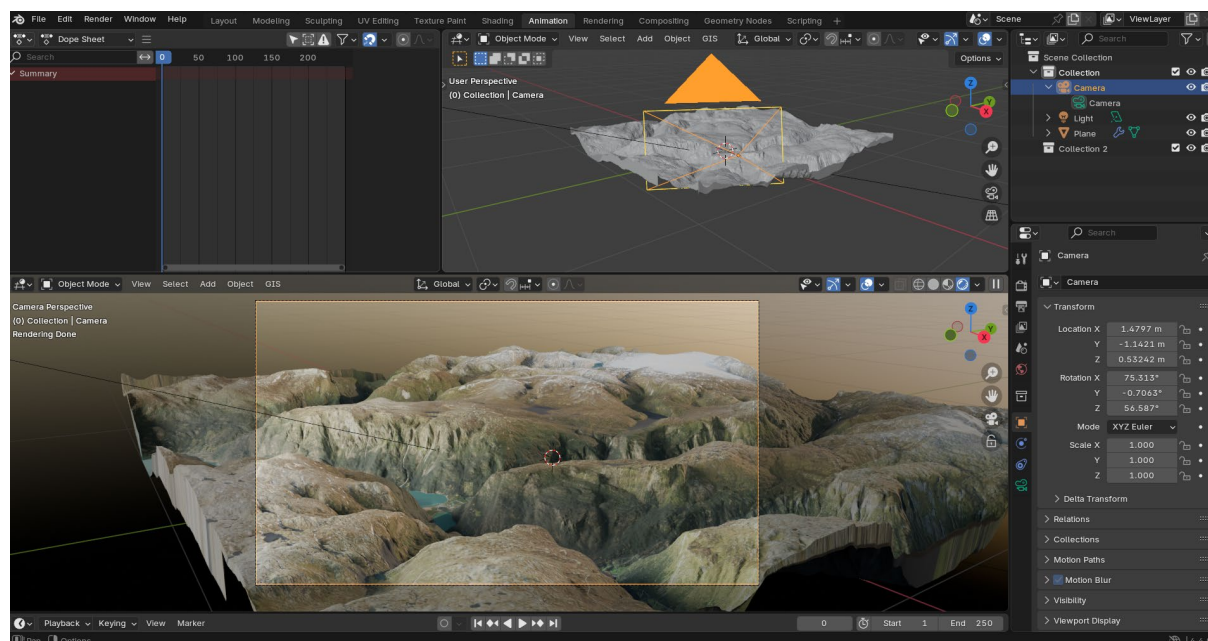
For mer avansert visualisering og animasjon kan dedikerte programvarer som Blender brukes, der reelle GIS-data også kan importeres ved hjelp av utvidelser (Blender-GIS) og kombineres med realistiske teksturer, lyssetting og kamerabevegelser for å lage profesjonelle visualiseringer eller simuleringer. Selve prosessen med å lage en 3D-visualisering kalles **rendering** der datamaskinen beregner hvordan lys treffer objektene, hvordan skygger dannes, samt refleksjoner, farger og perspektiv.

En enklere måte er å forberede GIS-data i QGIS (for eksempel flyfoto og høydemodeller) og deretter eksportere høydemodellen som en gråskala 8- eller 16-bit heightmap (PNG-format). Denne kan importeres direkte i Blender uten bruk av GIS-utvidelser. Figur 15 viser et eksempel der vi har importert en slik heightmap sammen med et flyfoto fra Breheimen i Blender, og brukt dette til 3D-visualisering. Deretter har vi lagt til en himmel i bakgrunnen og en lyskilde for å kontrollere lysforholdene. Til slutt har vi laget en kamera-animasjon for å skape inntrykket av å fly over fjellandskapet.

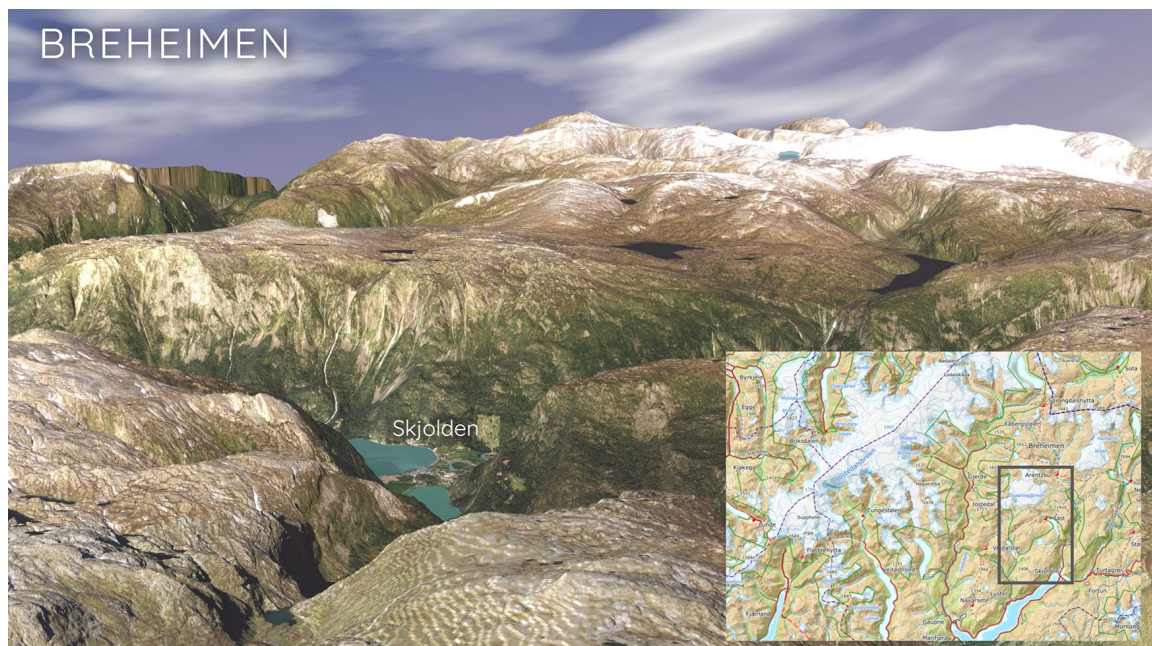
De siste årene har også kjente spillmotorer som Unreal Engine (utviklet av Epic Games) fått økende oppmerksomhet i forskning for å lage avanserte visualiseringer, simuleringer og VR/AR-applikasjoner. Slike løsninger krever imidlertid svært kraftige datamaskiner med dedikerte grafikkprosessorer (GPU), og er derfor lite egnet for den «vanlige brukeren». I tillegg til høye tekniske krav, krever programmer som Blender og Unreal Engine betydelig innsats for å mestre. Brukergrensesnittet er omfattende og lite intuitivt for nybegynnere. Samtidig har f.eks. Blender en stor og aktiv brukerbase, og det finnes mange opplæringsressurser, for eksempel på YouTube. Opplæring er tidskrevende, men resultatene kan bli imponerende.

På grunn av disse utfordringene anbefaler vi for de fleste 3D-geovisualiseringer å bruke QGIS, da dette gir gode resultater på kortere tid og en enklere håndtering av geodata.

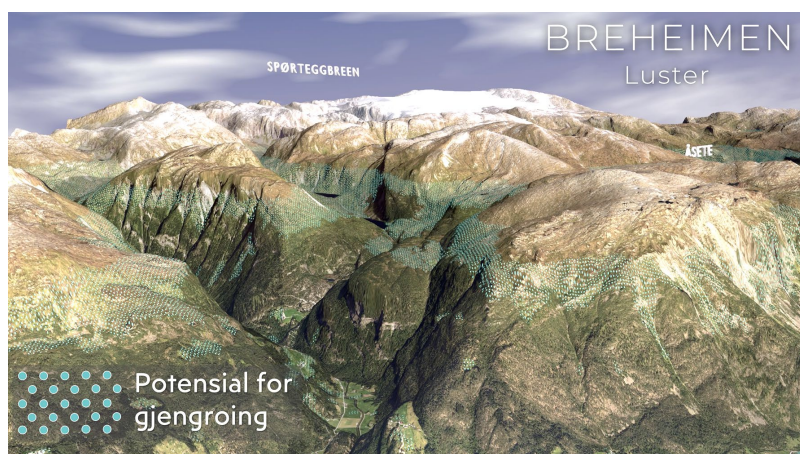
Figurene 16 til 18 viser noen utsnitt fra den endelige videoen vi har laget i Blender. Videoen kan sees i sin helhet på prosjektnettsiden: <https://www.nibio.no/prosjekter/geovisualisering>



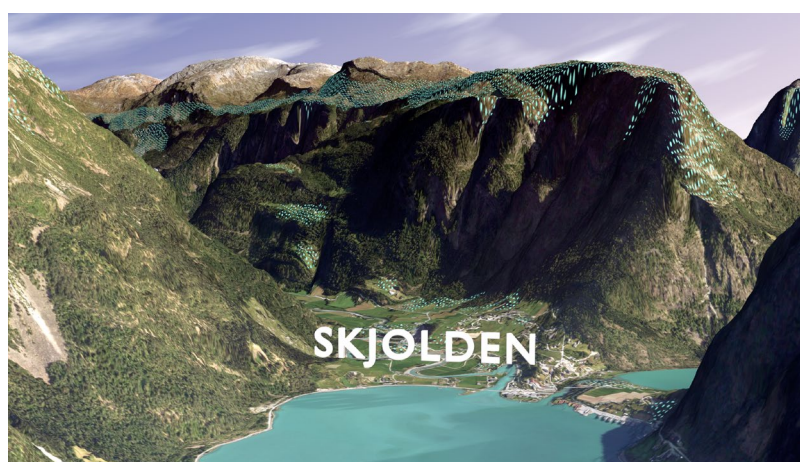
Figur 15: Brukeroverflaten i Blender. Det er mange funksjoner og innstillinger – men det gir også mange muligheter for å tilpasse scenen. Her jobbes det med en 3D-modell av en del av Breheimen i Luster kommune. Den markerte boksen i den nederste delen av skjermen viser kamerautsnittet ('keyframe') som brukes i den endelige videoen.



Figur 16: Utsnitt fra den ferdige videoanimasjonen for Breheimen laget i Blender.



Figur 17: Et annet utsnitt fra samme 3D-modell, men denne gangen kombinert med et kartlag som viser utmarksareal som kan gro igjen med skog (Bryn & Angeloff 2015).



Figur 18: I Blender kan tekst også legges direkte inn som et eget 3D-objekt i modellen istedenfor å legge den senere til i den ferdige videofilen. På denne måten beveger seg bare kameraet gjennom landskapet, mens teksten forblir stående på samme sted.

3.5 Dashboards

Dashbord er interaktive, skjermbaserte grensesnitt som kombinerer kart med komplementære visninger, for eksempel diagrammer, tabeller og indikatorer, for å støtte utforskning og kommunikasjon av romlige mønstre og trender. Innen geovisualisering fungerer dashbord som praktiske implementasjoner av sentrale prinsipper i visuell analyse ved å tilby interaktive visuelle fremstillinger som hjelper brukere å utvikle innsikt og kunnskap fra geografiske data. Dette oppnås ved å plassere flere koordinerte representasjoner i én felles analytisk arbeidsflate.

De mest effektive geospasiale dashbordene kombinerer typisk fire konseptuelle komponenter:

1. **Dataintegrasjon (flere kilder og datatyper):** Dashbord samler romlige geometrier (punkt, linje, polygon) med attributt-tabeller, tidsserier og kontekstuelle lag slik at romlige problemstillinger kan analyseres samtidig med tematiske forhold.
2. **Interaktivitet og «oversikt til detaljer»:** Interaksjonsmuligheter som filtrering, markering, panorering, zooming, verktøytips og drill-down gjør det mulig for brukeren å bevege seg fra et overordnet bilde til målrettede, detaljerte undersøkelser av bestemte områder, tidsperioder eller kategorier.
3. **Koblede visninger (koordinerte multiple visninger):** Et kjennetegn ved dashbord er at kart, diagrammer og tabeller er koordinerte. Valg i én visning filtrerer eller fremhever tilsvarende elementer i de andre - noe som gjør det unødvendig å manuelt koble sammen informasjon og dermed støtter sammenlignende resonnement.
4. **Fortelling og beslutningsstøtte:** Dashbord inneholder ofte en form for narrativ innramming, for eksempel titler, tekstforklaringer, merknader, styrte navigasjonstrinn og nøkkeltall. Dette flytter bruken fra ren utforskning til kommunikasjon og beslutningsstøtte, samtidig som interaktivitet gjør det mulig å teste alternative scenarier og kontrollere resultater.

3.5.1 Power BI

Power BI er et datavisualiserings- og analyseverktøy fra Microsoft som brukes til å samle, transformere, analysere og presentere data på en interaktiv måte. Power BI tilbyr funksjonalitet for dashbord ved å kombinere:

1. en semantisk datamodell
2. interaktive visuelle elementer som kan kryssfiltrere hverandre
3. bred tilkobling til strukturerte datakilder som filer, databaser og nettbaserte endepunkter gjennom Power Query.

Verktøyet inneholder flere innebygde kartvisualiseringer, blant annet:

- Map (Bing-kart med punktvisualisering)
- Filled Map (koroplettkart)
- ArcGIS Maps for Power BI
- Azure Maps visual

Standardvisualiseringene Map og Filled Map er i stor grad basert på Bings geokoding og forhåndsdefinerte administrative grenser. De er derfor godt egnet for rask visualisering av adresser og administrative enheter som land, regioner og kommuner, men mindre egnet når man trenger å bruke spesialtilpassede geometrier, for eksempel reinbeitedistrikter eller overvåkingsflater. For slike tilpassede geografier er det vanlig å velge én av tre hovedtilnærminger i Power BI:

1. Azure Maps:

Azure Maps støtter bruk av referanselag ved at brukeren kan laste opp eller lenke til en fil i GeoJSON-format. Dette er særlig nyttig for å vise egendefinerte avgrensninger og kontekstlag som overlegg, samtidig som punktdata, varmekart eller boblediagrammer fortsatt drives av datamodellen i Power BI og deltar i kryssfiltrering. Visualiseringen støtter flere vanlige GIS-formater gjennom forbehandling, for eksempel WKT, KML, SHP og CSV med WKT.

2. ArcGIS Maps for Power BI:

ArcGIS Maps integrerer Power BI med ArcGIS-plattformen. En typisk arbeidsflyt er at GeoJSON eller andre GIS-formater publiseres som et hostet feature-lag i ArcGIS Online eller ArcGIS Enterprise, som deretter legges til som lag i ArcGIS Maps i Power BI. Referanselagene kan brukes både som bakgrunnskontekst og som interaktive utvalg som filtrerer andre visualiseringer i rapporten, for eksempel ved å klikke på et reinbeitedistrikt i kartet for å filtrere tilhørende diagrammer og tabeller. Denne tilnærmingen forutsetter tilgang til ArcGIS-tjenester og relevant lisens.

3. Shape Map (TopoJSON-baserte kart):

Shape Map i Power BI er tilpasset koroplett kart for egendefinerte geografier og krever TopoJSON for tilpassede kart. I praksis betyr dette at romlige datasett, for eksempel i Shapefile, GeoPackage eller GeoJSON, normalt må konverteres til TopoJSON som en del av forbehandlingen. Det finnes flere åpne verktøy for konvertering og geometriforenkling, for eksempel mygeodata.cloud og mapshaper.org. Shape Map egner seg særlig godt når formålet er å sammenligne verdier mellom et fast sett av soner, og når det finnes en entydig nøkkel som kan koble TopoJSON-objektene til attributtstabeller i datamodellen.

3.5.2 Casestudie: Power BI-dashbord for reinbeitestatistikk med TopoJSON

For å demonstrere konseptene i en konkret sammenheng er det utviklet et Power BI-dashbord for visualisering av statistikk for reinbeiteområder. Arbeidsflyten integrerer en PostgreSQL-database, Power Query og DAX i Power BI, samt en egendefinert TopoJSON-fil som representerer reinbeitedistriktene. Tilhørende figurer viser stegene fra datamodellering til interaktiv geovisualisering.

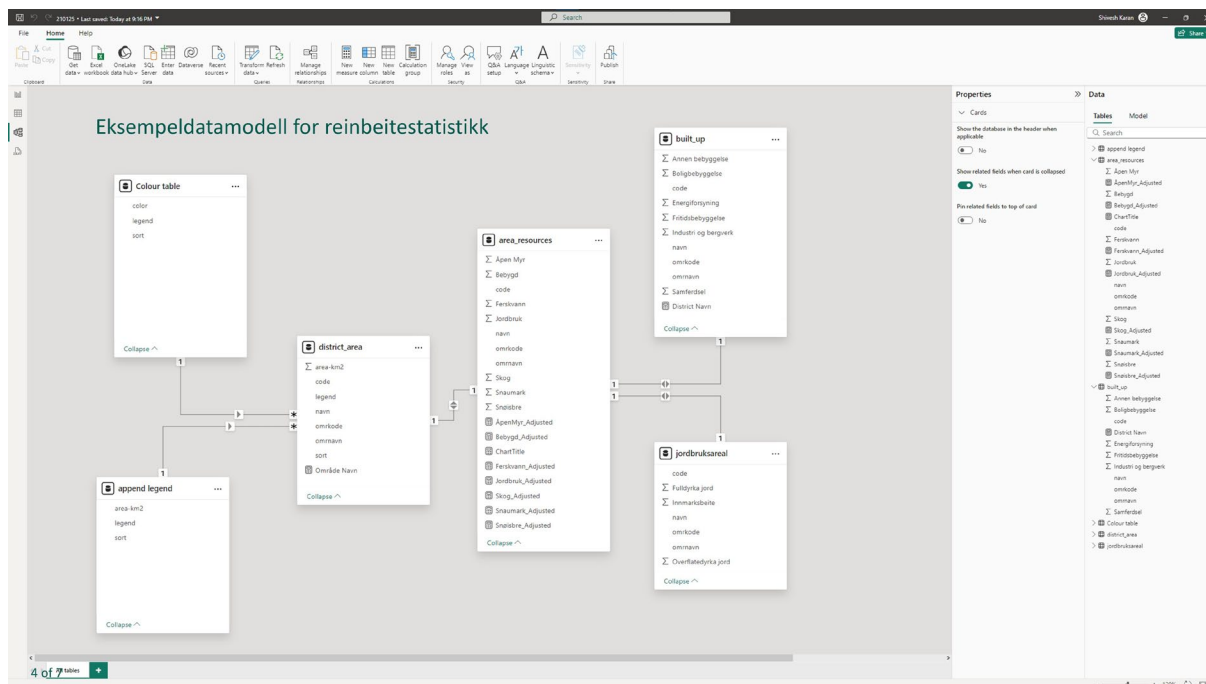
3.5.2.1 Datamodell og integrasjon (PostgreSQL-kilde)

Den første skjermdumpen (Figur 19) viser datamodellen i Power BI, basert på tabeller importert fra en PostgreSQL-database. Skjemaet omfatter for eksempel:

- en datatabell med areal- og arealdekkedata for reinbeitedistrikter
- dimensjonstabeller for administrative enheter og reinbeitedistrikter
- eventuelle oppslagstabeller for kategorier og koder

Relasjonene mellom tabellene er definert ved hjelp av primær- og fremmednøkler, for eksempel distrikts-ID, slik at det dannes et stjerne- eller snøfnugg-skjema. Denne semantiske datamodellen gjør det mulig for Power BI å propagere og filtrere automatisk. Når brukeren velger et distrikt eller et år i én visualisering, filtreres relevante arealdata og dimensjoner i hele rapporten.

PostgreSQL fungerer som primær lagringsløsning for både rådata og eventuelle forhåndsaggregater, mens Power BI kan kobles til enten i importmodus eller i DirectQuery-modus avhengig av ytelseskrav og styrings- og sikkerhetsbehov.



Figur 19: Entity-relationship-visning av Power BI-datamodellen for reindriftsstatistikk, med faktatabeller og dimensjonstabeller importert fra PostgreSQL og relasjonene mellom dem.

3.5.2.2 Datatransformasjon og mål (Power Query og DAX)

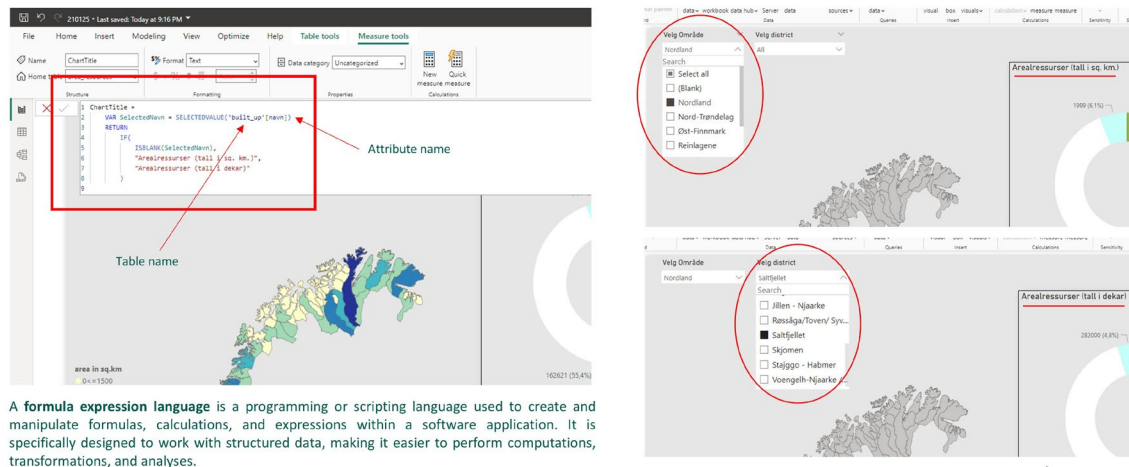
Den andre skjermdumpen (Figur 20) illustrerer hvordan de importerte dataene bearbejdes og berikes i Power BI ved hjelp av Power Query og DAX:

- Power Query brukes til datavask og forberedelse:
 - filtrering til relevante år og distrikter,
 - harmonisering av koder og navn slik at identifikatorer for distriktene samsvarer med TopoJSON-filen
 - håndtering av manglende verdier og ekstreme observasjoner,
 - etablering av avledede kolonner, for eksempel gruppering av distrikter i høyere nivåer eller regioner.
- DAX (Data Analysis Expressions, Figur 20) brukes til å definere mål og beregnede kolonner for analyseformål:
 - aggregerte indikatorer, som arealdekke per distrikt eller område
 - normaliserte indikatorer, for eksempel arealdekke per arealenhet eller per distrikt
 - tidsavhengige mål, som endring fra år til år eller glidende gjennomsnitt

Disse målene knyttes deretter til visualiseringer som kart, stolpediagram, linjediagram og indikator-kort. På denne måten kan dashbordet presentere både absolutte tall og utvikling over tid på en konsistent og sammenlignbar måte.

DAX: Data Analysis Expressions

- For å lage interaktive rapporter/dashbord bruker Power BI DAX, som er et formula expression language brukt i analyseverktøy.
- Dette språket brukes også i Power Pivot i Microsoft Excel.



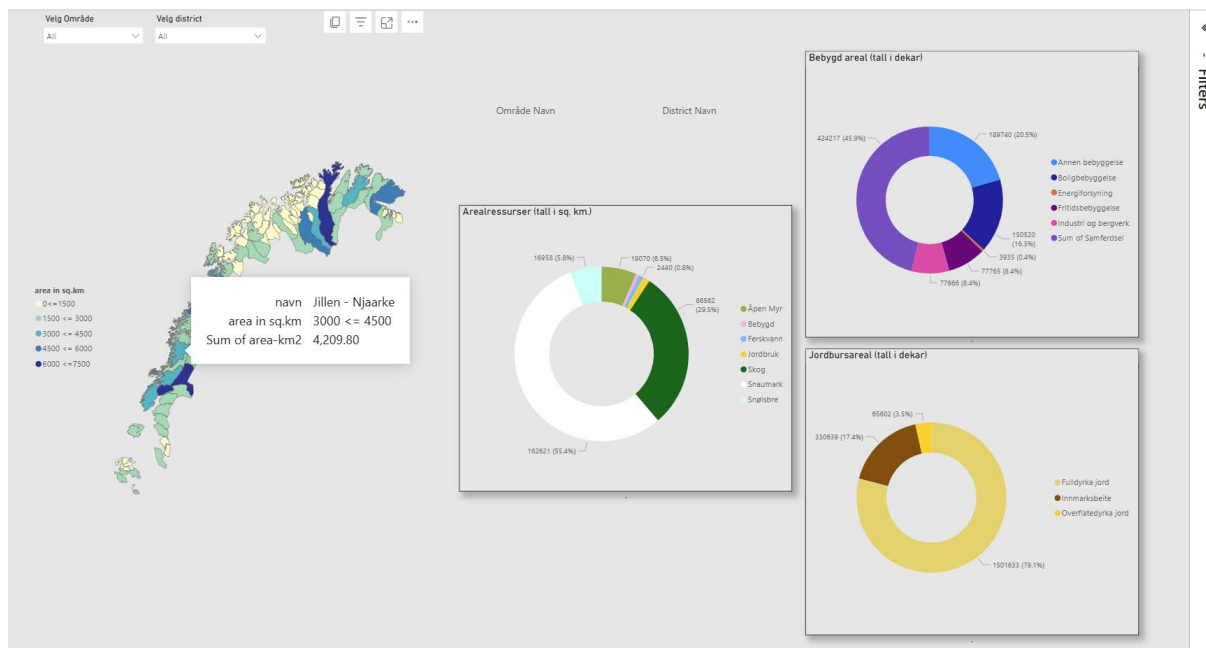
Figur 20: Datatilrettelegging og beregningslag i Power BI, som viser bruk av Power Query til å harmonisere reindriftsdata samt DAX-mål for aggregerte og normaliserte indikatorer.

3.5.2.3 Interaktivt dashbord med TopoJSON-baserte reinbeitedistrikter

Den tredje skjermdumpen (Figur 21) viser det ferdige interaktive dashbordet, der reindriftsstatistikken visualiseres ved hjelp av et Shape Map med et egendefinert TopoJSON-lag for reinbeitedistrikter.

- TopoJSON-laget er laget ved å konvertere et autoritativt avgrensingsdatasett for reinbeitedistrikter, for eksempel en Shapefile, til TopoJSON ved hjelp av verktøyet på mapshaper.org.
- I Power BI lastes TopoJSON-filen inn i Shape Map som et egendefinert kart. Distriktsidentifikatoren i TopoJSON-egenskapene kobles til distrikts-ID i dimensjonstabellen i datamodellen, slik at hver polygon på kartet representerer et konkret distrikt i dataene.
- Shape Map viser en koroplett for valgt indikator, for eksempel areal innenfor reinbeite eller andel av et bestemt arealdekke. Fargemetningen uttrykker størrelsen på indikatoren, og en tydelig tegnforklaring beskriver klassene eller den kontinuerlige skalaen.

Dashbordet kombinerer kartet med andre koordinerte visualiseringer, for eksempel kakediagrammer som viser fordeling av arealdekke, samt tabeller med detaljerte statistikker. Gjennom Power BI sin kryssfiltrering er interaksjonene toveis. Dette betyr at når brukeren velger et distrikt i kartet, oppdateres relevante diagrammer og tabeller. Når brukeren markerer en kategori i et diagram, fremheves de tilhørende distriktene i kartet. Dette gjør det mulig å utforske romlige variasjoner og sammenhenger på en intuitiv måte.



Figur 21: Interaktivt Power BI-dashbord for reindriftsstatistikk, med Shape Map og egendefinerte TopoJSON-grenser for reinbeitedistrikter, koblet til diagrammer og tabeller gjennom kryssfiltrering for å støtte romlig utforsking av data.

4 Datatyper og datakilder

Nesten alle typer geodata kan visualiseres på ett eller annet vis, men det er viktig å være klar over at ikke alle data egner seg til alle visualiseringsteknikker. I dette kapittelet gir vi noen eksempler på datakilder som vi mener egner seg godt til geovisualisering.

Datakilde	Datatype	Kommentar
Søknader om produksjonstilskudd Datakilde/eier: Landbruksdirektoratet	Punkt	Tidsserie-data som foreligger årlig siden 1999. Datasettet inneholder statistikk over jordbruksproduksjonen på norske gårdsbruk som søker om produksjonstilskudd. All informasjon registreres på driftssenter.
Artsdata Datakilde: Artsdatabanken, Overvåkingsprogrammer (f.eks. 3Q, ANO, ASO)	Punkt	Artsdata kan f.eks. brukes til å visualisere forekomst eller utbredelse. De fleste datasett har informasjon om registreringstidspunkt i datatabellen.
GPS-data Datakilde: Beitelag med GPS-klaver på beitedyrene, forskningsprosjekter, Strava	Punkt	GPS-data finnes både for dyr og folk. Egner seg godt til animasjon av bevegelsesmønstre.
Arealdata Datakilder: for eksempel AR5, Grunnkart for arealregnskap, Jordbruksareal ute av drift, vegetasjonskart, jordsmonnsskart	Flate	Arealdata egner seg til nesten alle typer geovisualisering. Disse data er lett tilgjengelig fra ulike kartbaser som Kilden, Naturbase eller Geonorge
LIDAR Datakilde: Høydedata.no, droner	Punkt	Godt egnet for 3D-visualiseringer
Landskapsfotografier (bakkefoto) Datakilde: private eller offentlige samlinger, Tilbakeblikk-prosjekt (NIBIO)	Bilde, flate	Skårbilder uten geografisk informasjon kan georefereres ved bruk av metoden monoplottning. Slik blir det mulig å hente ut geografisk informasjon som punkter, linjer eller flater.
(Bedrifts-)økonomiske data Datakilde: NIBIO	Tabell	Kan f.eks. visualiseres i aggregert form på kommune eller fylkesnivå

Datakilde	Datatype	Kommentar
Hydrologiske data Datakilder: NVE, JOVA-programmet (NIBIO)	Punkt, linje, flate	Godt egnet til 2D/3D-visualiseringer og animasjoner, f.eks. av hydrologiske prosesser som avrenning eller flom.
Meteorologiske data og klimadata Datakilder: Meteorologisk institutt / Norsk klimaservicesenter	Punkt	Lange tidsserier egner seg til visualisering av endringer over tid, f.eks. i form av animasjoner
Fiktive data til simulering	Punkt, linje, flate	Det trengs ikke alltid reelle data for å ta i bruk geovisualisering. Hvis målet er å formidle hvordan ulike prosesser som f.eks. gjengroing eller forflytning av arter i landskap foregår, kan det også brukes fiktive data (basert på eksisterende kunnskap) til å kjøre en simulering.

5 Visualiseringsverktøy og programvare

Det finnes et stort antall verktøy og programvare som kan brukes til geovisualisering. Innenfor rammen av dette prosjektet har det ikke vært mulig å utarbeide en fullstendig oversikt. I tabellen nedenfor har vi derfor samlet et utvalg av de mest relevante verktøyene. Vi har også prioritert løsninger med åpen kildekode, da disse er gratis, fleksible og enkle å ta i bruk.

Verktøy	Beskrivelse	Lisens	Vanskelighetsgrad	Lenke eller eksempler
QGIS	Standard-programvare for GIS; Grunnleggende funksjoner for ulike typer visualisering; kan utvides med en rekke Plugins, f.eks. Qgis2threejs	Åpent	lavt til middels	
R	Programvare for statistikk og programmering, men har gradvis fått flere muligheter for å behandle geografiske data. Mange R-pakker tilgjengelig, f.eks. Gganimate, ShinyR	Åpent	Middels	https://shiny.posit.co/
Blender	Avansert programvare til profesjonell 3D-rendering, modellering og visualisering	Åpent	Høy	
Google Earth Engine (GEE)	Skybasert plattform for romlige analyser	Åpent	Middels	https://nina.eartengine.app/view/tree-planting-mcda
Leafmap	Python-bibliotek som er utviklet for å gjøre det enklere å jobbe med interaktive kart og geodata direkte i Jupyter Notebook eller andre Python-miljøer	Åpent	-	https://leafmap.org/
MapStore Geosolutions	webbasert GIS-løsning med åpen kildekode	Åpent	-	https://www.geosolutionsgroup.com/technologies/mapstore/
StoryMap	en plattform utviklet av Esri som kombinerer kart, tekst, bilder, video og interaktive elementer for å fortelle en historie. Godt egnet for formidling av geografiske data.	Krever ArcGIS online lisens	Middels	
Digital Earth Viewer	nettleaserbasert verktøy for interaktiv visualisering av geografiske tidsseriedata i ekte 3D. Utviklet som del av Digital Earth prosjekt.	Åpent	-	https://digitalearth-hgf.de/results/software-components/data-visualisation/

6 Videre arbeid

Det finnes et stort antall datakilder og programvarer som kan benyttes til geovisualisering. Innenfor prosjektets rammer har det vært kun rom til å teste et lite utvalg av alle mulighetene som finnes. Vi ser derfor et stort potensial for å videreutvikle geovisualisering som tema fremover, blant annet ved å integrere denne typen visualisering i større grad i andre pågående prosjekter og fremtidige prosjektsøknader. Prosjektet har i stor grad bidratt til kompetansebygging internt i prosjektgruppen og det er et mål å bruke og videreutvikle denne kompetansen i tiden fremover.

Blant annet ønsker vi å ferdigstille den interaktive innsynsløsningen for data fra søknader om produksjonstilskudd. Denne løsningen vil bidra til bedre oversikt og mer effektiv bruk av data internt. På lengre sikt vurderer vi også muligheten for å etablere en offentlig innsynsløsning. En slik løsning forutsetter imidlertid avklaringer med Landbruksdirektoratet som eier dataene.

Videre planlegger vi å utforske hvordan geovisualisering kan brukes til å formidle komplekse sammenhenger på en intuitiv måte, for eksempel gjennom interaktive kart, dashboards og analyser som kombinerer romlige og tematiske data. Dette vil ikke bare styrke beslutningsgrunnlaget internt, men også bidra til bedre kommunikasjon med samarbeidspartnere, oppdragsgivere og offentligheten generelt.

7 Referanser

Bayr, U. (2021). Quantifying historical landscape change with repeat photography: an accuracy assessment of geospatial data obtained through monoplotted. *International Journal of Geographical Information Science* 35 (10). p. 2026-2046, DOI: 10.1080/13658816.2021.1871910

Bryn, A. & M. Angeloff (2015). Kartmodell viser gjengroing. *Skog og Landskap Fakta* 15, <https://hdl.handle.net/11250/2436828>

Crameri, F., Shephard, G. E., & Heron, P. J. (2020). The misuse of colour in science communication. *Nature communications*, 11(1), 5444.

Duckham, M., Sun, Q., & Worboys, M.F. (2023). *GIS: A Computing Perspective* (3rd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429168093>

Landbruksdirektoratet (2025). Produksjonstilskudd og avløsertilskudd i jordbruket . Nettside: <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/jordbruk/ordninger-for-jordbruk/produksjonstilskudd-og-avlosertilskudd-i-jordbruket>

MacEachren, A. M. (1994). Visualization in modern cartography: Setting the agenda. In A. M. MacEachren & D.R. Fräser Taylor (redaktører), *Visualization in Modern Cartography* (pp. 1–12). Pergamon.

Rød, J.K. (2023). *GIS Verktøy for å forstå verden* (utgave 2). Fagbokforlaget. <https://fagbokforlaget.no/products/9788245045222-gis>

