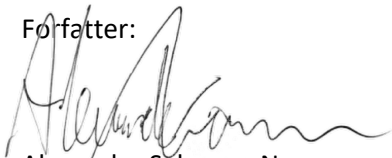


# GJENNOMGANG OG ANBEFALINGER TIL NASJONAL INFRASTRUKTUR FOR LANDØKOLOGISKE KART (FALK)

Førfatter:



Alexander Salveson Nossun

[alexander.nossum@norkart.no](mailto:alexander.nossum@norkart.no)

Innovasjon- og digitaliseringsansvarlig, Norkart AS

## Ambisjoner og potensial

Miljødirektoratet har identifisert at økt bruk av fjernmåling – i en bred definisjon – vil kunne effektivisere kartlegging av naturtyper og egenskaper mer presist, raskere og mer kostnadseffektivt for større landområder. Utviklingen av tilgjengelighet på rådatakilder har eksplodert med jordobservasjonsprogrammer (EO) fra både NASA, NOAA og ESA. Dette i tillegg til private selskaper og prosjektbasert tilgang. Samtidig med enklere tilgang til rådata har metodikk, teknologi og beregningskapasitet hatt en tilsvarende vekst. Spesielt maskinlæring og kunstig intelligens (ML / AI) har de siste årene fått større oppmerksomhet og praktisk anvendbarhet for prediksjon og tolkning av billedata i en geografisk kontekst.

Det er flere utfordringer som reiser seg for Miljødirektoratet i å anvende fjernmåling og toppmoderne teknologi på en effektiv måte. På tradisjonelle metoder vil kartlegging gjøres som prosjektbaserte oppdrag hvor leverandører vil inneha fullstendig ansvar for hele prosessen – fra anskaffelse av rådata til produksjon av sluttprodukt. Det er åpenbart at store deler av prosessen vil være overlappende fra gang til gang og på tvers av ulike leverandører. Gjenbruk av allerede opparbeidet rådata, kalibreringsparametere, analyseklare data, treningsdata/samples og algoritmer/metoder vil gi konkrete gevinster både på kostnader og tidsbruk samt også stimulere til videreutvikling av kompetanse og metoder på tvers av leverandører, etater og forskning/utdanning.

Sporbarhet og tillit til resultater fra kompleks dataprosessering er av økende viktighetsgrad. Algoritmer og datamengder er i dag store og komplekse – som gjør at det ikke naturlig vil være gjennomskiktig for brukere og beslutningstakere om prosessen er av god eller dårlig kvalitet – ei heller om det er basert på sannheter eller falske data. Dette vil gjelde naturtypekartlegging nå og i fremtiden ved bruk av fjernmåling og vil stille krav til lagringsstrukturer, lisensiering og innkjøpsbetingelser.

Digitaliseringsrundskrivet<sup>1</sup>, Digitaliseringsstrategien<sup>2</sup>, DIFI sine retningslinjer<sup>3</sup> samt flere andre offentlige premissgivere er tydelige på å ønske gjenbrukbarhet, digital effektivisering og kunnskapsutvikling på tvers ved bruk av åpne prinsipper. Innenfor forskning og utdanning har F.A.I.R. prinsippene<sup>4</sup> blitt en norm for å sikre god dataforvaltning og vil være en naturlig kilde til inspirasjon for offentlig dataforvaltning.

Men hvordan stimulere og kravstille effektiv gjenbruk? Og hvordan sikre sporbarhet og gjenfinnbarhet (provenance) på sluttprodukter?

Gjennom de ulike pilotprosjektene har et godt grunnlag for erfaringsgrunnlag blitt lagt. Denne rapporten gjennomgår nøkkelkvaliteter fra prosjektene, reflekterer rundt aktuelle teknologitrender og anbefaler tydelige veier forover for å sikre gevinstpotensialet til Miljødirektoratet.

---

<sup>1</sup> <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/digitaliseringsrundskrivet/id2623277/>

<sup>2</sup> <https://www.regjeringen.no/no/tema/statlig-forvaltning/ikt-politikk/digitaliseringsstrategi-for-offentlig-sektor/id2612415/>

<sup>3</sup> <https://www.difi.no/fagomrader-og-tjenester/digitalisering-og-samordning/nasjonal-arkitektur/informasjonsforvaltning/rammeverk-informasjonsforvaltning>

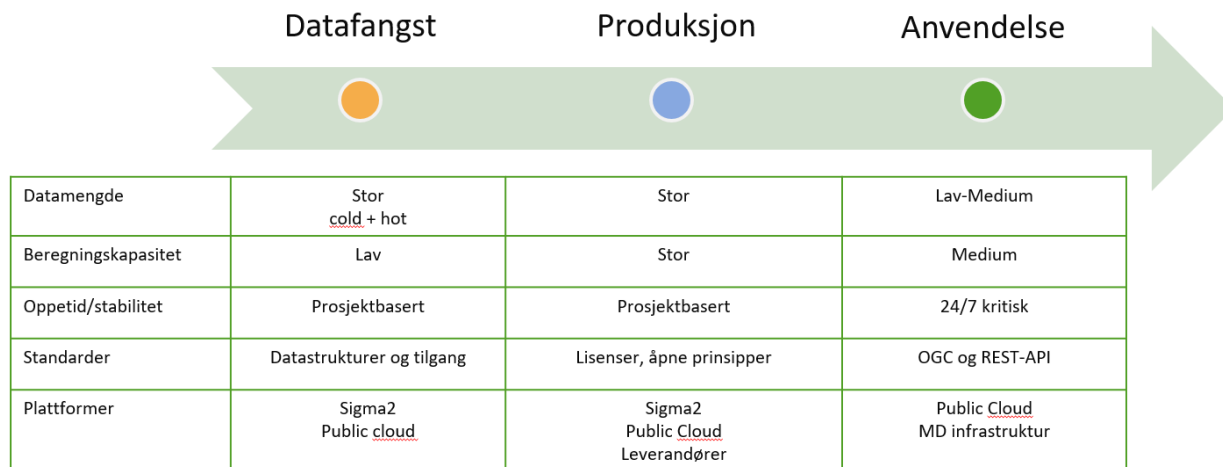
<sup>4</sup> <https://www.nature.com/articles/sdata201618>

## Verdikjeder i dataforvaltning og dataproduksjon

Kartlegging ved bruk av fjernmåling er preget av teknologi- og dataintensive prosesser og kan betraktes som en verdikjede som går fra råvare til ulike grader av bearbeidede produkter frem til et ferdig produkt. Verdikjeder har ulike steg med sine ulike karakteristikk og behov, ulike interessegrupper og ulike teknologibehov. Ved å betrakte dette som verdikjeder vil det være enklere å identifisere potensial for gjenbruk, rasjonalisering og muligheter for effektiv fellesplattformer.

Figur 1 viser karakteristikk i hoveddeler til dataverdikjeden fra datafangst til anvendelse. Som figuren viser er det varierende behov i de ulike stegene. Det er også varierende gevinstpotensial med tanke på gjenbruk i de ulike stegene. Datafangst har det desidert største gevinstpotensialet med tanke på gjenbruk av rådata, analyseklare data og treningsdata/samples/ground-truth. Samtidig ligger det et fremtidig potensial for gjenbruksgevinster i produksjonsleddet som bør tas høyde for allerede nå ved for eksempel prinsipper, krav og lisensering ved innkjøp.

Ved anvendelsen av ferdige datasett er det i stor grad forholdsvis divergerende behov i forhold til datafangst- og produksjonstegene. Det er større behov for operasjonell oppetid og stabilitet, krav til beregningskapasitet er mindre men mer langvarige. Datamengdene rundt anvendelse er også betraktelig mindre enn i tidligere deler. Dette peker mot plattformer som public cloud og gjenbruk av eksisterende publiseringsplattformer i egne driftssenter.



*Figur 1: Karakteristikk i hoveddeler til verdikjeden fra datafangst til anvendelse.*

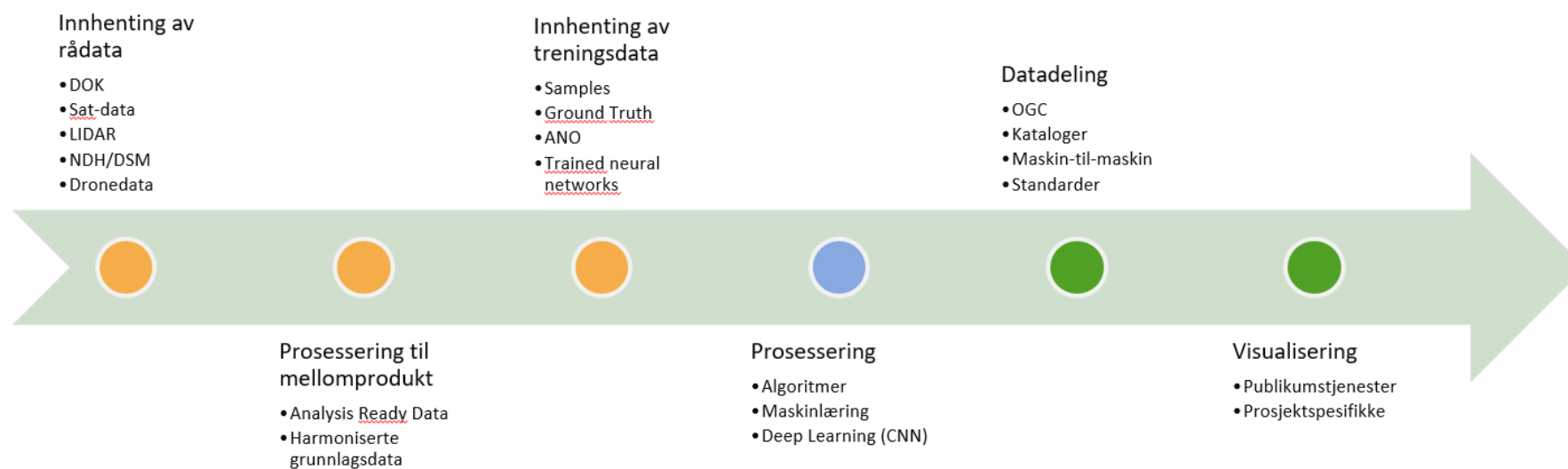
Figur 2 viser stegene i verdikjeden brutt ned ett nivå for å enklere identifisere gjenbrukspotensial og få en bedre forståelse av detaljene i komponenter som inngår og som kan være gjenstand for gjenbruk og arkivering/sporbarhet. I de første stegene av datafangst er det i stor grad overlappende eksisterende infrastruktur tilgjengelig for tilgang til rådata – for eksempel nasjonalt bakkesegment/MET, Sentinelhub, Earth on AWS, Earth on Azure, GeoNorge, Høydedata.no og en serie private nasjonale leverandører. Gjenbruk av eksisterende tjenester på dette området er rasjonelt – samtidig knyttes det

utfordringer til faktum at å flytte algoritmer nær data ofte er mer effektivt enn å kopiere data til algoritmene. Dette handler i stor grad om båndbredde og tilgangsmekanismer i teknologi som blir valgt. Det er viktig å være bevisst hvilke plattformer og retningslinjer som blir valgt for å unngå ineffektivitet og i verste fall fordyrende ledd. Eksempelvis vil et oppsett med prosessering og arkivering i Sigma2 og rådata fra Nasjonalt bakkeselement/MET være tilrettelagt for god datanærhet – det vil også et oppsett med prosessering i AWS og rådata i Earth on AWS være. Men kostnadsbilder og muligheter for data-lock-in vil være svært forskjellig.

Mellomprodukter og treningsdata er begge gjenstand for å kunne gjenbrukes med stort hell. Begge ledd vil være tett knyttet til de aktuelle fagdomenene og metodene. For å sikre effektiv gjenbruk er det nødvendig å ha dette i en felles infrastruktur med stor grad av åpenhet og med styrende prinsipper for gjenbruk og bidrag i innkjøp av prosjekter.

Prosesseringsleddet skiller seg fra datafangstleddet ved at både tekniske komponenter og algoritmer/metoder er i rask utvikling. Det vil være naturlig å tenke seg at både leverandører, offentlig skytjenester og nasjonale infrastrukturer vil være i utakt med hverandre og kunne veksle mellom å tilby best egnet beregningskapasitet i tidene fremover. Utvikling av modeller, algoritmer og metoder er også i rask utvikling. En klar pådriver er bruk av Open Source-prinsipper med store bidrag fra internasjonale teknologigiganter, større forskningsmiljøer og offentlig virksomhet – i åpne økosystem med mindre miljøer. Det vil være sterkt å anbefale at Miljødirektoratet stimulerer til åpen utvikling og gjenbruk/videreutvikling av metoder og modeller. Opptrente nevrale nettverk er et godt eksempel på dette, hvor det er «dyrt» å trene nettverk – og «billig» å anvende nettverkene.

For å oppnå gevinster innenfor prosessering vil det i stor grad *ikke* dreie seg om hvor/hvilken beregningsinfrastruktur som velges, men i større grad dreie seg om innkjøpskrav spesielt knyttet til lisensiering og rettigheter til åpen publisering og gjenbruk. Dette vil være i konflikt med en del forretningsmodeller i bransjen som bygger rundt lisensmodeller hvor algoritmer/modeller er forretningshemmeligheter.

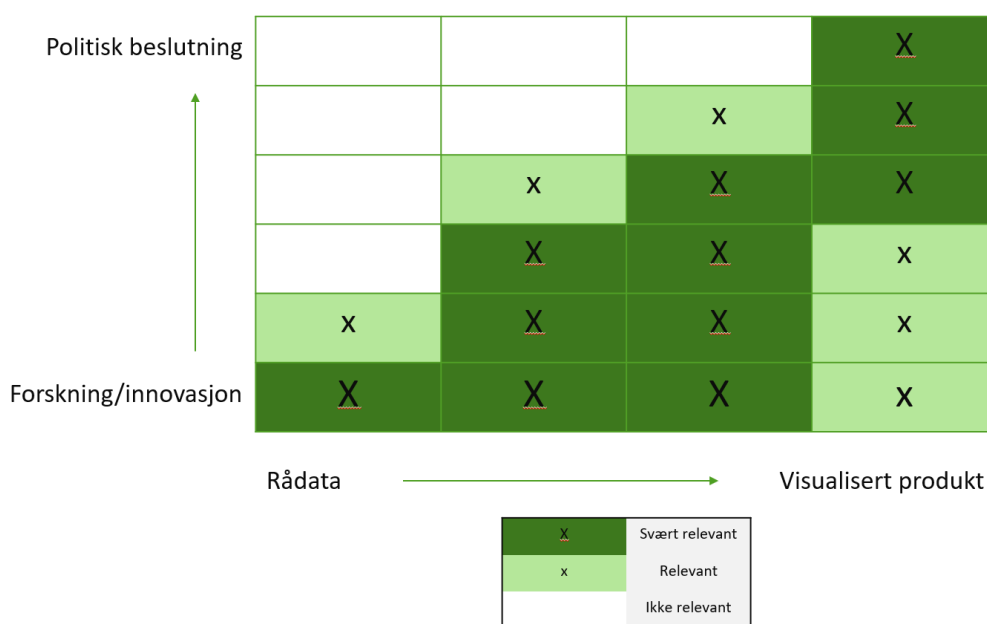


Figur 2: Detaljerte steg i verdikjeden til data produsert ved bruk av fjernmåling

### Interessegrupper for verdikjedestegene

Verdikjeden beskriver både ulike foredlingssteg av dataprodukter og metoder – og også forvaltning av sluttprodukter. Interessegruppene for de ulike stegene og de ulike dataprodukter er svært brede og omfavner mange ulike grupper fra både offentlig sektor, privat sektor og utdanning/forskning. Eksempelvis har det gjennom arbeidet i pilotprosjektene blitt diskutert interessegrupper som; Fylkesmannen, Kartverket, Norge Digitalt/GeoNorge, Kommuner, Artsdatabanken, Landbruksdirektoratet, Vegvesenet, Rådgivende ingeniører, Vitenskapelige museer, private forskningsinstitutter samt utdanningsinstitusjoner relevant for fagdomene.

I utarbeidelse av en infrastruktur er det essensielt å være bevisst de ulike interessegruppene og deres behov for *ulike* deler av verdikjeden til både rådata, dataprodukter og algoritmer/metodikk. I figur 3 illustreres sammenhengen mellom interessegrupper og verdikjeden av dataprodukter/metodikk. Det er naturlig å evaluere nærmere nytteverdi blant de ulike interessegruppene for å styre prioriteringer på innsats som legges i å fasilitere de ulike bruksområdene. For eksempel er det lite hensiktsmessig i å investere innsats i rådatatilgang tilpasset politiske beslutningsprosesser, da disse henter sin primære nytteverdi gjennom visualiserte sluttprodukter.



Figur 3: Nytteverdi av ulike steg i dataverdikjeden for ulike interessegrupper

## Nøkkelkvaliteter fra pilotprosjekter

De ulike pilotprosjektene har i forskjellige faser utforsket problemstillinger knyttet til produksjon av landøkologiske kartdata basert på fjernmåling og infrastruktur knyttet til produksjon og forvaltning. Pilotene har i sin natur fått forskjellige utgangspunkt og har gjennomført arbeidet med en stor breddevariasjon på både tilnærming til infrastruktur og tilnærming til selve produksjonsprosessene – både teknologisk sett og fra et domeneperspektiv. I det følgende oppsummerer vi de viktigste nøkkelkvalitetene ved de ulike pilotprosjektene relativt til en infrastruktureddiskusjon. De domenespesifikke resultatene er ikke vurdert i denne sammenhengen og vil gjøres av Miljødirektoratet sine fageksperter på de ulike aktuelle fagområdene.

### Science & Technology

Konsortiet jobbet ikke under FALK-prosjektet direkte, men stammer fra SØG-prosjektet. Allikevel er det svært mange fellesnevnerer som bør trekkes mellom ulike prosjekter siden kartlegging basert på fjernmålingsdata og bruk av maskinlæring/kunstig intelligens har sammenfallende metodikk og utfordringer uavhengig av fagdomene de klassifiserer. Konsortiet har en vitenskapelig tilnærming til skogøkologisk kartlegging basert på åpent tilgjengelige data, metodikk og verktøy. Innhenting av rådata er gjort semi-manuelt og åpenbart krevd en del innsats, både for laserdata/høydedata og satellittdata. Prosesseringen av rådata til harmoniserte grunnlagsdata er utviklet i prosjektet. Selve prosesseringen er gjennomført på maskinvare med stor tilgang til prosesseringsressurser (compute). Det er brukt egenprodusert Python-script i kombinasjon med åpne software-biblioteker. Resultatene, både algoritmer, metoder samt alle datasett søkes å gjøres tilgjengelig åpent via ulike distribusjonsmekanismer som GitLab og ftp-servere.

Piloten gir et godt eksempel på behovet for en felles infrastruktur for deling av resultater og i hvilken form disse resultatene skal leveres på. Med resultater i betydningen, algoritmer som er utviklet og implementert, treningsdatasett og datasett – både grunnlagsdata og ferdig resultatprodukter. Piloten synliggjør også en effektiviseringsgevinst ved å samordne standard rådata og treningsdata/samples til bruk i denne type prosjekter.

### Blom

Pilotprosjektet er gjennomført med en grundig domenefaglig metode hvor fageksperter har vært knyttet tett til selve produksjonsløypene. Piloten er gjennomført som en prosjektbestilling tilsvarende som et tradisjonelt innkjøp av kartproduksjon. Prosjektet har benyttet Blom sin egen infrastruktur som mest sannsynlig er Norges ledende på kartleggingsprosjekter og dermed har tilgjengelig rådata som har vært relevant som grunnlag i prosjektet. Arbeid knyttet til innhenting av rådata og bearbeiding til harmoniserte grunnlagsdata er dermed ikke en større problemstilling for leverandøren. Blom/Terratec kan sies å være i en særstilling for dette med tanke på deres ledende rolle som aktør i denne bransjen. Programvaren som benyttes er en kombinasjon mellom egenutviklet og lisensierte verktøy uten et behov for ekstreme prosesseringsbehov.

Piloten gir et godt eksempel på et behov for tydelig innkjøpskompetanse og rutiner for å kunne utnytte bredden i leverandørmarkedet og bestille leveranse av data, algoritmer, treningsdata og opptrente

nevrable nettverk som vil gi gjenbruksgevinster for potensielt andre leverandører. Lisensbegrensninger på programvare og prosjektutviklede algoritmer er også en problemstilling som reises. Skal leverandøren levere algoritmer åpent for gjenbruk, lukket men med innsyn – eller fullstendig lukket. I det konkrete tilfellet har leverandøren tilgang til relevante rådata på egen infrastruktur – dette vil i all hovedsak være rådata som Miljødirektoratet har tilgang til selv via offentlig tjenester, som Copernicus/Bakkesegmentet, Norge Digitalt, GeoNorge m.m. En felles tilgjengelig infrastruktur med tilhørende tilganger til rådata vil i denne type tilfeller være bidragsyter til å forhindre dobbelinnkjøp av rådata fra leverandører, til tross for at de sitter på egen infrastruktur. Dette vil gi et mer harmonisert konkurransegrunnlag og potensielt åpne for at flere leverandører kan levere på denne type prosjekter. Samtidig demonstrerer pilotprosjektet en svært god leveransekapasitet til en privat leverandør uten noe spesielt behov for felles infrastruktur utover å peke på behovet for økt mengde og kvalitet på treningsdata.

### PCI / TerraNor

Pilotprosjektet bygger på lisensbaserte softwareløsninger fra PCI og eCognition. Produksjonsprosessene er integrert ved bruk av Python-API'ene til softwareløsningene, som lar en kjøre skreddersydde prosesser og utvikle på toppen av softwareplattformene. Resultatene kan produseres som data inn i en OpenDataCube eller som rene dataleveranser. Infrastrukturforslaget baserer seg på en komplett stack av PCI sin software i kombinasjon med eCognition og er i all hovedsak et programvareinnkjøp der hardware og drift vil kunne være både i cloud, egen IT-drift eller muligens driftsstrukturer som Sigma2.

Det vektlegges produksjonskvaliteten av mellomdata: Analysis Ready Data (ARD) som skal ha en høyere kvalitet enn det som er normal standard for ESA og andre. Produksjonsmetodene for ARD er gjennom PCI sine løsninger hvor PCI er eier av intellektuelle rettigheter. Selve dataproduktene vil naturligvis ikke inneha lisensbegrensninger – men det vil være rom for å problematisere reproduserbarheten til resultater som er bygget på bakgrunn av lukkede algoritmer. I en anskaffelse vil denne type problemstillinger være relevant å få klarhet i.

Pilotprosjektet gir et godt eksempel på en produksjonsløype for de aktuelle kartdatalagene. Med tanke på en nasjonal infrastruktur for gjenbruksgevinster og dataforvaltning peker pilotprosjektet på OpenDataCube som en løsning heller enn selve produksjonssoftwaren.

### NINA / Mundialis

Pilotprosjektet benytter NIRD i Sigma2 som lar en kjøre software i lukkede containere ved bruk av Docker i tillegg til skalerbare lagringsstrukturer. Dette er en høyst fleksibel løsning og spesielt egnet for systemer som har behov for stor prosesseringskraft over en relativt kort periode. Containerteknologi er i tillegg en fleksibel arkitektur som er effektiv for å isolere «ansvar» til teknologikomponenter. Piloten demonstrerer et rikt sett av mulige komponenter for prosessering og for distribusjon – alle under Open Source-lisenser og også med ulike modningsgrader. Prosjektet demonstrerer effektivt hvordan Sigma2-plattformen kan brukes for å lagre store mengder data og sette opp miljøer for tilpassede prosesseringer samt orkestrere kjøring via prosessverktøy som Actinia og tilsvarende.

Piloten reiser en del interessante spørsmål rundt behovene til en nasjonal infrastruktur. Tilsvarende som de andre pilotene synliggjør behovet for en enklere tilgang til rådata og treningsdata/ground truth. I





tillegg synliggjør piloten mulighetene for å skape en åpen infrastruktur gjennom hele verdikjeden til dataforvaltningen – fra rådata til publikumsdistribusjon. Det er stor spennvidde mellom alle de ulike komponentene som er i spill gjennom prosjektet og evalueringer av kvaliteter ved de enkelte. Prosjektet kan i større grad tolkes som et rikt sett av «proof-of-concepts» på både anvendelse av Sigma2 som plattform kombinert med mange ulike software under Open Source-lisensiering. Brukervennlighet og kvalitetsvurderinger av selve produksjonsløypene vil innebære mer utprøvinger.

## Konklusjoner trukket fra pilotprosjekter

Pilotprosjektene og gjennomgangen i forbindelse med evalueringsarbeidet har trukket frem noen fellesnevnerne og konklusjoner relevante for infrastrukturarbeidet. De overordnede målsettingene er å hente effektiviseringsgevinster og utnytte, samt utvikle toppmoderne teknologi i hele verdikjeden til dataproduksjonen og forvaltningen. I tillegg er det et økende behov for sporbarhet og «provenance», spesielt for bruksområder som medfører større konsekvenser for de involverte.

I det foregående har vi gjennomgått overordnede ambisjoner og hensikt, overordnede betraktninger viktig for en felles infrastruktur, samt en gjennomgang av nøkkelkvaliteter ved de enkelte pilotprosjekter som er gjennomført.

Fra gjennomgangen trekker vi fire konkrete problemstillinger som reises for å oppnå de overordnede målsettinger:

1. Hvordan sørge for effektiv **tilgang** til rådata og lagringsstrukturer for sporbarhet/arkivering
2. Hvordan stimulere til **gjenbruk** av større del av dataverdikjeden – inkludert analyseklare data, treningsdata og algoritmer
3. Hvilke prinsipper og retningslinjer for **innkjøp** av kartleggingstjenester sikrer åpne lisenser/rettigheter som *ikke* forhindrer fremtidig gjenbruk og sporbarhet – men ikke forhindrer konkurranse i et åpent marked.
4. Hvilke gevinster ligger i tverretattlig samarbeid rundt denne type infrastrukturer?

## Anbefalinger for videre fremdrift

Utnyttelse av fjernmåling, maskinlæring og kunstig intelligens i økologisk kartlegging er anvendelse av teknologi og datakilder som er i hurtig endring – både teknologisk og metodisk. Gevinster ved gjenbruk, åpne bidragsmodeller og effektivisering av anskaffelser er godt synliggjort gjennom pilotprosjektene og tilknyttet evalueringsarbeid. Eksisterende nasjonale infrastrukturer og tekniske plattformer som nasjonalt bakkeselement, Meteorologisk Institutt og Sigma2 åpner for effektive muligheter. Samtidig har leverandørbransjen i stor grad tilgang til massive lagringsmuligheter og prosesseringskapasitet som er i en tilsvarende hurtig endring. Ved videre arbeid med en infrastruktur som søker å oppnå de overordnede målsettingene er det essensielt å inneha stor grad av fleksibilitet for å kunne tilpasse og ta i bruk de beste løsninger til enhver tid. En overordnet anbefaling er å gjennomføre halvårslige evalueringer av kost/nytteverdier opp mot valgte tekniske plattformer – for eksempel mellom Sigma2, Public Cloud, egen infrastruktur eller prosjektbasert infrastruktur.

Med dette som utgangspunkt, så foreslås en stegvis plan for videre arbeid som arbeidspakker i prioritert rekkefølge.

### AP0 – Arbeidspakke 0: *Kostnadsavklaringer*

1. Kostnader og avtaler ved bruk av Sigma2, nasjonalt bakkeselement, Miljødirektoratet sin egen infrastruktur og andre relevante plattformer må nærmere avklares. Dette vil gjelde for alle aktuelle brukergrupper av infrastrukturen; offentlig virksomhet, forskningsinstitusjoner, private leverandører og utdanningsvirksomhet.

### AP1 - Arbeidspakke 1: *Datafangst og datalagring*

De største gevinstene ligger per i dag under datafangst og datalagring. Dette steget har dermed høyest prioritet. Arbeidspakken omfatter

1. Utarbeide tilgangsprinsipper til rådata
  - a. For gjenbruk av eksisterende nasjonale og internasjonale kilder
    - i. Nasjonalt bakkeselement
    - ii. Earth on AWS/Azure
    - iii. Sentinelhub/ESA
  - b. For lagring på egen infrastruktur
    - i. Utarbeide lagringsstruktur som er holdbar over tid og enkelt tilgjengelig for prosessering og kopiering. Innhente erfaringer fra MET, AWS, Blom m.fl.
    - ii. Bruke tilsvarende struktur for mellomprodukter og treningsdata
    - iii. Implementere lagringsstruktur og prinsipper på Sigma2

### AP2 - Arbeidspakke 2: *Prosesseringsinfrastruktur*

1. Utarbeide retningslinjer for versjonskontroll og åpne bidragsmodeller av docker-containers, kode og treningsdata/nevralnettverk. For eksempel gjennom GIT for å sikre historikk og sporbarhet. Gjenbruke eksisterende tjenester i MD eller anskaffe/implementere dedikert GIT-miljø. Forutsette bruk av dette ved infrastruktur/anskaffelser.
2. Utarbeide avtaler med Sigma2 for prosesseringskapasitet ved bruk av docker-containere. Foretrekke åpen kodetilgang som Jupyter Notebooks – men tillate lisensiert og lukket programvare. Utrede hvilke konsekvenser bruk av lukket prosesseringsprogramvare har med tanke på sporbarhet og fremtidig gjenbruk.

3. Ikke kravstille bruk av prosessering på Sigma2 – men forutsette tilgang til det valgte prosesseringsmiljø som container/åpen kildekode ved prosjektslutt fra leverandører som velger egne prosesseringsplattformer i anskaffelser.

#### AP3 - Arbeidspakke 3: Etablere rutiner for driftsetting av sluttprodukter

1. Gjenbruke Miljødirektoratet sin eksisterende infrastruktur for publisering og visualisering av geografiske data (ESRI/GeoServer/Nedlastingsportal). Sette opp arbeidsrutiner/automatiserte prosesser for publisering av sluttprodukter fra infrastrukturen på Sigma2.
2. Vurdere implementering av dataflyt mot GeoNorge hvis behov.
3. Utarbeide leveransekrav på sluttprodukter fra prosessering for enklest mulig automatisering av dataflyt til publisering, inklusive formater, metadata, tile-indeksering.

#### AP4 - Arbeidspakke 4: On-demand-analyser

1. Evaluere behovet og nytteverdi av on-demand analyser/prosessering på Sigma2 slik som for eksempel Actinia.
2. Implementere prototyper på samspill/integrasjon av on-demand-analyser på Sigma2 og Miljødirektoratet sin eksisterende publiseringsinfrastruktur.

---

## Referanser og materiell

Miljødirektoratet: Behovbeskrivelse og kravspesifikasjon - FALK – Fjernmåling av landøkologiske kart

Prosjektrapport - Hans Ole Ørka, Marie-Claude Jutras-Perreault, Jānis Gailis, Arvid Svensson, Endre Hansen og Terje Gobakken - Fjernmålingsbasert kartlegging og overvåkning av økosystemet skog

Prosjektrapport NINA - Lise Tingstad, Marianne Evju, Hanne Sickel og Joachim Töpper - Utvikling av nasjonal arealrepresentativ naturovervåking (ANO)

Forslag til gjennomføring, protokoller og kostnadsvurderinger med utgangspunkt i erfaringer fra uttesting i Trøndelag

Presentasjon - TerraNor, UiB, PCI Geomatics - Fase 1 FALK presentasjon

Prosjektrapport - Benjamin Aubrey Robson, Gidske Anderson, Max Koller, Nils Erik Jørgensen, Stewart Wyseman - Norwegian Environment Agency Phase One Report

Prosjektrapport - Benjamin Aubrey Robson, Gidske Anderson, Max Koller, Nils Erik Jørgensen, Stewart Wyseman - Miljødirektoratet Fase Tre Rapport A, Database

Prosjektrapport - Benjamin Aubrey Robson, Gidske Anderson, Max Koller, Nils Erik Jørgensen, Stewart Wyseman - Miljødirektoratet Fase Tre Rapport B, Analyse

Prosjektrapport - Benjamin Aubrey Robson, Gidske Anderson, Max Koller, Nils Erik Jørgensen, Stewart Wyseman - Miljødirektoratet fase Tre, Rapport C, Data leveranse

Prosjektrapport - Stefan Blumentrath, Charlotte Eberz, Mari Anne Killie, Mohamed Babiker, Odd Stabbetorp, Francesco Frassinelli, Matteo De Stefano - Fjernmåling av landøkologisk kart i Nasjonal e-Infrastruktur for Forskningsdata (NIRD). Et infrastrukturforslag med eksempler.

Prosjektrapport - Floris Groesz, Geir Arnesen og Stian Rostad - FALK Fjernmåling av landøkologiske kart Fase 3

Rapport - Arbeidsgruppe / UiT - Behov og finansieringsstrategi for nasjonal e-infrastruktur for forskning for perioden 2020 – 2030