FoU-strategi for geografisk informasjon

1 Samfunnseffekten av geodatavirksomhet

Geodata er data i elektronisk form med direkte eller indirekte referanse til et bestemt sted eller geografisk område[1]. Den nasjonale geodatastrategien «Alt skjer et sted» ble vedtatt av regjeringen i 2018[2]. Strategien slår fast at geografisk informasjon er nødvendig for å møte samfunnsutfordringer som klimatilpasning, miljøutfordringer, transport, ressursforvaltning, beredskap og urbanisering. Geografisk informasjon inngår også i mange kommersielle tilbud og er ofte en integrert del av de digitale tjenestene vi alle benytter i hverdagen.

God tilgang til og bruk av offentlig geografisk informasjon blir stadig viktigere for næringslivet, kommuner og andre brukere. Samarbeidet gjennom bl.a. Norge Digitalt og Geovekst[3] har resultert i at Norge har et mangfold av geodata, tjenester og løsninger som følger felles standarder og er nyttige for alle. Et eksempel er detaljerte kart- og eiendomsdata, som blir vedlikeholdt og oppdatert av kommunene i nasjonale fellesløsninger som Felles kartdatabase (FKB) og matrikkel.

Terrengmodeller, detaljerte kartdata og eiendomsdata har stor betydning for arbeidet med digitale tvillinger som kan understøtte og forbedre forvaltning og planlegging i samfunnet. Dette kan redde liv, medvirke til at det blir færre personskader, redusere materielle skader som følge av naturhendelser, gi bedre grunnlag for bærekraftig forvaltning av miljø og føre til økt verdiskaping. Marine grunnkart i kystsonen og kartlegging av havnedata bidrar til et bedre kunnskapsgrunnlag om det kystnære havområdet og havneinfrastrukturen langs kysten. Dataene gir kunnskapsgrunnlag for næringslivet i arbeidet med å utvikle mer bærekraftig produksjon. Detaljerte data om terreng og infrastruktur til lands og til vanns er grunnleggende for sikker og effektiv ferdsel og for å kunne oppskalere intelligente transportsystemer. Som del av Norge digitalt-samarbeidet er det opprettet en nasjonal nettside for stedfestet informasjon, geonorge.no[4]. Her kan alle søke etter og få tilgang til data, tjenester og grensesnitt.

FNs bærekraftmål stiller krav om at samfunnsutviklingen skal være kunnskaps- og faktabasert. Kompetent og effektiv bruk av stedsdata er fundamentalt for å realisere FNs bærekraftmål[5] og å måle fremdrift og måloppnåelse på dette området. Videre har EU definert geodata som data av høy verdi (*High Value Dataset*)[6], og vil styrke næringslivet gjennom å gjøre det mer friksjonsfritt å strømme data på tvers av sektorer, økosystemer og land. Den norske digitaliseringsstrategien [7] peker også på behovet for å utnytte eksisterende datasjøer som kan understøtte dataanalyser, kunstig intelligens og tjenesteutvikling.

Geodata er på alle måter en kraftfull kilde til kunnskap. En velfungerende og tidsriktig geografisk infrastruktur er derfor nødvendig i en datadrevet økonomi for å sikre kunnskapsunderlag til å ta effektive og gode beslutninger til riktig tid[8].

---

[1] § 3 i Forskrift om infrastruktur for geografisk informasjon (geodataforskriften) (FOR-2012-08-08-797).
[2] https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nasjonal-geodatastrategi---alt-skjer-et-sted/id2617560/
[3] Norge Digitalt- etablert 2005 med parter som har ansvar for å fremskaffe stedfestet informasjon og/eller er store brukere av slik informasjon - kommuner, fylker, nasjonale etater og private selskaper som tele- og kraftselskaper.
Geovekst-etablert 1992 som et samarbeid om felles etablering, forvaltning, drift, vedlikehold og bruk av geografisk informasjon. Partene gjennomfører bl.a. felles kartleggingsprosjekter gjennom samfinansiering.
[4] https://www.geonorge.no
[5] Greg Scott & Abbas Rajabifard (2017) Sustainable developmentand geospatial information: a strategic framework for integrating a global policy agendainto national geospatial capabilities, Geo-spatial Information Science, 20:2, 59-76, DOI:10.1080/10095020.2017.1325594To link to this article: https://doi.org/10.1080/10095020.2017.1325594
[6] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1561563110433&uri=CELEX:32019L1024
[7] https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/en-digital-offentlig-sektor/id2653874/
[8] http://ggim.un.org/Sustainable-Development/

2 Innledning: Rammebetingelser

Regjeringens mål og prioriteringer i IKT-politikken ble lagt frem i *Meld. St. 27 (2015–2016) Digital agenda for Norge — IKT for en enklere hverdag og økt produktivitet*[9]. Meldingen beskriver hvordan IKT kan benyttes for å fornye, forenkle og forbedre offentlig sektor. Meldingen varsler også økt innsats på dette området. Geodatasektoren er en del av offentlig sektor hvor IKT spiller en betydelig rolle. Regjeringen har derfor også utarbeidet en egen strategi for denne sektoren.

Regjeringens geodatastrategi *Alt skjer et sted* (Kommunal- og moderniseringsdepartementet 2018)[10] setter som mål at Norge skal være ledende i bruk av geografisk informasjon. Kart og informasjon som er relatert til sted, skal være en veiviser til verdiskaping og bedre beslutninger. Strategien peker på en rekke områder der det er behov for forskning og utvikling for å realisere disse målene.

> *"Mer innovasjon og FoU på geodataområdet skal bidra til å utnytte mulighetsrommet bedre. Offentlige og private aktører i infrastrukturen må samarbeide om dette, og blant annet inkludere Direktoratet for forvaltning og IKT (Difi) – som har rollen som pådriver i digitaliseringsarbeidet i offentlig sektor – om utviklingen av egnede innovasjonsarenaer. Forskningsmiljøer bør også bidra til utviklingen av infrastrukturen. Det er behov for forskning og utvikling innen datafangst, effektiv dataforvaltning og teknologier for databruk (dataanalyse, visualisering etc.). Sammen med virkemiddelapparatet (Norges forskningsråd, Innovasjon Norge m.fl.) kan det legges til rette for geodatabasert innovasjon og FoU. Aktører i offentlig og privat sektor må oppfordres til i større grad å levere felles søknader og delta i tilstøtende nasjonale og internasjonale forskningsprogrammer." (*KMD 2018, s. 23)

Handlingsplanen[11] for geodatastrategien slår fast at det skal utarbeides et eget strategidokument for FoU i form av en handlingsorientert *FoU-strategi for geografisk informasjon. Dette* er en konkretisering av aktuelle tiltak for å nå FoU-målene i regjeringens geodatastrategi. Det overordnede målet med FoU-strategien er å understøtte, målrette og systematisere FoU-tiltak for *videreutviklingen av den nasjonale geografiske infrastrukturen*. Strategien skal *understøtte prioriterte tiltak i regjeringens geodatastrategi, med tilhørende handlingsplan*.

Innenfor geodataområdet er det er et bredt tilfang av forskningsbehov fordelt over hele informasjonskjeden fra behovsundersøkelser via datafangst, lagring, datautveksling og analyse, til presentasjon/visualisering og formidling. Underveis i denne informasjonskjeden inngår også standardisering, dokumentasjon og metadata som viktige elementer.

En gjennomgang av vitenskapelig publisering fra norsk geomatikkforskning i perioden 2015-2019[12] viser at datafangst, og da spesielt datafangst ved hjelp av fjernanalyse, utgjør den største andelen av publiserte arbeider i denne perioden. Det innebærer at FoU-innsatsen de siste årene er rettet inn mot tidlige stadier i informasjonskjeden. Det er i mindre grad publisert forskningsresultater knyttet til geodataforvaltning, analyse og distribusjon av geodata. Det kan skyldes at det har vært mindre innsats innenfor disse fagområdene, eller at innsatsen har hatt mer preg av utviklingsarbeid og er utført i etater hvor praktiske resultater og implementering har hatt høyere prioritet enn akademisk publisering.

Det vil være behov for FoU i alle deler av informasjonskjeden for geodata, men geodatastrategien *Alt skjer et sted* gir tydelige føringer for prioritering av forskningstema i inneværende strategiperiode. Geodatastrategien slår fast at det i denne strategiperioden er særskilt behov for forskningsinnsats i sentrale deler av informasjonskjeden. Med *sentrale deler* forstås kjeden etter at data er samlet inn, men før det utføres vesentlig analyse av materialet. Denne delen av informasjonskjeden er knyttet til

[9] https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-27-20152016/id2483795/
[10] https://www.regjeringen.no/contentassets/6e470654c95d411e8b1925849ec4918d/kmd_alt_skjer_et_sted_geodatastrategi.pdf
[11] https://www.geonorge.no/Geodataarbeid/nasjonal-geodatastrategi/
[12] Henrik F. Mathiesen: En gjennomgang av norsk geomatikkforskning i perioden 2015-2019. Upublisert notat, NIBIO

lagring, forvaltning, dokumentasjon, tilrettelegging og tilgjengeliggjøring av geodata. Geodatastrategien legger samtidig vekt på at FoU-strategien skal *mobilisere nasjonale FoU-miljøer* innenfor fagområdet.

3 Fagområder - Forskningstema

Den offentlige geodatavirksomheten skal være brukerorientert. Få brukere er like og har samme behov. Aktørene må derfor også skaffe seg god kunnskap om hvilke data og tjenester det er behov for. FoU-virksomheten skal bidra til at etatene som arbeider med geodata:

1. har god kjennskap til brukernes ønsker og behov
2. har god rolleforståelse og gjensidig rolleavklaring
3. prioriterer innsats der hvor man kan hente de største samfunnsøkonomiske gevinstene

Det kommer stadig nye metoder og bruksområder innen geomatikkfaget og geodatavirksomheten. Maskinlæring, Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) og digitale tvillinger er for tiden rådende tema, men dette er under stadig forandring. En FoU-strategi må balansere behovene for forutsigbarhet og fleksibilitet. Forutsigbarhet er nødvendig for å kunne ha en strategi og gjennomføre langsiktig forsknings- og utviklingsarbeid. Samtidig er det viktig å utvise fleksibilitet for å kunne ta opp nye utfordringer med relevans for fagområdet når mulighetene oppstår.

Forskning internasjonalt sikter mot at vi går fra en tradisjonell transaksjonsbasert verdikjede til en kunnskapsbasert infrastruktur for stedfestet informasjon ((Geo)spatial Knowledge Infrastructure). Dette er en innfallsvinkel som legger vekt på kunnskapsgrunnlaget som skapes framfor rene data og informasjonselementer som evnen til å automatisk skape, forvalte, dele og bruke kunnskap. Dette omfatter datateknisk infrastruktur, rammeverk og stedstilknytning i felles IKT-løsninger på tvers av sektorer[13] med tilhørende behov for samarbeid og partnerskap.

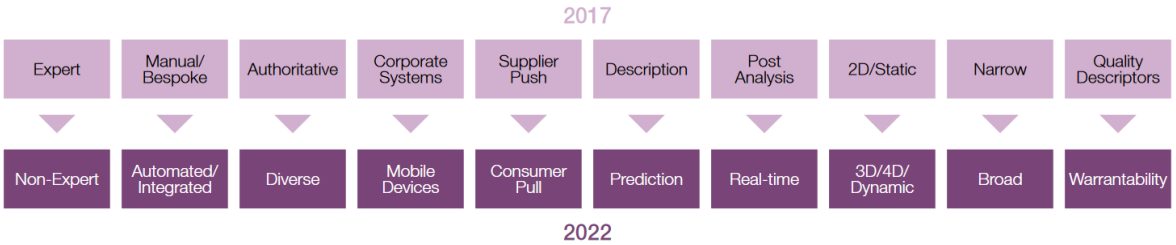
FN hevder at 80% av alle dataene som produseres i verden er stedsrelaterte[14]. Digitaliseringstakten i samfunnsprosesser og verdiskaping gir framvekst av nye system der deling av dynamiske data er kjernen – premisset er at alt skjer et sted. Fremtidig teknologi vil være understøttet av data om hendelser som forekommer på et tidspunkt og et sted. Angivelse av sted vil være nøkkelen som knytter sammen ting, systemer, mennesker og miljø.

Ett av flere eksempler som illustrerer hvordan en ser endring i behovene som treffer den geografiske infrastrukturen er vist i Figur 1, utarbeidet av det australske forskningsinstituttet CRC-SI[15]. Figuren er neppe utfyllende, men beskriver hvordan noen utvalgte elementer i de siste års utvikling innen muliggjørende teknologier har akselerert utvikling av løsninger og brukernes tekniske modenhet og forventninger. Det bør være en vesentlig del av forskningsoppgavene å tolke samtiden, se langt nok frem og ikke slå seg til ro med "gårsdagens" behov.

[13] Dette blir også omtalt som “digitale økosystem”. https://www.digdir.no/digitale-felleslosninger/hva-er-det-nasjonale-okosystemet-og-hvorfor-snakker-alle-om-det/2236

[14] https://ggim.un.org/documents/DRAFT_Future_Trends_report_3rd_edition.pdf

[15] https://www.crcsi.com.au/



Figur 1: Utviklingsretning for "Spatial Knowledge Infrastructure" (CRC-SI)[16]

Det krever ny kunnskap å tilrettelegge data for at flere i samfunnet effektivt kan ta del i å samle, koble og knytte data til sted, og utnytte muliggjørende teknologier som skyprosessering (*cloud computing*), kunstig intelligens og digitale tvillinger. Løsninger på tvers av sektorene hvor geodata er en kjerneoppgave må videreutvikles med teknisk kapabilitet for enklere deling og samvirke med andre sektorer. Målet er at både innbyggere, offentlig og privat sektor kan dele og bruke data på tvers og integrere romlig kunnskap i sanntid inn i hverdagens beslutninger og problemløsning.

Figur 2: FoU strategien favner de sentrale delene av informasjonskjeden for geodatavirksomhet, samt de fire overordnede problemstillingene strategien tar for seg

Forskningsstrategien er i denne strategiperioden konsentrert om de sentrale delene av informasjonskjeden, fra datalagring til datadeling (Figur 2). Innenfor denne delen av informasjonskjeden løfter FoU-strategien frem sentrale utfordringer. Disse temaene er til dels overlappende, men kan beskrives som fire overordnede problemstillinger. I strategien er disse videre delt inn i åtte forskningstema.

De fire overordnede problemstillingene strategien tar for seg er

- Grunnleggende, tekniske problemstillinger i den prioriterte delen av informasjonskjeden. Dette vil primært være arbeid med metoder for effektiv og hensiktsmessig lagring og uthenting av data. Hvordan en skal representere og håndtere naboskap er også et tema i denne forbindelse.
- Nødvendig informasjonsstøtte rundt systemene for lagring og gjenfinning av data, i form av standardisering, metadata og annen dokumentasjon
- Samhandling og interoperabilitet. Datautveksling maskin til maskin og maskin til menneske
- Samarbeid om data på tvers av sektorer, noe som på sin side løfter frem stordataproblemstillinger knyttet til bruk av data fra ulike kilder og med ulike egenskaper.

Disse punktene er grunnlag for de åtte (2.1 - 2.8) forskningstemaene som beskrives videre i dette kapittelet.

[16] Hentet fra https://www.crcsi.com.au/assets/Program-3/CRCSI-Towards-Spatial-Knowledge-Whitepaper-web-May2017.pdf

3.1 Løsninger for effektiv lagring og uthenting av geodata - Tilgangsløsninger

Geodata samles, forvaltes og lagres av mange ulike aktører. Det skjer i ulike formater og data foreligger både i åpent tilgjengelige og lukkede lagringsløsninger. Brukere av data må finne frem i lagringsløsningene og hente ut data fra disse. Tilgang til geodata er som oftest avhengig av kommunikasjon med mennesker. Tidligere var det også nødvendig med kopiering av filer og lokal lagring. Dette var uhensiktsmessig og kunne føre til usikkerhet om hva som var originaldata og hva som var prosesserte data.

Geografiske datasett tilbys i dag med utgangspunkt i ulike dekningsområder, oppløsning og informasjonsinnhold ut fra hvordan datafangsten har vært konstruert og organisert. Brukere av geodata er ofte avhengig av å laste ned store datasett til eget lagringsmedium for å tilrettelegge for egen bruk. Bearbeiding av data med utgangspunkt i store datasett (geografiske områder og innholdsmessig) krever at brukeren besitter dataforvaltningskompetanse og GIS-verktøy.

En konsekvens av dette er at det også i dag oppstår lokale databaser, dupliserte data og usikkerhet eller konflikter med hensyn til hva som skal anses som masterdata. Målet må fortsatt være å unngå duplisering av data, og brukeren skal ikke trenge å hente mer enn de dataene og egenskapene som er nødvendig for å løse en gitt oppgave. Nye standarder for nedlastingstjenester tilrettelegger for filtre (herunder romlige operatorer) i spørringer. Dette skal gjøre det enklere for en bruker å hente ut relevant informasjon.

Sporbarhet knyttet til beslutninger og forskning krever at en kan gå tilbake til en gitt utgave av et datasett. I tillegg kan en ønske å få oversikt over en spesifikk situasjon, for eksempel ved bruk av AIS-data for å få oversikt over skipstrafikk. Kystverket har gjort store investeringer i lagring av historisk materiale. I NIBIO logges endringene i arealressurskartet AR5 og det lagres årlige kopier av datasettet med sikte på å dokumentere endring og utvikling. Disse løsningene blir fort kostnadskrevende, og det kan være utfordrende både å dokumentere og å finne hensiktsmessige løsninger for å gi tilgang til historiske arkiver.

Det kan være utfordrende for brukere å søke og oppdage de riktige dataene og tjenestene for sine behov når omfanget og kompleksiteten av antall kilder for geografiske data blir stort. Det er vanskelig å orientere seg i mengden datasett. Selv om metadata er tilgjengelig, krever det ofte inngående fagkunnskap å vurdere kvalitet og innhold opp mot formål.

Geografiske databaser skal ikke bare understøtte uthenting av enkeltstående datasett som krever bearbeiding, sammenkobling og analyse – men imøtekomme forventninger fra brukere som trenger et sanntids kunnskapsgrunnlag for å ta riktige beslutninger. Det betyr at vi på lengre sikt må utvikle infrastrukturen til å omfatte dynamiske data, samt analyser, optimaliseringer, prediksjon og andre applikasjoner som brukerne forventer.

Relasjonsdatabaser er mest utbredt i infrastrukturen i dag. I regi av internasjonalt standardiseringsarbeid pågår det et arbeid rundt bruk av andre typer databaser. Det kan gi grunnlag for mer effektiv uthenting av data. Målet er at en bruker skal kunne finne og hente ut det som trengs for sitt formål, når det trengs, og få med nødvendig faktagrunnlag for å forstå og bruke data på en korrekt måte.

Det er behov for å forbedre metoder og verktøy for å identifisere og søke i databaser og relaterte tjenester, for eksempel ved å effektivisere og standardisere prosesser for å lage metadata og søkeverktøy. Det trengs kunnskap om brukerbehovene for geografiske basis- og temadata i tilgrensende økosystem, og tverrfaglig forskningssamarbeid for å løse disse. Det er også behov for kunnskap om hvordan data kan struktureres bedre for å understøtte datasjøer, semantiske søk og kunstig intelligens.

Aktuelle forskningstema er:

- Teknologier for lagring og prosessering av geodata, inkludert distribuert lagring av geodata og tilgang til/bruk av distribuerte geodatabaser

- Databaser og tilgangstjenester som tilrettelegger for maskin-maskin søk og bruk av geodata
- Tjenester for strømming av geodata og datareduksjon på leverandørsiden (ikke filoverføring)
- Effektiv lagring og gjenfinning av historiske data, endringslogger og tidsserier
- Harmonisering av tjenester for utveksling av geodata og tilhørende metadata
- Metoder for tett integrasjon av metadata med selve dataene
- Metodikk og konsepter for bedre søk og gjenfinning, herunder lenkede geodata og semantiske webteknologier
- Tjenester og grensesnitt som muliggjør datareduksjon på leverandørsiden (*fit for the purpose*)
- Tjenester og grensesnitt som gir mulighet for strømming av data, objekter og egenskaper som utgjør deler av et datasett
- Undersøke effekten av ulike tilnærminger i veiledere for dataleverandører

3.2 Søk og analyser basert på naboskapsfunksjoner

Geografiske relasjoner, ikke minst topologi, ligger til grunn for effektiv lagring og bruk av geografiske data. Topologi er naboskapsrelasjoner som forblir uforandret selv om projeksjonen forandres. Mens for eksempel *avstand* og *retning* forandres med projeksjon, vil det faktum at to eiendommer har felles grense forbli uforandret selv om eiendomskartet skifter projeksjon. *Felles grense* er derfor en topologisk relasjon.

Topologi var et viktig forskningsfelt i geodatateknologiens barndom, og de grunnleggende prinsippene bak topologi og geografiske relasjoner er grundig beskrevet og godt forstått. Fagområdet får midlertid ny aktualitet knyttet til distribuert databehandling og behovet for å integrere store, komplekse og strukturelt ulike datamengder (stordata).

Geometri og topologi er sentrale og nødvendige aspekter ved geodata. Geometrien utgjør selve stedfestingen av forekomster og hendelser. Topologien beskriver geografiske relasjoner. Når flere aktører gjør tillegg til eller rettinger i ett og samme originaldatasett er det utfordrende å sikre korrekt og konsistent geometri og topologi. At data behandles i ulike projeksjoner, bidrar ytterligere til å skape slike utfordringer.

Ved uthenting av geodata fra databaser vil topologiske relasjoner og avstandsfunksjoner kunne inngå i søkekriteriene. Hvor raskt slike søk effektueres avhenger av hvordan data er organisert i databasen og i hvilken grad det er tilrettelagt støttedata for søkefunksjonene (for eksempel i form av indeksering).

Topologiske relasjoner og avstandsfunksjoner vil også inngå i geografiske analysefunksjoner. Disse kan være krevende å gjennomføre når data ikke er tilrettelagt for dette. Arbeid med datautvinning eller kunnskapsfunn i databaser (*data mining*) er et eksempel på metode som kan kreve slike funksjoner. Utfordringen knyttet til å hente ut eller bearbeide data basert på topologiske relasjoner øker med økende datamengder. Dette er nær knyttet til konseptet Stordata (omtalt i punkt 3.6).

Aktuelle forskningstema er:

- Geometrisk konsistens i og mellom datasett
- Representasjon og bruk av topologi i store datasett
- Optimalisering av søk i store, multi-temporale datasett
- Optimalisering av søk som kombinerer kriterier fra flere datasett
- Data med uklare avgrensninger (*fuzzy data*)
- Etablering og bruk av datakuber
- Datautvinning (*data mining*)
- Tilrettelegging av geodata – samfunnsnytte og prioriteringer
- Tidsmerking og koblinger basert på rom og tid, uten tradisjonelle databasenøkler

3.3 Dokumentasjon og metadata

For at den digitale geografiske infrastrukturen skal fungere på en tilfredsstillende måte må mennesker og maskiner lett kunne finne geodatasett og geodatatjenester og fastslå om disse kan benyttes og til hvilket formål. Det er utviklet språk for å beskrive metadata og tekniske løsninger for å høste og nøste i slike data innenfor mange fagområder, men det er likevel behov for videre utvikling av den etablerte kunnskapen og bedre tekniske løsninger for å sikre god teknisk og semantisk interoperabilitet mellom geografiske data og andre typer data.

Metadata for geografiske data utvikles og forvaltes adskilt fra datamaterialet de beskriver. Det oppstår gjerne feil fordi metadata ikke oppdateres, mangler oppføringer eller tolkes feil av mennesker og maskiner. Det oppstår også feil når andre fagmiljøer samler og bruker geografiske data innenfor andre regelverk og bransjestandarder enn de som er utviklet for geografiske data. Det er også en utfordring at data ikke fremstilles i tråd med standarder fordi realiseringen fremstår som økonomisk og teknologisk krevende.

Nye metoder for høsting og bruk av data kan gjøre gjeldende standarder og portaler for metadata ineffektive og lite relevante blant brukere av stordata og utviklere av kunstig intelligens - spesielt utenfor fagmiljøer som vi i dag anser som brukere av geografiske data.

Det pågår kontinuerlig utvikling av eksisterende og nye geodataportaler og metadatastandarder for å tilby og beskrive data. Mulighetene for å knytte sammen data og å oversette og bruke (meta)data på tvers av disipliner og fagområder (for eksempel fra bygningsinformasjonsmodellering [BIM] til geografisk informasjonsmodellering og motsatt vei) er imidlertid begrenset.

Kvalitetskrav til geografiske metadata i Samordnet Opplegg for Stedfestet Informasjon (SOSI) baserer seg på ISO 19115, som igjen bruker kvalitetsmodellen fra ISO 19157. Den norske bransjestandarden Geodatakvalitet er også basert på ISO 19157. Kvalitet i henhold til kvalitetsmodellen innen internasjonal standardisering av geografisk informasjon dekker en rekke behov og er også et av flere utgangspunkt for kvalitetsangivelsene i utvidelsen av felles datakatalog under digitaliseringsdirektoratet (DCAT-DQV). Det er imidlertid få produktspesifikasjoner som gir gode kvalitetskrav.

Det er behov for å knytte metadata tettere opp til data for å forenkle produksjon av metadata og å hente ut informasjon fra datasett på tvers av fagområder og datatyper. Det er behov for harmonisering av standarder for geografiske data med andre former for data som for eksempel data fra bygningsinformasjon og offentlige registre. Slik harmonisering må ta utgangspunkt i ulike språk for mennesker og maskiner. Det er også behov for å forstå hva det koster å utvikle slike standarder, hva det koster å fremstille data i tråd med standardene og hvilken nytte slike standarder har for bruk innen forskning og forvaltning.

Aktuelle forskningstema er:

- Samordning og økt bruk av eksisterende standarder som setter formelle krav til måling og dokumentasjon av geometrisk, temporal og tematisk kvalitet.
- Økt bruk og videre utvikling av metadataspråk på tvers av fagområder og datatyper.
- Metoder for å vurdere kost/nytte analyser av eksisterende og nye kvalitetskrav samt kostnader, konsekvenser og ulemper ved manglende eller feilaktige metadata
- Metoder for rikere metadata - løsninger for autogenerering av metadata basert på lesing og analyse i selve dataene, og løsninger for å beskrive datakvalitet ut fra innsamlings – og prosesseringsmetodikk/historikk.

3.4 Standardisering av geografisk informasjon

Standardisering er fundamentalt for lagring og forvaltning av geografiske data. Informasjon fra Standard Norge viser at det brukes store ressurser til standardisering innen ulike domener og på tvers av domener, nasjonalt og internasjonalt.

Sentrale standarder innen nasjonal geografisk infrastruktur knytter seg til ISO/TC 211 og OGC, i tillegg til en rekke generelle IT-standarder. Med tanke på horisontal integrering mot nye domener ser vi at BIM er basert på andre standarder enn ISO/TC 211 og OGC. ITS er forankret i ISO/TC 204, standarder innen *Smart Cities* og Digitale tvillinger utarbeides av JTC1 WG 11 (JTC1 er ISO's komite for generelle IT-standarder). Den digitale transformasjonen innebærer en integrering med en overordnet nasjonal datainfrastruktur (e-Government). Teknologien innen e-Government er i hovedsak ontologi og vokabularorientert, i henhold til standarder fra W3C. Dette er en sentral, men ikke uttømmende, del av bildet. Det å sikre interoperabililitet mellom systemer som forholder seg til en rekke ulike standarder er en utfordring, men det er samtidig langt enklere enn om disse systemene ikke forholder seg til standarder.

Det er behov for å videreutvikle nasjonal geografisk infrastruktur opp mot de internasjonale standardiseringsarenaene for på en enhetlig måte å understøtte deltakende virksomheters prosesser knyttet til geografisk informasjon. Denne problematikken er godt utdypet i en rapport fra EU's ISA prosjekt[17].

En av de store utfordringene rent praktisk ligger i overgangen til GML som blant annet innebærer introduksjon av 3D i modellene.

En overordnet utfordring ligger i å få en forståelse av at standarder fra ISO/TC 211 og OGC egentlig er generelle IT standarder innen stedfesting og ikke noe som er spesifikt for vårt domene.

Det er gjennomført mange aktiviteter og initiativ knyttet til disse utfordringene. Nye prosjekter må bygge videre på dette grunnlaget. Et konkret område er utnyttelse av semantisk web/linked data-teknologi i tilknytning til vårt domene og som overbygning mellom domener. Eksempel på tidligere aktiviteter er workshops arrangert av EuroSDR. Innen flere sektorer er det behov for aktiviteter som ser på denne teknologien i sammenheng med vårt domene og i kobling med andre domener.

Aktuelle forskningstema er:

- *Linked Data* (Linked Open Data) med sine vokabularer har en viss utbredelse også for geodata, men helst for enkle typer data. Hvordan kan *linked data* implementeres og gi merverdi for større mengder geodata, også mer komplekse geometrier og topologier? Det er behov for å se på egnethet innen en spesifikasjon og mellom spesifikasjoner.
- Det pågår mye arbeid i forbindelse med interoperabilitet mellom GIS og BIM, men da gjerne praktisk vinklet for å ivareta spesielle brukertilfeller. I regi av standardiseringsorganisasjoner arbeides det også med å etablere *mapping* mellom abstrakte konsepter i BIM og GIS, med sikte på at interoperabilitetsløsningene blir mer generelle, og vil ivareta flere brukstilfeller. Men dette er et tungt og komplisert arbeid som vil kunne ha stor nytte av et forskningsprosjekt i forkant.
- I henhold til den europeiske datastrategien, som også vil få betydning i Norge grunnet lovregulering i EU, skal geografiske data og tjenester ligge sammen med andre typer data i såkalte *data spaces*, sammen med nødvendig programvare for å lese og analysere disse dataene. Et eksempel på en slik programvare er den nye OGC/ISO standarden *API for features*, hvor det også finnes en mulighet for å realisere data i HTML format, som kan leses av alle tilgjengelige nettlesere. Hvilke andre komponenter trengs? Hvordan vil dette passe inn i neste generasjons geografisk infrastruktur / økosystem.
- Suksesskriterier for å få standarder tatt i bruk.

[17] https://joinup.ec.europa.eu/collection/elise-european-location-interoperability-solutions-e-government/document/report-architectures-and-standards-spatial-data-infrastructures-sdis-and-digital-government

3.5 Maskin-til-maskin utveksling av geografisk informasjon

Geografiske data kan spille en stor rolle som del av prosesser, algoritmer, maskinstyrt beslutningstaking innen autonom mobilitet, og andre applikasjoner som krever samarbeid med flere interessenter. Teknologiske framskritt innen skyteknologi (cloud-computing), høyhastighets dataoverføring, robotikk og sensorplattformer gir større potensial for å dra nytte av data på tvers av domener i sanntid. Fra å dreie seg om å tilgjengeliggjøre data for et profesjonelt GIS-miljø forventes det at geografiske data nærmest inngår som en usynlig del av prosessene. Dagens grensesnitt og formater er i stor grad tilpasset geografiske informasjonssystemer som mottagere, mens geografiske data i økende grad eksponeres gjennom smarttelefoner og integreres inn mot nye industrier med kraftfulle verktøy, som spillindustrien. Brukere vil forvente *plug-and-play* og data tilpasset sitt formål når, og på den plattformen, de har behov.

I tråd med den Europeiske datastrategien skal data samles i såkalte *Data spaces* sammen med andre typer data som ikke er stedfestet. Disse dataene skal gjøres tilgjengelig sammen med nødvendig programvare slik som analyser. Dette fordrer at data gjøres tilgjengelig i henhold til teknologier og formater som så langt som mulig inngår i generelle IT applikasjoner (weblesere).

En sammensmelting av teknologier krever godt tilrettelagte og standardiserte konsepter som gir sømløs datadeling og dataintegrasjon mellom det geografiske økosystemet og omverden. Teknologien leverer kontinuerlig tilkobling, høy hastighet og lav forsinkelse - og gir muligheter for å gå bort fra tradisjonelle verdikjeder til en automatisert flyt der datafangst, prosessering og bruk skjer maskin-til-maskin i samme sekund.

Framveksten av digitale tvillinger i sammenheng med smart by- og samfunnsutvikling er ett eksempel der geografiske data med riktig kvalitet kreves for å understøtte planlegging, bygging, drift og vedlikehold av eiendeler og infrastruktur. I motsetning til statiske 3D-modeller krever digitale tvillinger direkte kobling til mange datakilder for å motta oppdateringer kontinuerlig.

Det finnes standarder for strømming av sanntidsdata, men brukernes behov er fragmenterte og i liten grad strukturert på tvers av plattformer og teknologier. Maskin-til-maskin kommunikasjon må støtte behov for visualisering av data med skalering og detaljeringsgrad, toveis utveksling og oppdatering av dynamiske data, og formål som utnytter kunstig intelligens på stordata.

Tingenes internett, 5G og behovet for å utvikle kunstig intelligens på stordata driver fram nye behov for effektiv prosessering «nær kunden». *Edge computing* (på kanten av nettverket) dreier seg om at man i stedet for at rådata overføres til en skytjeneste, renses, aggregeres og analyseres dataene av enheten selv og det er kun den ferdig prosesserte innsikten som sendes til skyen. *Meld. St. 22 (2020 – 2021) Data som ressurs — Datadrevet økonomi og innovasjon*[18] indikerer at data i datasentre eller skytjenester reduseres fra 80 til 20 prosent ut fra at behandling skjer på brukernes utstyr og sensorer.

Det trengs kunnskap om arkitekturtilnærming for å støtte lokal transaksjonsprosessering og analyse, og hvilke krav og muligheter dette representerer for det digitale geografiske økosystemet.

Samarbeids- og forretningsmodeller som ivaretar etikk og personvern, informasjonssikkerhet og bruk i tråd med både brukernes forventninger og samfunnsmessige hensyn må legges til rette for å utnytte dette godt. Maskin-til-maskin kommunikasjon krever i større grad maskinlesbar lisensiering som sikrer at rettigheter og finansielle transaksjoner skjer automatisk og sikkert.

Det trengs mer kunnskap om behovene og utviklingen innen datadeling og integrasjon i bransjer og domener som kan dra nytte av å inkludere geografiske data i sine prosesser.

Det trengs kunnskap om og aktiv deltagelse i tverrfaglige forskningsprosjekter på standarder og formater for maskin-til-maskin kommunikasjon som kan bidra til interoperabilitet på åpne plattformer,

[18] https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-22-20202021/id2841118/

på tvers av økosystem nasjonalt og internasjonalt. Det er et umiddelbart behov for at Norge har en tettere oppfølging og bidrag i det internasjonale arbeidet med API-basert distribusjon- og tilgangsstandarder, slik det arbeides med av ISO og OGC.

Det trengs mer kunnskap om behovene og metodene for visualisering og simulering av dynamiske geografiske data - konsepter utviklet for å støtte visualisering av geografisk topologi og objekter i ulik skalering og detaljeringsgrad er ett eksempel.

Aktuelle forskningstema er:

- Ta i bruk eller videreutvikle prinsipper for datadeling og integrasjon i bransjer og domener som har nytte av bruk av geografiske data for økt effektivitet og kvalitet i sine prosesser. Ta i bruk eller videreutvikle konsepter for hvordan dette kan samspille sømløst med det geografiske økosystemet. Her er det særlig viktig å bygge videre på kunnskapsgrunnlaget som er lagt internasjonalt, for eksempel gjennom EUs ISA program[19]
- Utvikling eller å ta i bruk eksisterende arkitektur, grensesnitt, formater og standardiseringsbehov for:
    - strømming av geografiske data
    - utveksling som støtter visualisering av data med sømløs skalering og detaljeringsgrad
    - toveis utveksling mellom sensorer og geografiske databaser, bruk og oppdatering, herunder tjeneste- og hendelsesorientert arkitektur, edge computing og kalibrering av sensorer basert på analyse av innsamlede data
- Automatisert dataflyt, fra datafangst til bruk i sanntid
- Samfunnsøkonomisk nytte av maskin-til-maskin kommunikasjon der geografiske data utnyttes på nye måter
- Forretningsmodeller, etikk og personvern, sikkerhets- og samfunnsmessige forhold som følge av at geografiske data utnyttes i nye prosesser

3.6 Stordataproblemstillinger

Begrepet stordata (Big data) oppsto på 1990-tallet da man så at det ble produsert store datamengder i en rekke ulike samfunnssektorer, uten felles standard og struktur. Det var en gryende forståelse av en mulig nytte av å kunne knytte slike databaser sammen og utføre analyser på de koblede dataene. Problemstillingen har flere fasetter: Organisere og dokumentere store datamengder på en hensiktsmessig måte, etablere standarder og sikre konsistens i data over tid, knytte data sammen og utvikle effektive analyseverktøy. Problemstillingen er delvis overlappende med flere tema beskrevet ovenfor, knyttet til effektiv uthenting av data fra geografiske databaser samt søk og analyse basert på naboskapsfunksjoner.

Et konkret eksempel på en stordatautfordring i norsk geodatavirksomhet er regionreformene i form av sammenslåing og oppdeling av kommuner og fylker. Langtidsanalyser knyttet til fylker, kommuner eller eiendommer er krevende når administrativ identifikator og tilhørighet endres gjennom perioden som analyseres. Nasjonale etater som produserer statistikk eller utfører utredninger som krever analyser av slike data står ovenfor vesentlige utfordringer knyttet til håndtering av multitemporale geodata. Det er derfor behov for å utvikle systemer, standarder og verktøy for håndtering av de problemene regionreformen skaper.

Tilsvarende utfordringer gjelder for geografiske mikrodata når disse er delt opp i årsversjoner med ulik struktur, eller med avvikende egenskapsdefinisjoner mellom årsversjonene.

Slike stordata-problemstillinger er knyttet til integrering av data fra flere store og kompliserte datasett, gjerne med ulik struktur, og til visualisering, bearbeiding og analyse av slike data. Utfordringen er å tilrettelegge data på en hensiktsmessig måte, som understøtter både sammenstilling, framhenting,

[19] ELISE - European Location Interoperability Solutions for e-Government https://joinup.ec.europa.eu/collection/elise-european-location-interoperability-solutions-e-government/about

integrering og analyse. Utfordringene med stordata i dette henseende er nært knyttet til temaet informasjonsberedskap: Data skal være tilgjengelige på en hensiktsmessig og anvendelig form når informasjonsbehov oppstår, og vi må ha tilgang til verktøy for å håndtere slike data.

Aktuelle forskningstema er:

- Smart organisering og dokumentasjon av data med sikte på effektiv databehandling
- Effektiv lagringsstruktur for håndtering av store og kompliserte datamengder
- Bruk av indekser og koblingsteknologier for å tilrettelegge for analyse av store og kompliserte datamengder
- Datautvinning (*data mining*) og maskinlæring anvendt på stordata

3.7 Samordning: Bruk av data "på tvers av siloer"

Med økende mengder geografiske data i alle deler av offentlig sektor blir det en utfordring å samordne og utnytte data fra ulike kilder, samlet inn for ulike formål, i nye anvendelser (utenfor det de opprinnelig var tenkt for), dvs. bruk av data "på tvers av siloer". Dette har som forskningstema tett sammenheng med standardisering av geografisk informasjon og stordataproblemstillinger, men samordning dreier seg om å realisere løsninger for dataflyt knyttet til forretningsprosessene.

Siloer oppstår både mellom teknologiske domener (for eksempel GIS/BIM) og tematiske domener (for eksempel det bygde miljø, naturmiljø og prosesser i naturen, befolkningsdata og økonomiske data). Ulike aktører har behov for ulik informasjon knyttet til samme fenomen. I dag er det en rekke etater og organer nasjonalt og internasjonalt som jobber med videreutvikling rundt temaet bruk av data "på tvers av siloer". Det medfører at dagens situasjon er fragmentert. Markedet utvikler og bruker løsninger basert på denne virkeligheten.

Geografiske data har egenarter som ikke nødvendigvis er kjent eller hensyntatt innenfor andre domener. Et eksempel er problematikk med entydig stedfesting i situasjoner med et mangfold av referanserammer). Dette skaper utfordringer ved sammenkobling og utnyttelse av datasett. Ideelt må det realiseres løsninger for dataflyt som eliminerer behovet for spesialistkompetanse og manuelle kvalitetsrutiner knyttet til bruken av geografiske data i andre domener, dvs. en form for automatisert støtte for interoperabilitet.

Det er gjennomført mange aktiviteter og initiativ knyttet til disse utfordringene, men uten at de kan sies å være løst. Eksempler er EU-prosjektet ISA som har en rekke relevante fokusområder og resultater. Nye prosjekter må bygge videre på eksisterende kunnskapsgrunnlag.

Aktuelle forskningstema er:

- Dataflyt mellom aktører innenfor et teknologisk og tematisk domene
- Dataflyt mellom ulike teknologiske og tematiske domener
- Nedlastingstjenester for data basert på andre domener
- Harmonisering av datasett på tvers av domener, sektorer og landegrenser, herunder støtte for interoperabilitet
- Etablering av virtuelle forskningsfasiliteter hvor data (eller delmengder (*subset*) av data) kan analyseres

3.8 Maskin-til-menneske – visualisering og interaksjon

Tradisjonelt ble geografisk informasjon oftest kommunisert via vanlige, todimensjonale kart. Kart er fremdeles det sentrale mediet for kommunikasjon av romlig informasjon og romlige forbindelser, men kartene suppleres i økende grad med annen informasjon (gjerne oppdatert til nåtid) og presenteres i verktøy som tillater interaktivitet (f.eks. innbyggerdialog, visualisering av tiltak, scenarioer og mulige effekter, analyse av sammenhenger).

Eksempler på dette er visualiseringsverktøy brukt for å studere geografiske sammenhenger, bruk av *Virtual Reality* eller *Augmented Reality* for å studere romlige situasjoner og sammenhenger i både fortid, nåtid og framtid. Slike verktøy er i bruk i dag, men oftest bare tilpasset spesielle situasjoner og spesielle datasett.

Internasjonalt skjer en sammensmelting mellom teknologiene som tradisjonelt har vært utnyttet i spillindustri med kunnskap og data fra GIS-domenet, med sikte på å utnytte de beste kapabiliteter fra begge verdener. Nye brukere som er vokst opp med det digitale som førstevalg er vant til interaktivt innhold, sømløs strømming av store datamengder og selvforklarende brukergrensesnitt – de vil stille nye krav og bidra med nye muligheter for bruk av geografiske data.

Digitale tvillinger er begrep som omhandler geografiske data satt i system, og konseptet utgjør en overbygning av flere av de utfordringer som er beskrevet i andre forskningstema og det forsterkede behovet for interaksjon med brukeren og tjenestekjeder. Store datamengder, kompleksitet i data, sensorer, dynamiske objekter og egenskaper mv er viktige utfordringer. Forholdet mellom eksisterende ordninger knyttet til geografisk infrastruktur må sees i sammenheng med utviklingen av digitale tvillinger. Standardisering for effektivt samspill og interoperabilitet mellom ulike former for digitale tvillinger blir sentralt.

Det må identifiseres utfordringer, men også hvilket stort grunnlag og potensiale dagens infrastruktur og norske geodata kan ha for en framtid med aktiv etablering og bruk av digitale tvillinger. For å maksimere nytten for beslutningstakeren som skal bruke informasjonen må kommunikasjon mellom maskin og menneske være godt tilpasset. Det er viktig å få en bred tilnærming med andre aktive aktører blant offentlige og private, på internasjonalt, nasjonalt, regionalt og lokalt nivå.

Aktuelle forskningstema er:

- Bedre kommunikasjon mellom maskin og menneske ved hjelp av ny teknologi – dette inkluderer både visualisering og andre former for interaksjon
- Standardiserte metoder for visualisering av norske datasett, herunder 3D teknologi. Tilpasninger og videreutvikling av eksisterende data og standarder som motiverer til økt implementering
- Nye former for å visualisere geografisk informasjon i kombinasjon med data fra andre domener, som sensordata, mobilitetsdata og statistikk

4 Virkemidler for å iverksette en strategi

En strategi er et intensjonsdokument. For å realisere intensjonene kreves det virkemidler i form av ressurser, organisering og verktøy. *Samordningsgruppa for geografisk informasjon* rår ikke over et eget virkemiddelapparat. Departementene har sine virkemidler, men det er ingen automatikk i at disse aktiveres for å iverksette en forskningsstrategi utformet utenfor departementene og på tvers av sektorer. En FoU-strategi må derfor inneholde en virkemiddelstrategi. Det er ved å ta i bruk de rette virkemidlene at S*amordningsgruppa for geografisk informasjon* kan iverksette FoU-strategien.

Geodatastrategien omfatter ansvarsområdene til en rekke departementer samt kommunesektoren. I Samordningsgruppa er departementenes ansvarsområder representert gjennom underliggende etater. Virkemiddelapparatet ligger imidlertid i departementene. For å iverksette en FoU-strategi vil det være behov for å samordne initiativ fra underliggende etater ovenfor de respektive departementene med sikte på å samordne departementenes bruk av virkemidler.

Departementene rår over et sett med aktuelle virkemidler:

- Grunnbevilgning til forskningsinstitutter
- Forskningsprogrammer (handlingsrettede, brukerstyrte, etc.)
- Finansiering direkte til underliggende virksomheter (gjennom tildelingsbrev)

- Finansiering direkte fra departementet til forskningsmiljøer/nasjonale kompetansemiljøer (i form av kjøp av tjenester)
- Interdepartementalt forsknings- og/eller utviklingsprogram

Virkemidlene kanaliseres i varierende grad gjennom Norges forskningsråd.

Grunnbevilgning til forskningsinstitutter kommer fra departementene og kanaliseres ofte (men ikke alltid) gjennom Norges forskningsråd. Det er svært få av partene i Norge digitalt som har en forskningsvirksomhet av et slikt omfang at det kvalifiserer for grunnbevilgning. Noen departementer foretrekker også å tildele slike midler direkte til underliggende etater uten å gå veien om Forskningsrådet. Dette sparer administrasjonsutgifter og gir departementene mulighet til å legge langsiktige, strategiske føringer for FoU-arbeidet i etatene.

De partene i Norge digitalt som mottar grunnbevilgning har imidlertid, uansett om denne kommer direkte fra departement eller via Forskningsrådet, mulighet til å prioritere forskning som støtter opp om geodatastrategien når dette også er i tråd med institusjonens øvrige rolle og oppgaver. Det er viktig at disse institusjonene er seg bevisst og benytter denne muligheten.

Forskningsprogram er en finansieringsordning der ett eller flere departement går sammen om å finansiere forskning innenfor et definert fagområde eller tema. Finansieringen skjer i form av bevilgninger til Norges forskningsråd, som tar seg av administrasjonen av slike program. Norges forskningsråd utarbeider utlysninger, tar imot og behandler søknader, inngår kontrakter med institusjoner som får innvilget søknader og følger opp disse økonomisk og administrativt.

Forskningsprogram kan benyttes for å iverksette geodataforskning. For det første kan man arbeide for at ett eller flere departementer etablerer et eget forskningsprogram for geodata. Det forrige forskningsprogrammet for geodatasektoren i Norge (NTNFs Kartprogram i perioden 1982-1986) ble organisert på denne måten. For det andre kan partene søke å få sine prioriterte forskningsprosjekter finansiert over eksisterende program administrert av Forskningsrådet. Noen av partene i Norge digitalt benytter seg av denne ordningen. Som finansieringskilde er midlertid slike forskningsprogram både kortsiktige og uforutsigbare og det er vanskelig å drive langsiktig, strategisk utviklingsarbeid gjennom forskningsprogram administrert av Forskningsrådet.

Direkte finansiering gjennom tildelingsbrev eller kjøp av tjenester er antagelig den ordningen som finansierer det meste av større forsknings- og utviklingsarbeid blant Norge digitalt partene i dag. Sammen med god koordinering og samarbeidsvilje mellom partene har dette ført til en velfungerende infrastruktur av geografiske data og mange verdifulle tjenester som effektiviserer forvaltningen på alle nivå, tilrettelegger for verdiskaping i næringslivet og gir allmenheten god tilgang til relevante og nyttige geodatatjenester. Direkte finansiering er imidlertid i sin natur sektororientert og kan dermed være suboptimalt når det er behov for utviklingsarbeid på tvers av sektorene. Direkte finansering vil antagelig fortsette å være den viktigste kilden til finansiering av FoU innenfor *Norge digitalt*, men hensikten med en overordnet FoU-strategi for geodatasektoren er å løfte frem sektorovergripende problemstillinger og utfordringer som ikke dekkes av ordningene med direkte finansiering.

Et interdepartementalt forsknings- og/eller utviklingsprogram ligner et forskningsprogram i den forstand at regjeringen, ved ett eller flere departementer, setter av midler til en flerårig satsing på FoU innenfor et definert tema. Til forskjell fra forskningsprogram kanaliseres imidlertid ikke midlene gjennom Forskningsrådet, men administreres av et enklere apparat. Utlysningene er rettet mot løsning av praktiske problemer. I vurdering av søknader legges det mindre vekt på rent akademiske kvaliteter og større vekt på samfunnsnytte. Et godt eksempel på et slikt program er HØYKOM-programmet (1999 – 2007) som stimulerte til utviklingen av nye nettverksbaserte brukertjenester og økte markedsgrunnlaget for bredbåndskommunikasjon. HØYKOM favnet bredere enn geodatasektoren, men mange av partene i Norge digitalt deltok i HØYKOM prosjekter. Programmet ble svært viktig for

etablering og utvikling av det teknologiske grunnlaget for den nasjonale infrastrukturen av geografiske data.

EUs forskningsprogram: Forskningstemaene adresserer behov for interoperabilitet på tvers av landegrenser, og viser til viktige historiske bidrag fra forskningsaktivitet i samarbeid med bl.a. EU. Regjeringen har gått inn for norsk deltakelse i EU-programmene DIGITAL og Horisont Europa, og vil utnytte deltakelsen slik at norske bedrifter og forskningsmiljøer får tilgang til samarbeidspartnere og ressurser innenfor kunstig intelligens, tungregning, IKT-sikkerhet og avansert digital kompetanse. Definisjonen av geodata som ett av fem *high value dataset* anerkjenner betydningen av å utvikle velfungerende geografisk infrastruktur og styrker potensialet for at framtidige utlysninger vil kunne omfatte forskningstemaene i denne strategien.

Muligheten avhenger imidlertid av at EU prioriterer relevante forskningstema i sine utlysninger. Videre vil det være avgjørende at norske geodataetater er attraktive samarbeidspartnere i internasjonale konsortier, at de søknadene som sendes inn faktisk oppnår finansiering og at det finnes midler til å dekke underfinansieringen av kostnader i EU-prosjekter.

Det er krevende og kostbart å nå opp i konkurransen med søknader på EU-nivå. Suksessraten ved EU-søknader er på om lag 10-15 %. Det betyr at det må legges mye arbeid og ressurser i akkvisisjonsarbeidet. Prosjektkonsortiene i EU er store, og det er sjelden interesse for å ha med mer enn én partner fra hvert land. Det kan derfor være utfordrende å legge EUs rammeprogrammer som plattform for nasjonalt samarbeid og strategisk styrt FoU-innsats alene. Det må likevel rettes oppmerksomhet og målrettet innsats for å utnytte de mulighetene disse programmene representerer best mulig.

Blant de omtalte ordningene er departementenes direkte finansiering til underliggende etater og grunnbevilgninger til forskningsinstituttene et anliggende mellom etat/institutt og ansvarlig departement. Det kan likevel være behov for koordinerte tiltak. Kartverket, SVV og daværende NIJOS (nå en del av NIBIO) hadde på tidlig 2000-tall en slik samordningsgruppe. Funksjonen er etter hvert overtatt av ulike organer innenfor *Norge digitalt (Samordningsgruppa, teknologiforum, temadataforum etc.).* Det må vurderes om samordningsfunksjonen med hensyn til FoU-virksomheten er tilstrekkelig ivaretatt i dagens organisasjon, og hvordan den ev. kan styrkes.

Med hensyn til ekstern finansiering må det understrekes at Norges forskningsråd ikke disponerer frie midler som kan benyttes til et ev Forskningsprogram for geodatasektoren. Forskningsrådet administrerer forskningsprogram som er initiert og finansiert av departementene. Institutter og etater i geodatasektoren kan søke finansiering til sine prosjekter innenfor eksisterende program.

Adressat for å initiere økt satsing på FoU i geodatasektoren er derfor regjeringen gjennom sektordepartementene. De styrende organer innenfor geodatasamarbeidet må samordne arbeidet for å få på plass en slik satsing.

En satsing på FoU innenfor geodatasektoren kan iverksettes som et forskningsprogram administrert av Norges forskningsråd, men dette er ikke nødvendigvis noen hensiktsmessig løsning. FoU-virksomheten må styres strategisk for å få løst de faktiske utfordringene innenfor sektoren. Erfaringene fra HØYKOM programmet viser at et slikt interdepartementalt forsknings- og/eller utviklingsprogram er en bedre, mer effektiv og målrettet måte å organisere en satsing på.

Samordning med Tiltak-25 (Styrke utdanning i geografisk informasjon)

Forskningsbasert utdanning forutsetter at studentene får innsikt og trening i forskningslignende aktiviteter på alle nivåer i utdanningen. I dag ivaretas dette delvis ved at det er avsluttende oppgaver på mange bachelorprogrammer, og ved at det er krav om selvstendig arbeid for mastergrad og ph.d.-grad.

Tema for gradsoppgaver utformes i stor grad i samarbeid mellom utdanningsinstitusjonene og offentlige og private aktører og veiledning og gjennomføring foregår i nært samarbeid.

For å legge til rette for en målrettet oppfølging av FoU-strategien foreslås det at følgende tas inn i strategien for tiltak 25:

- Tiltak 25 (styrke utdanning i geografisk informasjonsbehandling) må legge særlig vekt på problemstillinger, tema og fagområder som fremheves i FoU-strategien
- Utdanningsstrategien (og utdanningsinstitusjonene) må stimulere til at det utføres MSc- og PhD-gradsprosjekter innenfor de fagtemaene som vektlegges i FoU-strategien
- Aktørene innenfor geodataområdet må bidra med å utforme og konkretisere problemstillinger for MSc og PhD gradsprosjekter innenfor de fagtemaene som vektlegges i FoU-strategien, og bidra med veiledning av studenter som tar fatt på disse oppgavene
- De fagtemaene som vektlegges i FoU-strategien må styrkes i læringsplanene hos utdanningsinstitusjonene
- Det må etableres en tverrfaglig portal for å samle gradsoppgaver og synliggjøre disse for private og offentlige aktører

Forholdet til FAIR-prinsippene

FAIR-prinsippene[20] er et knippe prinsipper som kan legge til rette for deling og gjenbruk av forskningsdata. Prinsippene ble utviklet under en workshop ved Leiden universitetet i Nederland i 2014 og publisert i - tidsskriftet *Scientific Data* 2016[21]. Prinsippene er et veiledende rammeverk med sikte på at forskningsdata skal være gjenfinnbare (*findable*), tilgjengelige (*accessible*), *interoperable* og gjenbrukbare (*reusable).* Norges forskningsråd oppfordrer til at de internasjonale FAIR-prinsippene følges.

Det er ikke utarbeidet konsistente retningslinjer for hvordan prinsippene skal iverksettes. Det kan oppstå inkonsistens i tolkning og bruk av prinsippene. Innenfor geodatasektoren kan prinsippene også komme i konflikt med finansieringsgrunnlaget for produksjon og vedlikehold av detaljerte geodata. Det er behov for en felles, tverrsektoriell forståelse for rammeverket når slike prinsipper anvendes på geografisk data hvor formålet i utgangspunktet ikke er forskning, men hvor data likevel benyttes i forskning.

I Norge har Norges forskningsråd en egen policy for tilgjengeliggjøring av forskningsdata[22]. Data som allerede finnes uavhengig av forskningen som skal gjennomføres, betegner Forskningsrådet som *kildedata*. Dette er informasjon som er innhentet til et annet formål enn forskning. Slike *Kildedata* omfattes ikke av retningslinjene i Forskningsrådets policy.

Eksisterende geodata framskaffet for andre formål enn forskning, men som benyttes i forskningsarbeid, er *kildedata* i Forskningsrådets forstand, og det er ingen krav om praktisering av FAIR prinsippene for slike data. Samtidig kan en nasjonal geografisk infrastruktur som Norge digitalt betraktes som en måte praktisere FAIR-prinsippene på, tilpasset norske behov og rammebetingelsene for offentlig geodatavirksomhet i Norge.

Et sentralt tema er å sikre at FoU-prosjekter som har geografiske data som resultat, har leveranser som er utnyttbare i den nasjonale geografiske infrastrukturen. Kartverket, med støtte fra NGU og HI har definert en anbefalt implementasjonspraksis der det er snakk om geografiske data[23]. Det er ønskelig at sektoren i så stor grad som mulig gjenbruker standarder og opplegg som allerede fungerer godt, og samtidig utvikler en praksis som er hensiktsmessig for sektoren.

[20] https://www.force11.org/group/fairgroup/fairprinciples
[21] https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18
[22] https://www.forskningsradet.no/contentassets/e4cd6d2c23cf49d4989bb10c5eea087a/policy-for-apen-tilgang-til-forskningsdata.pdf
[23] https://www.geonorge.no/Geodataarbeid/veiledere/

Tiltak knyttet til FAIR-prinsippene:

- Utvikle og dokumentere sektorens forståelse og praktisering av FAIR-prinsippene slik at forskningsdata blir utnyttbare i den nasjonale geografiske infrastrukturen.
- FAIR-prinsippene må praktiseres i henhold til avtalte prinsipper i sektorens FoU-prosjekter

Involvering av eksterne aktører

Geodatastrategien er regjeringens strategi og gjelder primært for de delene av offentlig sektor som er berørt av Lov om infrastruktur for geografisk informasjon (geodataloven)24. Eksterne aktører vil i denne sammenheng være andre parter som berøres. Med hensyn til en FoU-strategi er dette Norges forskningsråd, Direktoratet for forvaltning og IKT (Difi), forskningsinstitutter utenfor offentlig sektor og i vid forstand også privat sektor (både innenfor og utenfor geodataområdet).

Selv om Geodatastrategien er regjeringens strategi kan det være hensiktsmessig å betrakte sektordepartementene som eksterne aktører når det skal utarbeides en egen FoU-strategi, siden departementene ikke er involvert i arbeidet med strategien, men besitter det nødvendige virkemiddelapparatet.

Private firma omfattes ikke av FoU-strategien, men vil likevel være en samarbeidspartner. Private firma har flere roller knyttet opp mot offentlig geodatavirksomhet. Private firma driver datafangst og er leverandør av data inn i informasjonskjeden. Private firma deltar i standardiseringsarbeidet og er også brukere av offentlige geodata, både som tjenesteleverandør for offentlig sektor og som innhold i andre tjenester. I tillegg utvikler private firma mye av teknologien som benyttes i den offentlige geodatasektoren. Det vil derfor være formålstjenlig med et nært FoU-samarbeid mellom offentlig og privat sektor. Det kan skje ved at private aktører deltar i FoU-prosjekter som iverksettes og ved at privat sektor inviteres med på felles arenaer og i kommunikasjonsnettverk for FoU i geodatasektoren. Målet vil være felles kunnskapsbygging gjennom FoU-prosjekter, og bedre forståelse og ivaretagelse av behovene den geografiske infrastrukturen skal dekke framover.

5 Tiltak

Gjeldende geodatastrategi har varighet ut 2025. En FoU-strategi vil minst ha samme varighet, men kan også ha en varighet ett eller to år ut over dette. Det siste begrunnes med at en ny overordnet Geodatastrategi ikke nødvendigvis vil ha en ferdig FoU-strategi. Det kan imidlertid også legges til rette for at en revisjon av FoU-strategien inngår i arbeidet med en ny versjon av Geodatastrategien. Dette er spørsmål som må behandles av Styringsgruppa.

Godkjenning

FoU-strategien godkjennes av Samordningsgruppa for geografisk informasjon. Samordningsgruppa avgjør om strategien skal behandles av andre organer, for eksempel Nasjonalt geodataråd. Arbeidsgruppa som utarbeider forslag til strategi, vil forholde seg til Samordningsgruppa.

Konkrete tiltak som kan vurderes av Samordningsgruppa

- Etablere en sikker, langsiktig og målrettet forskningsfinansiering for videreutvikling av geografisk infrastruktur. Aktuelle tiltak kan være
    - et eget forskningsfond innenfor Norge digitalt ved å sette av en andel (anbefalt 3 % i tråd med EU og Norges overordnede mål for FoU ift BNP) av omsetningen til dette. Midlene benyttes til å finansiere FoU-prosjekter i tråd med strategien, ev til dekning av "egenandeler" i slike prosjekter når de finansieres gjennom ordninger som krever "egenandel".

[24] LOV-2010-09-03-56 Geodataloven

Aktuelle eksempler på slike modeller er Fondet for forskningsavgift på landbruksprodukter og Forskningsmidler over jordbruksavtalen.
    - Utnytte potensialet i *Meld. St. 22 (2020 – 2021) Data som ressurs — Datadrevet økonomi og innovasjon* og en ev iverksettelse av et nasjonalt program for videreutvikling av den geografiske infrastrukturen. En langsiktig satsing i form av et program må ha en andel avsatt til FoU som sikrer at programmet innrettes til å ta inn ny kunnskap om teknologi og metodikk i realiseringen. Også her anbefales en andel på 3%.
    - Etablere et FoU-program innenfor geodatasektoren, enten ved finansiering via Forskningsrådet eller i form av et uavhengig program.
- Etablere møtesteder for medarbeidere fra ulike domener, som er aktivt involvert i FoU-arbeid innenfor geografisk infrastruktur.
    - (Vurdere) et eget FoU-forum for markedsføring, informasjonsutveksling og initiering av prosjekter. Et slikt forum bør favne videre enn bare Norge digitalt. Et slikt forum må ha en ansvarlig koordinator (sekretariat). Det kan vurderes om dette også bør involvere utdanningssektoren og tiltak under T25
    - Fast sesjon på Geomatikkdagene (arrangert av GeoForum)
    - Undersøke organisasjonen buildingSMART Norge med sikte på eventuell overføring av arbeidsmetoder og god praksis
- Inkludere privat sektor på en hensiktsmessig måte
- Etablere en prosess med Norges forskningsråd med sikte på å innarbeide prioriterte tema fra geodatastrategien i fremtidige utlysninger.
- Etablere en prosess med Innovasjon Norge med sikte på å finansiere utviklingsarbeid i privat sektor som understøtter FoU-strategien.
- Ta initiativ til samarbeid og forankring av FoU-strategien for geodatasektoren hos de nasjonale kompetansesentrene som bygges opp som del av EU-satsingen, f. eks. innenfor tungregning og kunstig intelligens
- Se til at problemstillinger og innspill til mulige konsortier rettet mot EUs forskningsprogram blir et fast tema i et ev felles FoU-forum

Konkrete tiltak som kan vurderes av etatene

- Etater som har grunnfinansiering fra Norges forskningsråd, kan disponere noe av dette til å iverksette forskning i tråd med FoU-strategien
- Etater med statsoppdrag kan i dialog med eierdepartement sikre forankring for å disponere noe av statsoppdraget til å iverksette FoU i tråd med FoU-strategien
- Bidra til økt samarbeid om FoU gjennom å delta på møtesteder for medarbeidere som er aktivt involvert i FoU-arbeid i etatene
- Delta i gjennomføring av FoU initiert gjennom Samordningsgruppas tiltak (ovenfor)
- Delta i internasjonale faglige nettverk og etablere samarbeidskonstellasjoner, og om FoU
- Utforme og konkretisere problemstillinger for MSc- og PhD-gradsprosjekter innenfor fagtemaene som vektlegges i FoU-strategien, og bidra med veiledning av studenter som tar fatt på disse oppgavene
- Bygge og utnytte internasjonale nettverk med sikte på deltagelse i relevante, EU-finansierte eller EØS-finansierte forskningsprosjekter