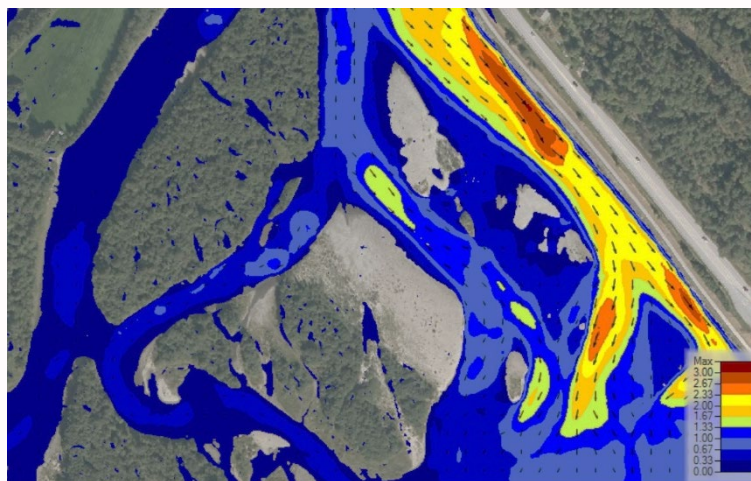


Kartlegging og digitalisering av elver med fjernmåling



FORFATTER

Håkon Sundt, Knut Alfredsen, Torbjørn Forseth, Atle Harby

PROSJEKT I HYDROCEN

WP 4.3

DATO

21.03.2023

SAMARBEIDSPARTNERE

NTNU, NINA, SINTEF

Mål

I doktorgradsstudiet i WP4.3 har bruken av fjernmålingsdata til utstrakt kartlegging og overvåking i flerfaglige analyser av elver blitt testet i fire norske elver. Det overordnede målet har vært å bruke den store mengden fjernmålte data som finnes i prosjekter og analyser med miljødesign. Mer spesifikt, så har vi fokusert på følgende mål fordelt over flere delstudier:

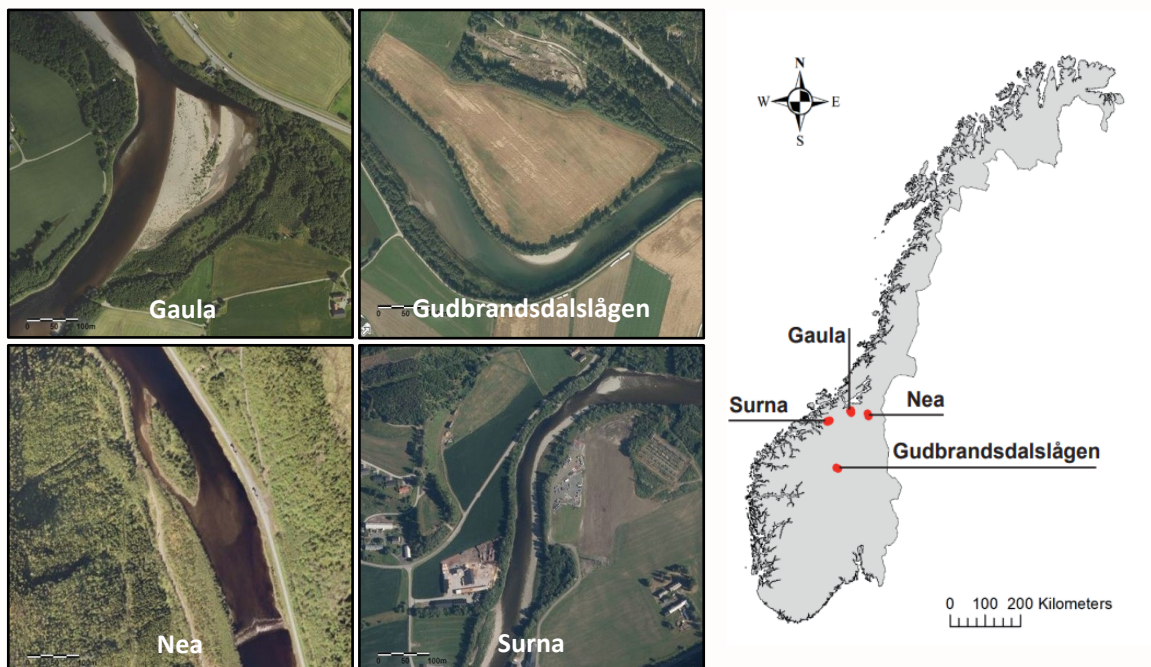
- Hvordan kan høyoppløselige, romlige laserdata (også kalt LIDAR) og flyfoto benyttes i analyse av leveområder for fisk?
- Er det mulig å kartlegge elvebunnstopografi fra satellitt- og flybilder på tvers av rom og tid, og hvordan kan dette utnyttes i områder med få eller ingen lokale målinger av dybde?
- Hvordan kan vi utnytte elvebunnstopografi avledet fra fjernmålingsdata i studier av hvordan regulering av elver påvirker det fysiske og biologiske miljøet?

Bakgrunn

Fjernmåling er kartlegging av objekter fra en viss avstand, som oftest uten direkte kontakt med objektene. Det finnes i dag mange ulike fjernmålingsteknologier. De mest relevante teknologiene for vann og vassdrag inkluderer lasere, satellitter og kamera montert på droner eller fly. For å foreslå forbedrende tiltak i elver, så er det ofte nødvendig å analysere de fysiske forholdene i en elv i både rom og tid. En elv kan ha ulike fysiske karakteristikk på langs og disse endres ofte gjennom sesonger. I studiene har vi derfor sett på hvordan fjernmålingsdata kan brukes i mer utstrakt kartlegging (i rom) og overvåking (i tid) av elver. Ettersom miljødesign av vannkraft ofte innebærer å koble sammen fysiske data med biologiske data og menneskelig bruk av elver, så har det vært viktig å se på fjernmålingsdata i koblingen mellom disse disiplinene.

Studieområder og fjernmålingsdata

Doktorgradsarbeidet ble gjennomført i fire norske elver: Gaula, Surna, Nea og Gudbrandsdalslågen, se Figur 1. Tre typer fjernmålingsdata ble benyttet i hver av disse elvene: LIDAR, satellittbilder og flyfoto. I tillegg ble sonardata fra ekkoloddmålinger med båt benyttet i Nea og Gudbrandsdalslågen. LIDAR-data ble hentet fra høydedata.no for Gaula og Gudbrandsdalslågen, fra vannkraftprodusenten i Surna og via egen oppmåling i Nea. Satellittdata ble lastet ned via ESA (*European Space Agency*), mens flyfoto ble lastet ned fra Kartverkets databaser. De fleste av disse datakildene er offentlig tilgjengelige for bruk i forskning og utvikling. Når det gjelder biologiske data, så ble det i Gudbrandsdalslågen og Otta brukt telemetridata for harr og ørret. Disse dataene ble samlet inn for voksen fisk av begge arter i perioden 2008-2010. I Nea ble det benyttet miljøDNA-data for ørret og ørekyt samlet inn i 2018 og 2019.



Figur 1 Flyfoto på fire utvalgte strekninger i elvene Gaula, Gudbrandsdalslågen, Nea og Surna

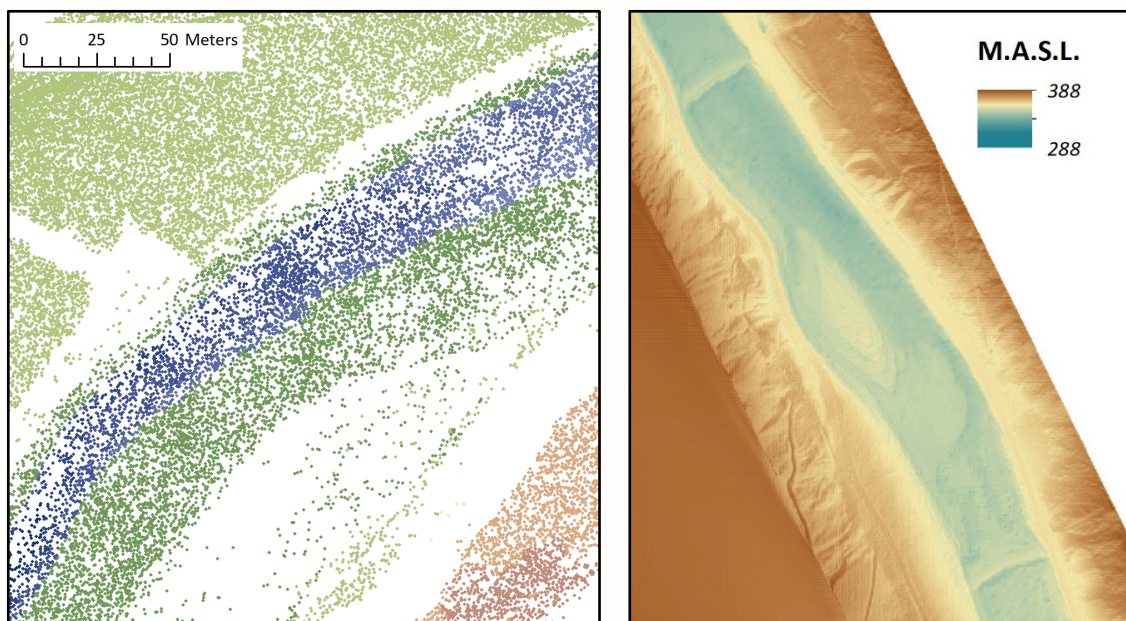
Fremgangsmåter og metoder

I det første studiet ble LIDAR-data og flyfoto brukt for å lage en høyoppløselig, digital elvemodell for 30 km av Gudbrandsdalslågen og Otta. Modellen ble så brukt for å simulere strømningsforhold på ulike vannføringer. Variasjon i strømningsforhold ble så koblet til antall registrerte voksenfisk av harr og ørret i totalt 55 ulike soner langs elva.

I det andre studiet ble satellittbilder brukt for å beskrive elvebunnsforhold over lengre strekninger. Kombinasjoner av celleverdier i bildene ble koblet til målte dybder fra LIDAR, sonar og manuelle målinger på samme lokalitet. Satellittbilder av ulik oppløsning (10m, 2m og <1m) ble testet som grunnlag for å lage bunnkart med tilstrekkelig kvalitet for elveanalyser.

Det tredje studiet omhandlet lokalbefolkningens preferanser i forhold til tverrgående terskler i en regulert elv. Basert på fjernmålingsdata så ble strømningsforhold rundt terskler simulert for tre ulike forhold: 1) dagens situasjon, 2) justering av terskel, og 3) fjerning av terskel. De simulerte strømningsforholdene ble så brukt til manipulering av fotografier av tersklene ved de tre nevnte forholdene. Disse fotografiene ble så benyttet i et spørreskjema for å kartlegge lokalbefolkningens preferanser for vanddekket areal og strømningsforhold i elva.

I det fjerde studiet ble metoder utviklet i tidligere studier i doktorgraden benyttet for å opprette en digital elvemodell for 30 km av Nea. Modellen ble brukt for å simulere strømningsforhold på ulike vannføringer. Variasjon i strømningsforhold i rom og tid ble så koblet til konsentrasjon av DNA for ørret- og ørekyt for å optimalisere fremtidige miljøDNA-målekampanjer.



Figur 2 Venstre: Punktsky fra grønn laser på en elvestrekning i Surna. Blå farger angir punkt på elvebunnen, mens grønne og brune farger er punkt i terrenget rundt elva. Høyre: Terreng- og elvebunnsmodell på en strekning av Nea basert på en punktsky fra grønn og rød laser med supplerings av bunntopografi fra flyfoto og satellittbilder. Terskler er synlige som tverrgående streker i øvre og nedre ende av strekningen.

Funn/resultater

Studiene har vist at fjernmålte data fra LIDAR, satellitter og flyfoto egner seg som grunnlag for kartlegging av fysiske forhold i elver gitt visse forutsetninger. Moderne LIDAR-teknologi kan være kostnadskrevenende å bruke, men gir ofte svært gode data på elvebunnstopografi. Dette gjelder også i elver dominert av sedimenter eller andre partikler i vannet. I elver med mindre sediment- eller partikkeltransport kan satellittbilder eller flyfoto være egnet til elvebunnskartlegging. Dette krever som regel lokale målinger av dybder for å korrigere sammenhenger mellom bildeverdier og dybder. Våre studier har vist at generelle sammenhenger mellom bildeinformasjon og dybder kan overføres på tvers av geografiske regioner.

Videre har vi funnet at fjernmålte data egner seg godt som grunnlag i flerfaglige analyser av tilstand i elv. Ved hjelp av digitale modeller basert på LIDAR og bildeanalyse fant vi ut at harr foretrekker høyere variasjon i strømningsforhold under gyting enn i andre livsfaser. For ørret fant vi derimot ingen sammenheng mellom variasjon i strømningsforhold og hvor fisken oppholdt seg under gyting eller i andre livsfaser.

Våre analyser av strømningsforhold ved simulerte endringer av terskler viste at LIDAR-data kombinert med kart fra bildeanalyse av elvebunnen fungerte godt som grunnlagsdata for digitale modeller. Resultater fra simulering av strømningsforhold rundt terskler viste også at tilpassing av terskler for bedre vandringsforhold for fisk ikke påvirket omliggende vanndekket areal i stor grad, og i veldig liten grad gitt kompensierende vannføringsøkning.

Veldig få studier har sett på sammenhengen mellom strømningsforhold og miljøDNA. Basert på vår studie av sammenhenger mellom vannføring, strømningsforhold og miljøDNA er vi nå i større grad i stand til å planlegge for best mulige forhold under målekampanjer, for eksempel i forbindelse med bestandskartlegging og -overvåking eller tiltaksanalyser.

Nyttiggjøring/verdiskapning

Forvaltning og utnyttning av våre vannressurser bør gjøres på et faktabasert grunnlag. Oppdaterte metoder og moderne teknologi gjør det enklere å samle inn data over lengre strekninger og gjentakende over tid. Dermed er vi i større grad enn tidligere i stand til å kartlegge, overvåke og analysere elver og foreslå tiltak på en kostnadseffektiv måte.

Norge har mange vassdrag og stadig flere blir kartlagt ved hjelp av LIDAR. Majoriteten av våre elver mangler utstrakt data på elvebunnstopografi og andre fysiske egenskaper. Her kan satellittbilder og flyfoto være kostnadsbesparende verktøy for tiltaksanalyser og miljødesignstudier. Våre metoder for kartlegging og beregning topografiske og andre fysiske forhold i elver er også relevant for nasjonal vannforvaltning, for eksempel i forbindelse med implementeringen av vannforskriften.

Utfyllende informasjon om arbeidet finnes fritt tilgjengelig på [NTNU Open](#).

