



Evaluering av Norges deltakelse i EUs romprogrammer

Utarbeidet for Nærings- og fiskeridepartementet

Om Oslo Economics

Oslo Economics utreder økonomiske problemstillinger og gir råd til bedrifter, myndigheter og organisasjoner. Våre analyser kan være et beslutningsgrunnlag for myndighetene, et informasjonsgrunnlag i rettslige prosesser, eller et grunnlag for interesseorganisasjoner som ønsker å påvirke sine rammebetingelser. Vi forstår problemstillingene som oppstår i skjæringspunktet mellom marked og politikk.

Oslo Economics er et samfunnsøkonomisk rådgivningsmiljø med erfarne konsulenter med bakgrunn fra offentlig forvaltning og ulike forsknings- og analysemiljøer. Vi tilbyr innsikt og analyse basert på bransjeerfaring, sterk fagkompetanse og et omfattende nettverk av samarbeidspartnere.

Om EUs romprogrammer

Norge er medlem av EUs programmer for jordobservasjon (Copernicus) og satellittnavigasjon (Galileo og EGNOS). EU-romprogrammer er store felleseuropeiske infrastrukturprosjekter som skal tilgjengeliggjøre oppdaterte data og tjenester av høy kvalitet. Programmene skal gi styrket sikkerhet og strategisk uavhengighet for EU, og en viktig målsetning for programmene er å bidra til økt europeisk verdiskaping.

I to finansielle perioder har norsk deltakelse i programmene vært innlemmet i EØS-avtalen. Nåværende periode utløper i 2020, og Norge kan selv bestemme om de skal delta i den neste finansielle perioden fra 2021 til 2027.

Evaluering av Norges deltakelse i EUs romprogrammer/OE-rapport 2019-28

© Oslo Economics, 23. september 2019

Kontaktperson:

Asbjørn Englund / Senior partner

aen@osloeconomics.no, Tel. 913 18 802

Forsidebilde: Sentinel-3 i bane over Norge (Illustrasjonsbilde fra ESA)

Innhold

Sammendrag og konklusjoner	4
1. Innledning	6
1.1 Evalueringens mandat	6
1.2 Analytisk rammeverk	6
1.3 Avgrensninger og forutsetninger	7
1.4 Rapportens oppbygning	7
2. Om EUs romprogrammer og den nasjonale oppfølgingen	8
2.1 Copernicus	8
2.2 Galileo	10
2.3 EGNOS	11
2.4 Norges deltakelse i programmene	11
2.5 Nasjonal administrativ og teknisk oppfølging	13
3. Resultater med og uten deltakelse i programmene	15
3.1 Om vurderingen av resultater	15
3.2 Copernicus	16
3.3 Galileo/EGNOS	21
4. Nytteeffekter gjennom leveranser til programmene	24
4.1 Effekter gjennom verdiskaping	24
4.2 Direkte verdiskaping	24
4.3 Indirekte verdiskaping	27
5. Nytteeffekter gjennom bruk av informasjon fra programmene	28
5.1 Om vurderingen av nytteeffekter gjennom bruk av informasjon	28
5.2 Brukernytte gjennom Copernicus	29
5.3 Brukernytte gjennom Galileo/EGNOS	34
6. Nytteeffekter gjennom oppnåelse av utenrikspolitiske målsetninger	37
6.1 Om vurderingen av effekter for utenrikspolitikken	37
6.2 Programdeltakelsen som et strategisk virkemiddel	37
6.3 Nettverk, innsikt og påvirkningsmuligheter i EU-politikken	39
7. Mernytte, kostnader og effektiviteten til den nasjonale oppfølgingen	41
7.1 Mernytte vs. kostnader	41
7.2 Om den nasjonale administrative og tekniske oppfølgingen	44
8. Referanser	47

Sammendrag og konklusjoner

Norge er medlem av EUs programmer for jordobservasjon (Copernicus) og satellittnavigasjon (Galileo/EGNOS). EUs romprogrammer er store felleseuropeiske infrastrukturprosjekter som skal tilgjengeliggjøre oppdaterte data og tjenester av høy kvalitet. Programmene skal gi styrket sikkerhet og strategisk uavhengighet for EU, og en viktig målsetning for programmene er å bidra til økt europeisk verdiskaping.

I to finansielle perioder har norsk deltakelse i romprogrammene vært innlemmet i EØS-avtalen. Nåværende periode utløper i 2020, og Norge kan selv bestemme om de skal delta i den neste finansielle perioden fra 2021 til 2027. Som en del av beslutningsgrunnlaget for Norges videre deltakelse har Oslo Economics gjennomført en evaluering av romprogrammenes nytte, og vurdert om mernytten for Norge ved deltakelse i programmene er større enn kostnadene.

Copernicus og Galileo/EGNOS er svært ulike programmer, men har til felles at et bredt spekter av aktører innenfor en rekke sektorer har nytte av informasjon fra programmene. Nytteeffektene for Norge har vi klassifisert i tre hovedkategorier; nytteeffekter gjennom leveranser til programmene, nytteeffekter gjennom bruk av informasjon fra programmene og nytteeffekter gjennom oppnåelse av utenrikspolitiske målsetninger. Når det gjelder leveranser til programmene finner vi at kontraktene norske aktører har vunnet har gitt en brutto verdiskaping på 1,5 milliarder kroner, og en netto verdiskaping på 357 millioner kroner. Med netto verdiskaping tar vi hensyn til at arbeidskraften, lokalene og maskinene som går inn i leveransene alternativt kan brukes til å produsere andre varer og tjenester. Det relevante målet på den samfunnsøkonomiske nytteeffekten gjennom leveranser til programmene er derfor 357 millioner kroner.

Gjennom bruk av informasjon fra programmene er det utviklet tjenester som gir kostnadsbesparelser, styrket suverenitetshevdelse og en mulighet for offentlige og private aktører til å treffe mer informerte beslutninger, og gjennomføre tiltak som potensielt fører til bedre miljø, bedre helse, færre ulykker og reduserte kostnader på sikt. Effektene av dette er krevende å prissette. I evalueringen har vi derfor lagt vekt på å identifisere hvilke beslutninger som understøttes, viktigheten av disse beslutningene og tilleggsverdien av informasjon fra satellittene. Flere av tjenestene har bare så vidt blitt operative. Bruken og effektene er derfor foreløpig begrenset, men vi finner at det er lagt et solid fundament for realisering av gevinster på sikt. Med bruk av informasjon fra Copernicus har eksempel Forsvaret fått økt overvåkingskapasitet, NILU har kunnet videreutvikle et verktøy for tiltak mot lokal luftforurensning og NGU har i samarbeid med NVE fått utviklet en landsdekkende tjeneste for kartlegging av deformasjoner i landskapet, herunder nedsynking i byer og bevegelser i ustabile fjellpartier. Når det gjelder satellittnavigasjon gjør samfunnet seg stadig mer avhengig av å kunne bestemme posisjon, fart og tid ved hjelp av signaler fra satellitter. Med Galileo/EGNOS har Europa fått et eget globalt satellittnavigasjons-system (GNSS), og som følge av at det blir flere synlige GNSS-satellitter øker både nøyaktighet og dekning, spesielt i områder som i dag er utsatt for signalskjerming. Mange har derfor nytte av Galileo/EGNOS.

Når det gjelder oppnåelse av utenrikspolitiske målsettinger har deltakelsen i romprogrammene en nytteverdi gjennom om å understøtte målsetninger uttrykt i Nordområdestrategien, Strategien for forskning og høyere utdanning på Svalbard, Havstrategien, Klimastrategien for 2030, Strategien for posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse, digital strategi for utviklingspolitikken og Norge i Europa – Regjeringens strategi for samarbeid med EU. Tilslutt er også programdeltakelsen et virkemiddel for norsk suverenitetshevdelse. Gjennom deltakelsen i EUs romprogrammer har norsk industri vunnet kontrakter om nedlesning av satellittdata fra blant annet stasjoner på Svalbard, Jan Mayen og på Troll-basen i Antarktis. Foruten bidraget til verdiskaping i norsk økonomi understøtter disse kontraktene en tilstedeværelse som er viktig for Norges suverenitetshevdelse til disse områdene.

Et grunnleggende spørsmål i evalueringen er imidlertid om nytten for norske brukere avhenger av Norges deltakelse. Dersom tilgangen på informasjon fra programmene ville vært den samme, og norske bedrifter ville hatt samme muligheter til å konkurrere om kontrakter i programmene uten norsk deltakelse, ville mernytten vært nær null. Slik er det imidlertid ikke. Vi finner at det er en betydelig forskjell på deltakelse og ikke-deltakelse i de to programmene. For Copernicus handler det om hvilke data og tjenester som produseres og tilgjengeliggjøres for norske aktører, for Galileo/EGNOS handler det om hvilke tjenester som blir gjort tilgjengelige og tjenestenes

ytelse for norske brukere. Og for begge programmer handler det om muligheten norske aktører har til å konkurrere om kontrakter. Den identifisere nytten av programmene er derfor i all hovedsak en mernytte som følger av Norges deltakelse i programmene.

Mernyttens motsvar er en betydelig kostnad for deltakelsen. Til nå, ett år før den nåværende finansielle perioden utløper, har Norge betalt 2,6 milliarder kroner for deltakelsen i programmene. For den neste finansielle perioden, fra 2021 til 2027 er det antatt at Norges samlede bidrag vil bli på 3,4 milliarder kroner. I tillegg kommer kostnader knyttet til forskning, utvikling og implementering. Fra 2013 til 2019 er det bevilget 178 millioner kroner til nasjonal administrativ og teknisk oppfølging av programdeltakelsen, men disse midlene dekker ikke de fulle kostnadene ved bruk av satellittdata fra programmene hos norske brukere. Dersom Norge ikke forlenger deltakelsen i EUs romprogrammer frigjøres betydelige midler som kan brukes for å kompensere for kontrakter, tjenester og utenrikspolitisk anseelse som går tapt uten videre deltakelse. Dersom vi i vurderingen av programdeltakelsen kun tar hensyn til målsetninger innenfor et enkelt, eller et fåtall samfunnsområder, så ville andre og mindre kostbare tiltak kunne gi høyere måloppnåelse. Det er imidlertid bredden i antall målsetninger og beslutninger som understøttes som er det spesielle ved programmene, og som i sum gjør at vi vurderer mernytten som større enn kostnadene, gitt en videreføring av deltakelsen. De viktigste momentene som vil bidra til mernytte for Norge gjennom en forlenget norsk deltagelse i EU-romprogrammer er:

Fortsatt muligheter for norsk industri

Forlenget deltakelse i romprogrammene vil fortsatt gi norsk romindustri mulighet til å konkurrere om kontrakter. Brutto og netto verdiskaping fra leveranser til programmene har til nå summert seg til henholdsvis 1,5 milliarder og 357 millioner kroner, og det er å forvente at norsk industri også i neste finansielle periode vil sikre verdifulle kontrakter. Norsk romindustri er en høyproduktiv næring, som er konkurransedyktig innenfor sine nisjer. Målt etter tildelte kontrakter er Norge det 6. største landet i Copernicus, med en andel av kontraktene som overstiger andelen av midler som Norge betaler for programdeltakelsen.

Realisere nytten av utviklede tjenester

Det tar tid å utvikle og implementere tjenester basert på satellittdata, men flere nasjonale tjenester utviklet for norske brukere er nå operative, og effektene antas å komme på sikt. Uten videre deltakelse vil de fleste tjenestene helt eller delvis miste sin funksjon og nytte som følge av dårligere datatilgang. I tillegg pågår flere utviklingsinitiativ, og det er å forvente at både informasjon fra eksisterende satellitter kan få utvidet bruksområde, og at nye satellitter kan bidra i utviklingen av nye tjenester til nytte for samfunnet.

Legge til rette for forskning og utvikling

Data fra Copernicus Sentinel-satellitter, tilgjengeliggjort gjennom det nasjonale bakkesegmentet, utgjør en form for grunninfrastruktur som kan komme til anvendelse både i forskning og til utvikling av tjenester. En av de viktige fordelene med Sentinel-dataene er forutsigbarheten de gir. Man vet hva som kommer av data både i dag, i morgen og i årene som kommer. Denne vissheten muliggjør investeringene som må til for å omgjøre dataene til operative tjenester. Det er imidlertid ikke bare gjennom datatilgang at programdeltakelsen tilrettelegger for forskning og utvikling. For flere av forskningsinstitusjonene er nettverkene og kontakten med andre europeiske kompetansmiljøer som norske aktører får tilgang på gjennom deltakelsen i romprogrammene av stor betydning.

Suverenitetshevdelse

Gjennom deltakelsen i EUs romprogrammer har norsk industri vunnet kontrakter om nedlesning av satellittdata fra blant annet stasjoner på Svalbard, Jan Mayen og på Troll-basen i Antarktis. Disse kontraktene understøtter en tilstedeværelse som er viktig for norsk suverenitetshevdelse til disse områdene. Norge har et absolutt fortrinn i å drive nedlesning av satellittdata som følge av den geografiske beliggenheten til både Svalbard og Troll-basen. Å skulle kompensere for et bortfall av denne typen kommersiell virksomhet med annen kommersiell virksomhet på Svalbard og Troll-basen er ikke enkelt. Og sannsynligvis ville en større andel av kostnaden for å sikre tilstedeværelse på Svalbard og på Troll-basen falle på offentlige budsjetter.

Understøtte utenrikspolitiske målsetninger

Gjennom videre deltakelse unngår Norge et omdømmetap og tap av kunnskap, innsikt, innflytelse og nettverk som er viktige for Norges øvrige utenrikspolitiske målsetninger og satsinger. Innsikten Norsk Romsenter og andre oppnår gjennom deltakelsen i programmene vil også ha betydning for muligheten til å informere og posisjonere norsk industri og andre norske kunnskapsleverandører for kontrakter med programmene. Med et bredt nytteperspektiv, som det vi anlegger i evalueringen, må det også tas hensyn til betydningen det har for Norge å understøtte internasjonalt samarbeid, og romprogrammene er en viktig brikke i det europeiske samarbeidet.

1. Innledning

1.1 Evalueringens mandat

Norge er medlem av EUs programmer for jordobservasjon (Copernicus) og satellittnavigasjon (Galileo og EGNOS). I to perioder har norsk deltakelse i programmene vært innlemmet i EØS-avtalen. Innlemmelsen gjelder for den inneværende finansielle perioden i EU, som utløper i 2020. Deretter må eventuell videre norsk deltakelse innlemmes på nytt. Neste finansielle periode går fra 2021-2027.

På oppdrag for Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) har Oslo Economics evaluert nytten av Norges deltakelse i romprogrammene. Evalueringens hovedproblemstillinger har vært:

- Hvilken nytte har Norge av at programmene eksisterer?
- Hvilken mernytte har Norge av å delta i programmene?
- Overstiger mernytten kostnadene ved norsk deltakelse?
- Er den nasjonale administrative og tekniske oppfølgingen av programmene effektiv?

Evalueringen er gjennomført i tidsrommet mars-september 2019.

1.2 Analytisk rammeverk

Nytten av romprogrammene, og mernytten Norge har av å delta i programmene, kommer til uttrykk på ulike måter. Romprogrammene er et virkemiddel for å skape en bedre, mer effektiv forvaltning, og med det bedre offentlige tjenester. Det er også et næringspolitisk virkemiddel, et forskningspolitisk virkemiddel og det berører ulike fasetter av utenrikspolitikken, herunder miljø- og klimapolitikken, utviklingspolitikken, europapolitikken med mer. Nytteeffektene fra programmene er fordelt på en rekke ulike aktører og brukergrupper innenfor ulike sektorer.

For å strukturere vurderingen av nytteeffekter er det i evalueringen valgt å gruppere og diskutere disse i tre overordnede kategorier: nytteeffekter gjennom leveranser til programmene, nytteeffekter gjennom bruk av informasjon fra programmene og nytteeffekter gjennom oppnåelse av utenrikspolitiske målsetninger.

Det er i evalueringen definert et skille mellom nytteeffekter og resultater. *Resultater* handler om hvordan Norges deltakelse i programmene har påvirket hva norske aktører får av signaler, data og tjenester fra programmene, samt hvilke muligheter

norske aktører har fått til å konkurrere om kontrakter for utvikling og drift av programmene. *Nytteeffekter* handler om nytten av programmene, og hvordan norske aktører har klart å bruke deltakelsen og informasjonen fra programmene til nytte for Norge. Følgende eksempel illustrerer hvordan resultater og nytteeffekter omtales i rapporten:

Som et **resultat** av Norges deltakelse i jordobservasjonsprogrammet Copernicus har selskapet Kongsberg Satellite Services (KSAT) kunnet konkurrere om kontrakten for å lese ned satellittdata på Svalbard. KSAT har vunnet kontakten, og dataene KSAT leser ned går via Copernicus-systemet videre til blant annet Meteorologisk institutt som, på oppdrag for Copernicus og i samarbeid med Nansensenteret og Havforskningsinstituttet, kjøper Copernicus' havmodell for arktiske områder. Effekten disse kontraktene har på verdiskapingen i norsk økonomi drøftes under **nytteeffekter gjennom leveranser til programmene**. Nytteeffektene norske brukere har både av informasjonen fra havtjenesten og fra tjenester utviklet med dataene KSAT leser ned omtales under **nytteeffekter gjennom bruk av informasjon fra programmene**. Tilslutt drøftes betydningen for Norge av at norske aktører er EU-programmets kunnskapsleverandør om de arktiske havområder under **nytteeffekter gjennom oppnåelse av utenrikspolitiske målsetninger**.

Vurderingen av effekter gjennom kontrakter med programmene og effekter gjennom brukernytte gjøres basert på samfunnsøkonomisk metode, i tråd med gjeldende veileder fra Finansdepartementet. Rammeverket for samfunnsøkonomiske analyser er imidlertid mindre egnet til å vurdere effekter som oppstår utenfor Norges landegrenser. For effekter gjennom oppnåelse av utenrikspolitiske målsetninger gjøres derfor en kvalitativ drøfting strukturert rundt hvordan deltakelsen i programmene støtter opp under uttalte politiske målsetninger.

Når det gjelder vurderingen av effekter gjennom kontrakter er det er netto verdiskaping som måles. Det tas med andre ord hensyn til at ressursene som benyttes til romprogrammene leveranser har en alternativverdi. Videre bidrar kontraktene både til direkte og indirekte verdiskaping. De direkte effektene er knyttet til inntekter fra leveransene, mens de indirekte effektene inkluderer blant annet ringvirkninger gjennom verdikjeden, økt kompetanse hos leverandørene, og verdien av forskning og utvikling. I evalueringen analyseres først og fremst direkte effekter. Indirekte effekter i form av kompetansebygging og forskning og utvikling omtales

mer overordnet. Metodikken skiller seg dermed fra den som brukes i flere studier av programmene utarbeidet for EU-kommisjonen. Disse studiene beregner typisk brutto verdiskaping, og inkluderer mål på ringvirkninger, inkludert effekter gjennom konsumet til de som sysselsettes i romindustrien.¹

Når det gjelder vurderingen av nytteeffekter gjennom bruk av informasjon fra programmene er ikke spørsmålet kun om ulike etater kan løse sine oppgaver på en bedre måte med bruk av satellittdata. De samfunnsøkonomiske nytteeffektene avhenger av hvilke implikasjoner en bedre oppgaveløsning har for samfunnet. For eksempel: at informasjon fra satellittene gir NVE bedre informasjon om snøskred har ingen samfunnsmessig betydning før det omsettes til beslutninger som kan lede til sparte liv, sparte kostnader med mer. Videre er det viktig å påpeke at informasjonen fra programmene ikke har direkte nytteeffekt. Informasjon fra programmene bidrar typisk til bedre beslutningsgrunnlag, og nytteeffektene avhenger av hvordan informasjonen blir brukt.

Majoriteten av nytteeffektene gjennom bruk av informasjon fra programmene er knyttet til forhold som er krevende å prissette, eksempelvis verdien av bedre beredskap og styrket suverenitetshendelse. I stedet for å forsøke å prissette enkeltkomponenter er det valgt en kvalitativ tilnærming der den samfunnsmessige verdien av informasjon fra satellittene vurderes gjennom en diskusjon av hvilke beslutninger som understøttes, viktigheten av disse beslutningene, samt tilleggsverdien av informasjon fra programmene.

Vurderingen av den nasjonale administrative og tekniske oppfølgingen av programmene er strukturert etter to spørsmål:

- Er det et rasjonale for en slik ordning?
- Er forvaltningen effektiv?

Det første spørsmålet gir en diskusjon om hvorvidt den nasjonale administrative og tekniske oppfølgingen er utløsende for potensielt samfunnsøkonomisk lønnsomme aktiviteter. Det andre spørsmålet gir en diskusjon om hvorvidt Norsk Romsenter forvalter midlene effektivt. Svaret på disse to spørsmålene brukes til å gi anbefalinger for den videre innretningen av den nasjonale innsatsen.

1.2.1 Informasjonsgrunnlag

Gjennom hele evalueringen har vi hatt tett kontakt med Norsk Romsenter, som har vært behjelpelige med å fremskaffe data på kontrakter og annen informasjon av relevans for programmene. Det er også gjennomført flere intervjuer med relevante

informanter i Norsk Romsenter. For en oversikt over øvrige informanter til evalueringen, se vedlegg B.

1.3 Avgrensninger og forutsetninger

Norsk offentlig satsning på romvirksomhet inkluderer mer enn deltakelsen i EUs romprogrammer. Tabellen nedenfor viser budsjetterte utgifter for 2019 på statsbudsjettets kap. 922 Romvirksomhet.

Tabell 1-1: Budsjettforslag 2019, Kapittel 922 Romvirksomhet (i 1 000 kr)

Post	Betegnelse	Budsjettforslag
50	Norsk Romsenter	70 283
70	Kontingent i European Space Agency (ESA)	215 375
71	Internasjonal romvirksomhet	465 250
72	Nasjonale følgemidler	20 992
73	EUs romprogrammer	487 300
74	Nasjonal infrastruktur og tekniske aktiviteter	42 601
95	Egenkapital Space Norway AS	378 500
Sum kap. 0922		1 680 301

Kilde: Prop. 1 S (2018-2019), Nærings- og fiskeridepartementet

Det er post 73 EUs romprogrammer og post 74 Nasjonal infrastruktur og tekniske aktiviteter som er gjenstand for denne evalueringen. Det diskuteres ikke hvordan nytten av EUs romprogrammer ville blitt påvirket eller kan tenkes påvirket av endringer i de øvrige programpostene.

1.4 Rapportens oppbygning

Kapittel 2 gir en nærmere presentasjon av EUs romprogrammer og den norske oppfølgingen av programmene. Kapittel 3 handler om hvordan Norges deltakelse i programmene har påvirket hva norske aktører får av signaler, data og tjenester fra programammene, samt hvilke muligheter norske aktører har til å konkurrere om kontrakter. Nytteeffekter gjennom leveranser til programmene, bruk av informasjon fra programmene og oppnåelse av utenrikspolitiske målsetninger presenteres i henholdsvis kapittel 4, 5 og 6. Kapittel 7 konkluderer evalueringen med en drøfting av om mernytten for Norge ved deltakelse i programmene er større enn kostnadene, og en vurdering av hvorvidt den nasjonale administrative og tekniske oppfølgingen av programmene er effektiv.

¹ Se for eksempel PWC (2019, s. 159).

2. Om EUs romprogrammer og den nasjonale oppfølgingen

EU-romprogrammer er store felleseuropeiske infrastrukturprosjekter som skal tilgjengeliggjøre oppdaterte data og tjenester av høy kvalitet. Programmene skal gi styrket sikkerhet og strategisk uavhengighet for EU, og en viktig målsetning for programmene er å bidra til økt europeisk verdiskaping. I dette kapittelet presenteres Copernicus, Galileo og EGNOS, samt Norges deltagelse og nasjonale oppfølging av programmene.

2.1 Copernicus

Copernicus er EUs jordobservasjonsprogram. Programmet fikk sitt nåværende navn i 2014, men har siden 2011 blitt drevet som et operativt EU-program under navnet GMES. GMES/Copernicus bygget videre på et lengre utviklingsløp drevet av EU-kommisjonen i samarbeid med European Space Agency (ESA) og medlemslandene.

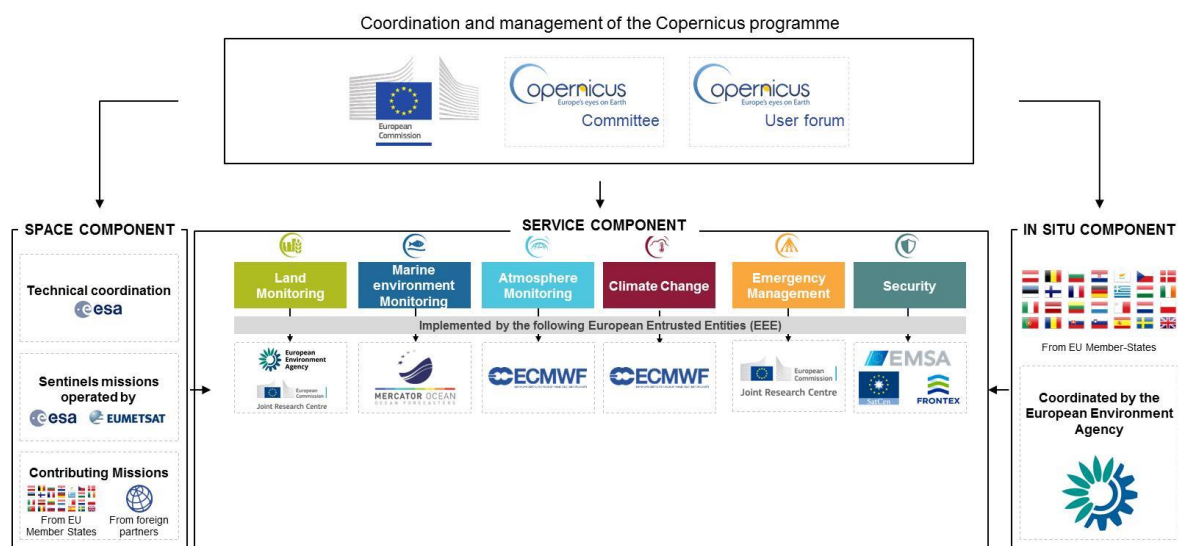
Copernicus-programmet samler og tilgjengeliggjør data fra både jordobservasjonssatellitter og ulike in-situ sensorer på bakken, i havet og i luften. I tillegg til å være en leverandør av data tilbyr programmet tjenester innenfor seks kjerneområder, hvor data fra

satellitter, in-situ sensorer og andre kilder er prosessert, analysert og kombinert på måter som skal gi tjenester som både privatpersoner, offentlige myndigheter og kommersielle aktører kan ha nytte av.

Figur 2-1 illustrerer hvordan Copernicus er organisert. Programmet ledes og koordineres av EU-kommisjonen, med støtte fra Copernicus-komiteen, Copernicus-brukerforum og Copernicus-sikkerhetsstyre (ikke inkludert i figuren). Både komiteen, brukerforumet og sikkerhetsstyret er rådgivende organer hvor alle medlemslandene er representert. I programkomiteen diskuteres hovedsakelig tema relatert til den overordnede strategiske utviklingen av programmet og programmets anskaffelser. I brukerforumet er fokuset på hvordan Copernicus kan koordineres for å dekke behovene til nasjonale og regionale brukere på best mulig måte. Sikkerhetsstyret involverer nasjonale sikkerhetsekspertiser fra nasjonale myndigheter i diskusjoner om sikkerhetsaspekter i Copernicus. Organiseringen av programmet viser at det fortsatt er et tett samarbeid mellom EU-kommisjonen og ESA. ESA har ansvaret for å videreutvikle nye, og drifte eksisterende satellitter i programmet. I tillegg er flere andre aktører delaktig i implementeringen av programmet.

I det videre gis en nærmere presentasjon av de tre komponentene som utgjør Copernicus-programmet: romkomponenten, in-situ komponenten og tjenestekomponenten.

Figur 2-1: Organiseringen av Copernicus



Kilde: EU-kommisjonen (2018)

2.1.1 Romkomponenten

Romkomponenten i Copernicus finansierer innkjøp, oppskyting og drift av Sentinel-satellittene, drift av bakkesegmentet som leser ned data fra satellittene og

distribusjon av Sentinel-data og data fra samarbeidende missions.

Om Sentinel-satellittene

De fleste av Sentinel-satellittene bygges i par. To satellitter av samme familie i bane samtidig sikrer både god dekning og robusthet.

- Sentinel-1 er radarsatellitter som gir radarbilder uavhengig av værforhold og tid på døgnet. Informasjon fra satellittene er egnet for observasjon av havis, isbreer, skip, oljesøl, rasfare, nedsynking, vulkaner og flom. Sentinel-1A og -1B ble skutt opp i henholdsvis 2014 og 2016.
- Sentinel-2 gir høyoppløselige optiske bilder som er egnet til observasjon av skog, vegetasjon, landskapsendringer, kyst og elver. Sentinel-2 gir også informasjon til redningstjenester i katastrofeområder. Sentinel-2A og -2B ble skutt opp i henholdsvis 2015 og 2017.
- Sentinel-3 inneholder ulike instrumenter for både hav- og landovervåking. Satellittene måler blant annet havnivå, temperaturer på hav- og landoverflaten, havfarge og landfarge. Sentinel-3A og -3B ble skutt opp i henholdsvis 2016 og 2018.
- Sentinel-4 skal overvåke atmosfæren og samle data på atmosfærekjemi og luftforurensning. Satellitten vil gå i geostasjonær bane. Sentinel-4A og -4B skal etter planen skytes opp i henholdsvis 2021 og 2027.
- Sentinel-5 skal overvåke atmosfæren, men fra lavbane, og ikke geostasjonær bane som Sentinel-4. Satellittene vil være egnet til observasjon av blant annet aerosoler, ozon og NOx. Sentinel-5A og -5B skal etter planen skytes opp i henholdsvis 2021 og 2027.
- Sentinel-5p er en forløper til Sentinel-5-satellittene som overvåker atmosfæren og atmosfærekjemi fra lavbane. Sentinel-5p ble skutt opp i 2017 og vil dekke behovet for atmosfærekjemimålinger fram til Sentinel-5 blir operativ.
- Sentinel-6 skal ha med instrumenter som gir nøyaktige målinger av høyden til havoverflaten relativt til geoiden. Ved hjelp av disse målingene kan havnivåstigninger og havstrømmer beregnes. Den første av satellittene er planlagt skutt opp i 2020.

(Norsk Romsenter, 2019).

Om de samarbeidende missions

I tillegg til data fra Sentinel-satellittene kjøper og tilgjengeliggjør Copernicus data fra satellitter som kan supplere Copernicus. Dette kan være høyoppløselige data som en ikke får fra Sentinel, eller data som kompenserer for Sentinel-satellitter som ennå ikke er skutt opp.

2.1.2 In-situ komponenten

In-situ sensorer finnes på bakken, i havet og i luften, og tilhører i all hovedsak EU-land eller internasjonale forskningsinstitusjoner. Disse har avtale med Copernicus om deling av data fra sine sensorer, og formålet med disse dataene er å supplere og kalibrere data samlet inn fra satellittene. Forskjellen på in-situ-observasjoner og satellittobservasjoner, knyttet til eksempelvis hav, er at mens satellittene kan gi informasjon om hva som finnes på overflaten kan in-situ-observasjoner gi informasjon om den dypere vannsøylen.

2.1.3 Tjenestekomponenten

Copernicus har seks kjernetjenester som tilbyr ulike deltjenester/produkter på europeisk nivå ved bruk informasjon samlet inn fra de øvrige komponentene.

Som illustrert i Figur 2-1 er flere aktører involvert i implementeringen av programmets tjenester: det europeiske miljøbyrået (EEA), European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), Mercator Ocean International, EU Joint Research Centre (JRC), det europeiske sjøsikkerhetsbyrå (EMSA), det europeiske grensekontrollbyrået (FRONTEX) og EUSs satellittsenter (EUSC) har alle et ansvar for implementeringen av en eller flere tjenester. Disse aktørene kan igjen ha kontrakter med underleverandører om utvikling og implementering av tjenestene. Et konsortium bestående av Nansensenteret, Meteorologisk institutt og Havforskningsinstituttet har eksempelvis en kontrakt med Mercator Ocean International, operatøren av havtjenesten, om å levere den arktiske modulen i havtjenestens havmodell.

I det videre gis en kort beskrivelse av de seks kjernetjenestene i Copernicus (se for øvrig Norsk Romsenter (2019)):

Havtjenesten

Målet med den marine tjenesten er å etablere en samlet, integrert og felleseuropeiske tjeneste for havovervåking og -varsling. Tjenesten gir per i dag en rekke nøkkelindikatorer for hav, som temperatur, salt-holdighet, havstrømmer, havnivå og sjøis-utbredelse. Norske aktører som Nansensenteret, Meteorologisk institutt og Havforskningsinstituttet har viktige roller i havtjenesten.

Landtjenesten

Målet med landkjernetjenesten er å etablere pålitelige og aktuelle vegetasjons- og arealdekkedata over store områder i Europa, basert på satellittdata. Produktene skal kunne brukes innen miljøforvaltning, arealplanlegging og -overvåking, inkludert landbruk. NIBIO deltar i kvalitetssikringen av landtjenesten. En ny komponent i landtjenesten for måling av nedsynking i hele Europa er under

spesifisering i 2019/2020. Spesifisering er ledet av NGU og involverer også de norske aktørene NORCE, KSAT og NGI. Norsk Romsenter og Kartverket har rådgivende roller i utviklingen av den europeiske nedsynkingstjenesten.

Krisehåndteringstjenesten

Målet med krisehåndteringstjenesten er å kunne adressere nød- og krisesituasjoner med oppdatert og rask informasjon (innen 6 timer), basert på satellittdata hvor som helst i verden. Tjenesten fokuserer på sivil beredskap, humanitær hjelp og naturkatastrofer. DSB er norsk kontaktpunkt for aktivering av tjenesten over Norge, og tjenesten har så langt blitt aktivert ved flom to ganger.

Atmosfæretjenesten

Målet med atmosfæretjenesten er å overvåke global fordeling og langtransport av miljøgasser i atmosfæren, blant annet karbondioksid, metan, aerosoler, troposfærisk ozon og nitrogendioksid. For Europa lages det også kart og datasett for varsling av blant annet regional luftkvalitet. Norske aktører som Norsk institutt for luftforskning (NILU) og Meteorologisk institutt har viktige roller i atmosfæretjenesten.

Sikkerhetstjenesten

Målet med sikkerhetstjenesten er å forbedre kriseforebygging, beredskap og respons på de tre hovedområdene grenseovervåking, maritim overvåking og støtte til EU External Action.

Klimatjenesten

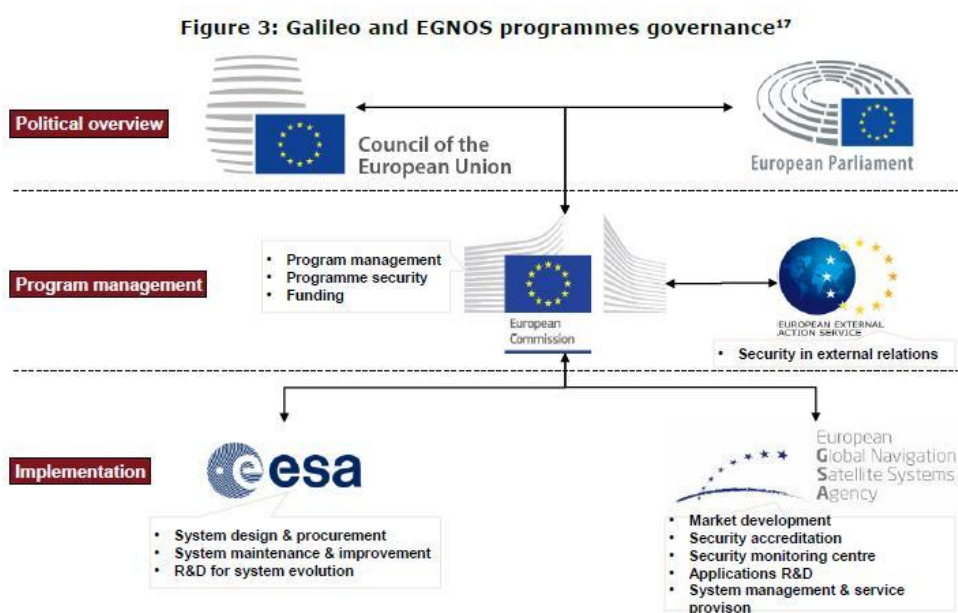
Målet med klimatjenesten er å gi informasjon om fortidens, nåtidens og fremtidens klima. Tjenesten fokuserer på klimaendringer og operasjonaliserer mye av arbeid som tidligere er gjort i ESA. Meteorologisk institutt har flere roller i klimatjenesten. Også Universitetet i Oslo og NVE er involvert.

2.2 Galileo

Galileo er EUs sivile, globale satellittnavigasjonssystem (GNSS). GNSS er en type infrastruktur som gjør at brukere med kompatible mottakere kan bestemme sin posisjon, fart og tiden ved hjelp av signaler fra satellitter. Sammen med GPS (USA), GLONASS (Russland) og BeiDou (Kina) er Galileo globale konstellasjoner. I tillegg har både Japan og India regionale konstellasjoner.

Galileo er et sivilt system som sikrer Europa kontroll over et eget globalt satellittnavigasjonssystem, uavhengig av USA, Russland og Kina. Å sikre Europa denne uavhengigheten har vært en viktig driver for utviklingen av Galileo. Utviklingen av Galileo har foregått siden midten av 90-tallet i regi av ESA, og i 2009 ble programmet et operativt EU-program. Et overordnet bilde på organiseringen av Galileo og EGNOS er gjengitt i Figur 2-2. Programmet ledes av EU-kommisjonen. Ansvaret for tjenestene og driften er nå delegert til GSA, mens ESA har i oppgave å anskaffe infrastrukturen. Under både kommisjonen og GSA finnes komiteer med tilhørende arbeidsgrupper som gir råd om utformingen, implementeringen og sikkerheten ved programmene.

Figur 2-2: Organiseringen av Galileo og EGNOS



Kilde: EU-kommisjonen (2018)

Galileo-programmet utvikler ikke tjenester på samme måte som Copernicus. EU kan imidlertid styre hvilke signaler som tilbys til hvem og med hvilket presisjonsnivå. Dette gir grunnlag for å klassifisere tjenester også for Galileo. I det videre gis en kort beskrivelse både av Galileos romkomponent og tjenestekomponent.

2.2.1 Romkomponenten

Galileo vil bestå av 30 satellitter med tilhørende infrastruktur når det står ferdig. Den første posisjonsbestemmelsen basert på Galileo-signaler fant sted i 2013, men fortsatt er ikke Galileo i full operativ drift. Per i dag er 22 satellitter operative, og i løpet av 2020 antas det at EU vil erklære full operativ status, med minimum 24 operasjonelle satellitter.

Galileo består også av et nett av bakkestasjoner, hvor Norge er den nest største aktøren med stasjoner blant annet på Svalbard, Troll-basen i Antarktis og Jan Mayen.

2.2.2 Tjenestekomponenten²

Den åpne tjenesten

Den åpne tjenesten består av signalene alle kan motta så lenge de har navigasjonsmottakere kompatible med Galileo-signaler.

Galileo-satellittene virker sammen med øvrige satellittnavigasjonssystemer, og som følge av at det blir flere synlige satellitter øker både nøyaktighet og dekning, spesielt i områder som i dag er utsatt for signalskjerming. Ifølge Romsenteret vil nøyaktigheten forbedres fra dagens 5-10 meter med GPS, ned til 1-3 meter ved bruk av Galileo og GPS sammen.

Høypresisjonstjenesten

Høypresisjonstjenesten kompletterer den åpne tjenesten ved å sende korreksjonsdata på en annen frekvens. Disse signalene kan også krypteres dersom det blir behov for å regulere tilgangen. Høypresisjonstjenesten var i utgangspunktet ment å være en kommersiell tjeneste, men tilbys nå gratis.

Tjenesten vil formidle data slik at posisjonsfeilen blir mindre enn 20 cm.

Autentiseringstjenesten

Autentiseringstjenesten er en tjeneste med signaturautentisering som gir brukerne en viss sikkerhet for at de benytter signaler og data fra faktiske satellitter og ikke fra en annen kilde. Tjenesten skal på denne måten bidra til å forhindre såkalt *spoofing*, som er å sende ut falske signaler. Autentisering vil både tilbys

som en kommersiell, kryptert betalingstjeneste og i en enklere form som en åpent tilgjengelig tjeneste.

Søk- og redningstjenesten (SAR)

SAR-tjenesten fungerer slik at når du sender ut nødsignaler vil disse umiddelbart oppfattes av Galileo-satellittene, som sender informasjon tilbake til mottakere på landjorda, og videre til redningssentralene, med nøyaktig posisjonsbestemmelse. Galileo tilbyr også en returkanal som gjør det mulig å sende en bekreftelse tilbake til den nødstedte om at signalet er oppfanget og at hjelp er underveis

SAR er det europeiske bidraget til det internasjonale Caspas-Sarsat-systemet.

Public regulated service (PRS)

PRS er for autoriserte brukere som har særlig strenge krav til robusthet og kontinuitet. Tjenesten tilbyr posisjon, hastighet og presis tid på egne frekvenser med krypterte signaler. Dette gjør tjenesten mer motstandsdyktig mot interferens og falske signaler og gir mulighet for tilgangskontroll og -begrensning. Tjenesten vil kunne benyttes også i ekstreme situasjoner der det er nødvendig å stenge den åpne tjenesten, for eksempel under et terrorangrep.

2.3 EGNOS

EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) er et støttesystem som kompletterer GPS og på sikt Galileo, og gir forbedret ytelse av systemene i Europa.

EGNOS består av:

- Et bakkeselement av referansestasjoner og et sett av redundante kontrollsentere
- Et romsegment bestående av navigasjonsnyttelaster på et antall geostasjonære satellitter
- Et brukerssegment bestående av standardiserte mottakere som støtter den internasjonale standarden SBAS

Den forbedrede nøyaktigheten og integriteten som EGNOS muliggjør, har åpnet for en rekke ulike anvendelser av satellittnavigasjon. For eksempel er det mulig å lande fly ved bruk av EGNOS, så fremt fly er klaggjort for bruk av EGNOS og flyplassen har publisert relevant innflygingsprosedyre.

2.4 Norges deltakelse i programmene

Norge har vært med på utviklingen av Galileo og EGNOS siden midten av 1990-tallet, først gjennom

² For mer informasjon om tjenestene, se Norsk Romsenter (2019).

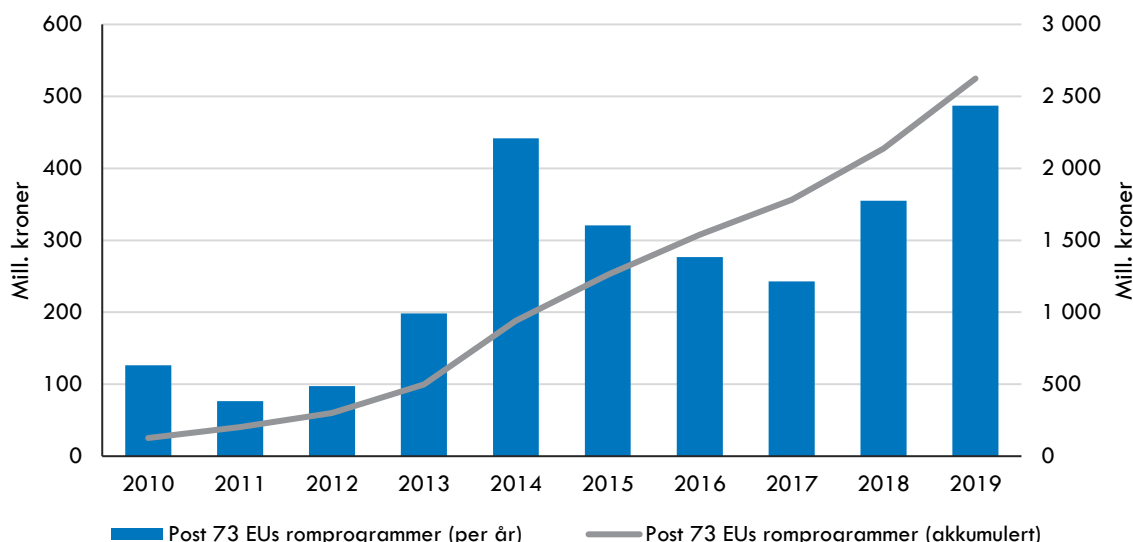
deltakelse i romorganisasjonen ESA og EUs ramme-programmer for forskning og utvikling. Når det gjelder Copernicus har Norge deltatt i utviklingen og utbyggingen av programmet (tidligere kjent som GMES) siden det ble startet opp i 2000 gjennom ESA og EUs rammeprogram for forskning og utvikling. Norge deltok også i den innledende fasen (grunnleggende aktiviteter) GMES GIO fra 2011-2013.

I to perioder har norsk deltakelse i programmene vært innlemmet i EØS-avtalen. Deltakelse Galileo og EGNOS ble innlemmet i EØS-avtalen i 2009, og deltakelsen i den innledende driftsfasen for GMES (nå Copernicus) ble innlemmet i EØS-avtalen i 2012. Norge deltar nå i romprogrammernes andre finansielle periode, fra 2014 til 2020.

2.4.1 Medbestemmelse i programmene

Som vist i Figur 2-1 ledes Copernicus av EU-kommisjonen, med støtte fra Copernicus-komiteen, Copernicus-sikkerhetsstyre og Copernicus brukerforum. Norge har møte- og talerett, men ikke stemmerett i komiteen, sikkerhetsstyret og i brukerforumet. Det er imidlertid kun unntaksvis det er avstemninger. Norges mulighet til å påvirke utformingen av programmene er derfor i liten grad påvirket av den manglende stemmeretten. Under komiteene er det igjen ulike arbeidsgrupper der norske aktører deltar aktivt. Norske aktører har blant annet deltatt i arbeidsgrupper for nasjonale bakkesegment,

Figur 2-3: Utgifter over post 73 EUs romprogrammer*



*2019-tall er budsjetterte utgifter, 2018-tall er saldert budsjett 2018, tall for øvrige år er fra nasjonalregnskapet

Kilde: Prop. 1 S Nærings- og fiskeridepartementet

2.4.3 Finansielle forpliktelser ved videre deltakelse

I Europakommisjonens forslag til forordning om etablering av EUs romprogram og EUs byrå for romprogrammet 2020-2027 foreslås et budsjett for den neste finansielle perioden på 16 milliarder euro. Av disse er Galileo/EGNOS bevilget 9,7 milliarder

sikkerhet, katastrofehandtering og bruk av InSAR. Det arbeidsgruppene diskuterer og kommer frem til benyttes blant annet som underlag i diskusjonene i Copernicus-komiteen og i brukerforumet, og påvirker dermed hva som spilles inn av forslag til kommisjonen.

Når det gjelder Galileo og EGNOS er det kommisjonen som utformer de overordnede retningslinjene for programmene gjennom EU-forordninger, og disse skal igjen godkjennes både av Rådet og Parlamentet. Her har ikke Norge innflytelse. Norge deltar imidlertid i programkomiteen og sikkerhetskomiteen med tilhørende arbeidsgrupper. Begge disse komiteene ligger under EU-kommisjonen. Norge deltar også i GSAs administrative board og security accreditation board. Norge har ikke stemmerett, men får delta i komiteene, i styrene og i arbeidsgruppene så fremt det ikke er spørsmål knyttet til PRS som diskuteres. Per i dag har ikke Norge tilgang til PRS, men det er forventet at de pågående forhandlingene vil åpne for at norske aktører kan gis tilgang til PRS.

2.4.2 Finansiering av programmene

Norges finansielle bidrag til EU-programmene er i henhold til proporsjonalitetsfaktoren i EØS-avtalen. Det betyr at Norges finansielle forpliktelse til programmene tilsvarer Norges BNP-andel av de totale programkostnadene, for tiden 2,21 prosent (Prop. 1 S 2018-2019).

euro, Copernicus 5,8 milliarder euro, og de nye programmene SSA/GOVSATCOM bevilges 0,5 milliarder kroner (Regjeringen, 2018).

Dersom Norge forlenger deltakelsen i programmene må det betales en andel av de totale program-

kostnadene som tilsvarer Norges NNI-andel. Denne tilsvarer nå 2,21 prosent, og med en eurokurs på 10,0 gir dette Norge finansielle forpliktelser på 3,4 milliarder kroner gjennom programperioden, eller 490 millioner kroner per år. Det er imidlertid viktig å påpeke usikkerheten til disse anslagene. Budsjettet er ikke endelig vedtatt, og Norges NNI-andel kan variere gjennom programperioden. For eksempel vil en eventuell Brexit endre Norges NNI-andel og sannsynligvis påvirke romprogrammets totalbudsjett.

2.5 Nasjonal administrativ og teknisk oppfølging

I tillegg til programkontingenten bevilges det hvert år midler til nasjonal og administrativ teknisk oppfølging av deltakelsen i programmene (11 millioner kroner i året fra 2014-2020 for Galileo, og 30 millioner kroner i året fra 2015-2020 for Copernicus). Målet med disse midlene er å sikre best mulig utbytte av programdeltakelsen. Oppfølgingen av Norges deltakelse i EUs romprogrammer er delegert til Norsk Romsenter (NRS), og det er etablert sekretariatsfunksjoner for programmene ved NRS. Sekretariatene har følgende funksjoner:

1. Ivareta norske interesser i programmet (hovedsakelig gjennom deltakelse i komiteer og arbeidsgrupper).
2. Veiledning av norske aktører inn mot programmet (med tanke på industriell posisjonering for anbud, eller bruk av data).
3. Nasjonal «utruiling» av deltakelsen, og ivaretagelse av norske forpliktelser i programmet,

med bruk av midler på Kapittel 922 Romvirksomhet, post 74.

4. Nasjonal rapportering (til det interdepartementale romutvalget, til NFD, samhandling med Forskningsrådet og Innovasjon Norge, osv.).
5. Utstasjonering av nasjonale eksperter i EU.

Midlene bevilges over kapittel 922 Romvirksomhet i statsbudsjettet, og majoriteten av midlene gis over post 74.

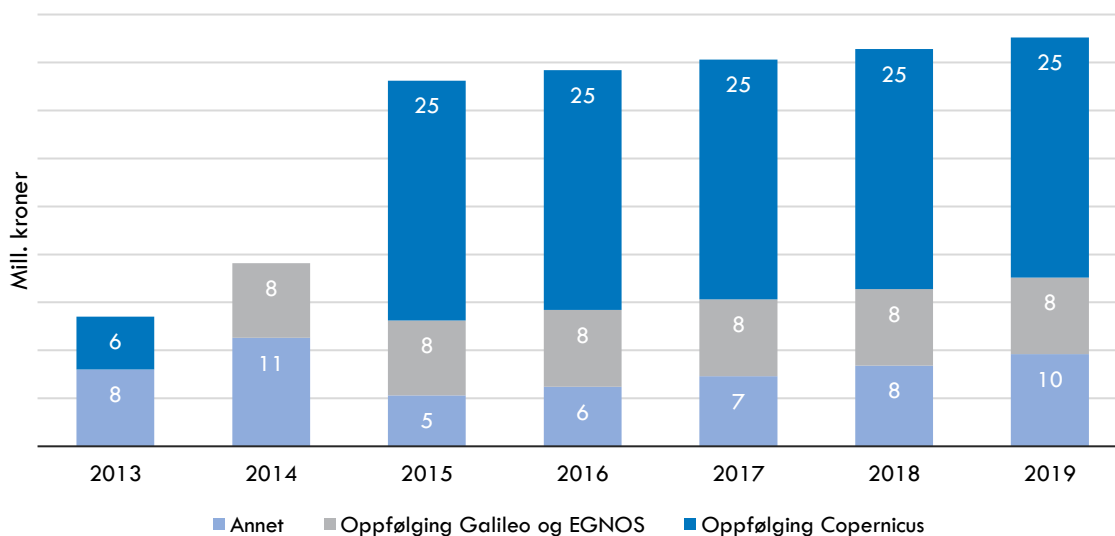
2.5.1 Nærmere om post 74-midlene

Siden 2013 har det blitt bevilget midler over kapittel 922, post 74 på statsbudsjettet til

«... infrastrukturutvikling og tekniske støtteaktiviteter som skal løse særlige norske brukerbehov. Midlene skal benyttes til utviklingsprosjekter i norske etater og institutter og til å anskaffe tjenester og infrastruktur. Formålet er å øke nytten av Norges deltakelse i internasjonalt samarbeid om romvirksomhet og skaffe til veie infrastruktur og tjenester som Norge har særlig behov for, men som det ikke er mulig eller hensiktsmessig å skaffe tilgang til gjennom internasjonalt samarbeid.» (Prop. 1 S (2018-2019))

Posten forvaltes av Norsk Romsenter. Figur 2-4 illustrerer hvordan post 74-midlene har blitt fordelt mellom Galileo/EGNOS, Copernicus og andre anvendelser som ikke er relatert til EU-programmene. Under figuren gis en kort beskrivelse av hvordan henholdsvis Copernicus-midlene og Galileo/EGNOS-midlene er benyttet.

Figur 2-4: Utgifter over post 74 Nasjonal infrastruktur og tekniske aktiviteter*



*2019-tall er budsjetterte utgifter, 2018-tall er saldert budsjett 2018, tall for øvrige år er fra nasjonalregnskapet

Kilde: Prop. 1 S Nærings- og fiskeridepartementet

Nasjonal oppfølging av Copernicus

Post 74-midlene relatert til Copernicus er dels brukt til å støtte utvikling, implementering og bruk av Copernicus-data hos nåværende og potensielle nye brukere, og dels til investeringer i felles infrastruktur. Denne felles infrastrukturen omtales som det *nasjonale bakkesegmentet*, og består av tre elementer

- En nasjonal egenvevne til direkte nedlesning, prosessering og formidling av radarbilder fra Sentinel-1.
- En dataserver på Meteorologisk institutt som henter inn Sentinel-data fra hele verden, og gjør

dette tilgjengelig gjennom portalen satelittdata.no.

- Tjenesten InSAR Norge, som muliggjør tilgjengeliggjøring av en landsomfattende og gratis nettbasert karttjeneste for InSAR-data. Ved bruk av InSAR-data kan en kartlegge deformasjoner i landskapet, som for eksempel nedsynkning i byer og bevegelser i ustabile fjellpartier.

Hva gjelder støtte til utvikling, implementering og bruk av Copernicus-data viser tabellen nedenfor et utvalg prosjekter som har mottatt støtte gjennom post 74-midlene:

Tabell 2-1: Eksempler på anvendelser av Post 74-midler, Copernicus

Kontraktspart	Prosjekt
NIBIO	<i>Skog og landbruk.</i> Sentinel-satellittene antas å ha et betydelig brukspotensial inn mot norsk skogkartlegging og noen jordbruksanvendelser. NRS støtter NIBIO i deres bruk av Copernicus på sitt felt. Det er Sentinel-1 og -2 som antas å være aktuelle, og da særlig for registrering av skogskade (barkebiller).
Norges astma- og allergiforbund	<i>Utvikling av en Sentinelbasert polleninformasjonstjeneste.</i> Prosjektet undersøker mulighetene for å bruke data fra Sentinel-2 og -3 til å forbedre prognosene på utbrudd av bjørkepollen. NILU og Norsk Regnesentral er med som forskningsaktører.
Kartverket (Geodesidivisjonen)	<i>Kvalitetssikring og integrering av Sentinel-1 og Sentinel-3 i Kartverkets systemer.</i> Prosjektet undersøker hvordan interferometriske målinger fra Sentinel-1 og altimetermålinger fra Sentinel kan brukes i Kartverkets arbeid med henholdsvis landheving og havnivåstigning.
Meteorologisk institutt (MET)	<i>ThinIce.</i> Prosjektet undersøkte hvorvidt Sentinel-3 data kan bidra med mer kvantitativ informasjon om isens tykkelse i Arktis.
NVE	<i>Flomsonekartlegging.</i> Prosjektet gjelder deteksjon av oversvømte områder basert på radarsatellittbilder fra Sentinel-1A og -1B, med innfasing i NVEs operative system. Fokusområdet er kartlegging av flommer. Viktige elementer er rask nedlasting, geokorrigerings, og endringsdeteksjon i NVEs flomsonekart. Norsk Regnesentral er med som forskningsaktør.

Kilde: Norsk Romsenter

Nasjonal oppfølging av Galileo/EGNOS

Post 74-midlene relatert til Galileo har de siste årene i all hovedsak blitt brukt til forstudier og testing, og ikke til utvikling av tjenester, slik tilfellet er med oppfølgingen knyttet til Copernicus. Blant annet har Kartverket fått midler til forstudier og ytelsesmålinger, FFI har evaluert interferens på GNSS-signaler, og Nasjonal sikkerhetsmyndighet har fått midler til sikkerhetsmessig oppfølging av Galileo. Tabellen nedenfor viser utvalgte Galileo/EGNOS-relaterte aktiviteter som er støttet med post 74-midler.

Tabell 2-2: Eksempler på anvendelser av Post 74-midler, Galileo/EGNOS

Kontraktspart	Prosjekt
FFI	Evaluering av interferens på GNSS-signaler
NSM	Sikkerhetsmessig oppfølging av Galileo
Kartverket	Uavhengig GNSS ytelsesmåling og analyse
NKOM	Radiofrekvensinterferens på GNSS-signaler

Kilde: Norsk Romsenter

3. Resultater med og uten deltakelse i programmene

De to romprogrammene er basert på en åpen datapolicy og åpne signaler. Likevel er det vesentlige forskjeller på hva som vil produseres og tilgjengeliggjøres av data og tjenester for norske aktører med og uten norsk deltakelse. Videre er muligheten for norske aktører til å bidra i utviklingen og driften av programmene avhengig av norsk deltakelse. I dette kapitlet drøftes de direkte resultatene for Norge av EUs romprogrammer, med og uten deltakelse. Resultater betegner her selve innretningen av programmene og hva programmene gir av informasjon og muligheter for norske aktører.

3.1 Om vurderingen av resultater

I det følgende gjennomgår vi resultatene som oppstår for Norge som følge av at EUs romprogrammer eksisterer og som er uavhengig av norsk deltakelse, og hvilke resultater som kommer i tillegg som følge av norsk deltakelse. En riktig forståelse av hvordan de direkte resultatene avhenger av deltakelse vil gi et grunnlag for å beskrive effektene av programmet, og hvordan disse fordeler seg mellom nytte av programmene og mernytte av deltakelse.

Vi vil først ta for oss resultater som er felles for de to programmene – nemlig mulighetene de gir for norsk verdiskaping. Vi fokuserer her på hvilke muligheter som åpner seg for norske aktører, mens vi i kapittel 4 vil estimere størrelsen på den norske verdiskapingen som følge av programmene. Etter å ha omtalt felles resultater vil vi omtale resultater som er spesifikke for Copernicus og Galileo/EGNOS. For Copernicus handler dette om hvilke data og tjenester som produseres og tilgjengeliggjøres for norske aktører. For Galileo/EGNOS handler det om hvilke tjenester som blir gjort tilgjengelige og tjenestenes ytelse for norske brukere. Også data og tjenester som blir tilgjengelige for andre lands brukere kan ha norsk interesse, ved at det understøtter utenrikspolitiske målsetninger.

3.1.1 Muligheter for norsk verdiskaping

3.1.2 Uten deltakelse

Copernicus og Galileo/EGNOS er store europeiske industriprosjekter. I tillegg til at programmene skal

tilgjengeliggjøre oppdaterte data og tjenester av høy kvalitet, er viktige målsetninger å bidra til europeisk verdiskaping gjennom å fremme økt bruk av slike data og tjenester i nedstrømsmarkedene, samt sikre EU en sterkere rolle som en ledende internasjonal aktør innenfor romsektoren.³ Målsetninger i EU-kommisjonens romstrategi for 2021-27 hvor programmene inngår er å sikre kontinuerlige investeringer i EUs romaktiviteter, fremme forskning og teknologisk utvikling, og støtte konkurranse- og innovasjonsevnen i den europeiske romindustrien, og særlig hos små og mellomstore bedrifter, nyetableringer og innovasjonsbedrifter (European Commission, 2018).

En åpen datapolicy i romprogrammene legger til rette for økt verdiskaping blant annet ved at ulike aktører i Europa og i andre deler av verden kan utnytte dataene og de åpne signalene til å forbedre sine prosesser eller utvikle og tilby nye tjenester og løsninger til sine brukere. Også norske aktører kan utnytte de dataene som er åpne og tilgjengelige fra programmene til utvikling av nye og forbedrede tjenester, til nytte for norske og utenlandske brukere. Dette kan de i utgangspunktet gjøre uavhengig av Norges deltakelse i programmene,⁴ på lik linje med aktører i andre deler av verden. EU-programmene åpner dermed for innovasjon, utvikling og verdiskaping i Norge, også uten norsk deltakelse i programmene.

Uten deltakelse i programmet har norske aktører imidlertid ikke anledning til å konkurrere om kontrakter knyttet til drift og utvikling av de to programmene, og slik ta del i den direkte verdiskapingen som skjer der. Dette er forbeholdt deltakerne, som er med å finansiere programmene.

3.1.3 Med deltakelse

Deltakelse i programmene øker mulighetene for norsk verdiskaping på flere måter:

Den mest direkte kanalen er tilgangen norske aktører får til å konkurrere om utvikling og operativ drift av romsystemene og programmene tjenester. Det er vanligvis større konsortier, bestående av ulike typer aktører fra en rekke land, som konkurrerer om de store kontraktene. Som deltakerland kan norske aktører inngå i disse på lik linje med andre europeiske aktører. Dette kan være aktuelt både for norske industriaktører, forskningsinstitusjoner og norske myndigheter/forvaltningsorganer med relevante ansvars- og kompetanseområder. Eksempler på norske

³ Se Rådet (2019)

⁴ Som vi beskriver nærmere i kapittel 3.2.5 og 3.2.4 vil det imidlertid være forskjell på hvilke data som er tilgjengelige for aktører i deltaker- og ikke-deltaker-land.

aktører som deltar i konsortier med EU-kontrakter i dag er Kongsberg Defence and Aerospace, Kongsberg Seatex, Kongsberg Satellite Services, Nansensenteret, Meteorologisk institutt, Havforskningsinstituttet og Norsk institutt for luftforskning.

Deltakelse gir også norske myndigheter adgang til programmene komiteer og arbeidsgrupper, og dermed mulighet til å delta i løpende diskusjoner og beslutninger om programmene innretning og innhold og spesifisering av nye utlysninger. Gjennom komiteene og arbeidsgruppene kan norske myndigheter jobbe for å fremme norske interesser, blant annet ved å bidra til at dataproduksjonen fra programmene blir best mulig med tanke på norske behov og at utlysningene for nye kontrakter er spesifisert på en måte som også gir norske aktører mulighet til å delta og være godt posisjonert i konkurransene.

Muligheten til slik påvirkning er i praksis større i Copernicus enn i Galileo/EGNOS. Bakgrunnen er både at Copernicus er delfinansiert av ESA, at norske aktører har adgang til flere arenaer for påvirkning av Copernicus,⁵ og at Copernicus kjennetegnes av kontinuerlig utvikling av tjenestetilbudet gjennom ny bruk av innhentede data, og også gjennom utvikling av nye satellitter. I Copernicus er det ikke besluttet hvor mange eller hvilke typer satellitter som skal bygges fremover, og her har Norge mulighet til å påvirke utviklingen.

Galileo og EGNOS handler først og fremst om utvikling av store strategiske systemer som er fullt operative først når et titalls satellitter samhandler med en global bakkeinfrastruktur, i sanntid. Valg av satellitter, nyttelaster og teknologi, og effekten av påvirkning har til nå vært størst i en tidligfase – designfasen. Neste generasjon Galileo vil imidlertid ha større fleksibilitet for signalendringer etter at satellitten er skutt opp, og dermed vil påvirkning være mulig i hele systemets levetid.

Deltakelse i relevante komiteer og arbeidsgrupper gir også tidlig informasjon og innsikt i strategier, løpende utvikling av programmene og planlagte utlysninger av nye kontrakter. Dette er informasjon som kan videreformidles til norske aktører slik at de får best mulig tid til å forberede seg og komme i posisjon til å delta i konkurransedyktige konsortier. Videre vil innsikt og informasjon om hva slags data, produkter og tjenester som kan komme til å produseres fremover ha en verdi for norske aktører i nedstrømsmarkedene. Disse

aktørene kan da være tidligere ute med å anvende dataene og utvikle nye tjenester og produkter.

I tillegg til at norske myndigheter kan søke å påvirke hvilke data og tjenester som skal produseres gjennom programmene, vil også bedre tilgang til data som deltaker øke mulighetene for utvikling av nye tjenester, nytten av tjenestene og dermed også norsk verdiskaping. Hvordan data- og tjenesteproduksjon samt datatilgang påvirkes av norsk deltakelse vil beskrives nærmere i kapittel 3.2 og 3.3.

3.2 Copernicus

Norges deltakelse i programmet har betydning for hvilke data som samles inn og hvilke tjenester som produseres innenfor Copernicus. Norsk deltakelse påvirker derfor nytten av Copernicus' åpne data for norske brukere. Videre vil tilgangen på data som produseres innenfor programmet være forskjellig for deltakere og ikke-deltakere, selv om programmet i utgangspunktet har en åpen datapolicy. I det videre beskrives dette nærmere.

3.2.1 Data- og tjenesteproduksjon uten deltakelse

Copernicus samler inn jordobservasjonsdata ved hjelp av egne Sentinel-satellitter, i tillegg til sensorer og bakkebaserte målestasjoner, og produserer tjenester basert på dataene som samles inn. Programmet skal dekke EUs behov for jordobservasjonsdata til formål som klima- og miljøovervåking, havovervåking, beredskapsformål etc. Hvilke data og tjenester som produseres avhenger blant annet av den overordnede strategien og innretningen av programmet og prioriteringer og spesifisering av satellitter og tjenester som skal produseres. Slike valg gjøres av programmets deltakere, med utgangspunkt i hva som er deres interesser og behov for data og tjenester.

I mange tilfeller vil medlemslandene i EU ha sammenfallende interesser med Norges, slik at produksjonen av data og tjenester også vil være til nytte for myndigheter og aktører i Norge. For eksempel er det flere land enn Norge som ønsker å sikre en god miljø- og klima- og havovervåking i Arktiske områder, og vi kan derfor forvente at EU uansett vil ønske å prioritere en viss overvåking av disse områdene. På den måten kan norske aktører få tilgang til mye ny og verdifull informasjon om norske landområder gjennom Copernicus uten å delta i programmet. Videre vil Norge også ha interesse av gode data om tilsvarende forhold i europeiske land, og andre land i resten av verden, slik også medlemslandene i EU vil sikre gjennom programmet.

⁵ Slike arenaer inkluderer Copernicus Committee, Copernicus User Forum, Copernicus Ground Segment Task Force, Copernicus Security Board, European Ground Motion Service

Task Force og ekspertgrupper for utvikling av nye Sentinel-satellitter.

På den annen side har Norge noen spesielle karakteristika, som et langstrakt land langt nord, med bratte fjell, lange snøfulle vintre og svært store havområder. Dette innebærer at Norge kan ha særskilte behov som ikke nødvendigvis sammenfaller med behovene til andre land i Europa. I enkelte tilfeller kan det også være behovskonflikter mellom Norge og enkelte EU-land. For eksempel kan en innretning av programmet som sikrer god dekning og datakvalitet ved ekvator redusere dekningen og datakvaliteten langt nord og vice versa. Selv om enkelte deltakerland har noen av de samme karakteristikaene og interessene som Norge, er det ikke nødvendigvis slik at de vil ønske å prioritere disse i forhandlinger med resten av deltakerne der mange ulike hensyn avveies, eller at de vil klare å få gjennomslag uten støtte fra flere med samme syn.

Oppsummert vil Norge, som ikke-deltaker, kunne nyte godt av de dataene og tjenestene som produseres, men vil ikke ha anledning til å påvirke hva som produseres. Dette innebærer at innsamlingen av data og produksjonen av tjenester sannsynligvis vil være mindre tilpasset norske forhold og interesser sammenliknet med en situasjon med norsk deltakelse. Hvor mye mindre tilpasset den vil være avhenger av flere forhold, blant annet ulikhetene i behov mellom Norge og andre deltakerland, i hvilken grad Norges særinteresser uansett vil ivaretas av andre land med sammenfallende interesser og i hvilken grad Norge får gehør og gjennomslag for sine synspunkter i diskusjoner og forhandlinger om programmets innretning og spesifikasjoner. Vi kommer tilbake til noen av disse temaene i neste avsnitt der vi beskriver nærmere hvordan Norge kan påvirke datainnsamling og tjenesteproduksjon ved deltakelse.

3.2.2 Data- og tjenesteproduksjon med deltakelse

Gjennom deltakelse i Copernicus' komiteer og arbeidsgrupper har Norge mulighet til å påvirke hvilke data som samles inn og tjenestene som produseres. I praksis gjøre dette gjennom å spille inn norske ønsker og behov i diskusjoner og beslutningsprosesser om (i) hvilke typer satellitter som skal skytes opp, (ii) satellittenes opptaksmønster og (iii) hvordan data skal prosesseres og kalibreres samt (iv) hvilke tjenester som bør produseres.

⁶ Som følge av begrenset batterikapasitet kan ikke alle satellittene være påskrudd hele tiden. Hvor lenge den kan være påskrudd avhenger av hvor sofistikert/avansert utstyr satellitten har. Jo mer sofistikert, jo mindre opptakstid. For eksempel kan Sentinel 3-satellitter, som har en oppløsning på 300 m, være påskrudd hele tiden, mens Sentinel 1 og 2, som har oppløsning på 10-20 m, bare kan være påskrudd en viss andel av tiden.

⁷ Prioritering mellom ulike opptaksmodus gjelder kun Sentinel 1-satellittene, som er radarsatellitter med høy oppløsning.

Når det gjelder beslutninger om *type satellitt* som skal skytes opp, omfatter det vurderinger om hva som skal være satellittenes oppgaver, hvilken satellittbane de skal bevege seg i og hvilke nyttelaster de skal utstyres med. For eksempel vil en Polarsatellitt ha en Arktisk oppgave, gå i polarbane og være utstyrt med nyttelaster som er egnet til å utføre de definerte oppgavene. For tiden foregår en prosess med prioritering av kandidater til den nye generasjonen Sentinel-satellitter, hvorav to av seks gjenstående kandidater vil ha Arktis som hovedoppgave.

Beslutninger om satellittenes *opptaksmønster* gjelder for det første satellittenes geografiske dekning – det vil si prioriteringer om hvor den skal ta opptak.⁶ Videre gjelder det beslutninger om satellittenes opptaksmodus, i praksis når den skal være i landmodus (høy bildekvalitet) og havmodus (lav bildekvalitet).⁷ Til slutt handler det også om dekningsgrad, det vil si hvor hyppig den skal ta opptak over bestemte områder.⁸ Beslutninger om satellittenes opptaksmønster kan fattes også etter oppskyting, og det kan være stadige omkamper om hva som skal prioriteres. Norsk deltakelse kan derfor være avgjørende ikke bare for å få gjennomslag for spesifikke opptaksmønstre, men også for å bevare disse, og sikre en kontinuerlig og forutsigbar datastrøm som kan benyttes til å utvikle tjenester.

I tillegg til beslutninger om hvilke data som skal samles inn diskuteres også problemstillinger knyttet til *prosessering og kalibrering* av data. Hvordan dataene prosesseres kan ha betydning både for kvaliteten på dataene som tilgjengeliggjøres og for tjenestene som produseres med utgangspunkt i dataene. For Norge har en svært aktuell problemstilling vært kalibrering av Sentinel 2-data, der høydemodellen som benyttes i programmet gir unøyaktige resultater spesielt i nordlige og bratte områder, noe som slo spesielt uheldig ut for Norge. Gjennom påvirkningsarbeid fikk Norge imidlertid gjennomslag for en egen prosesseringstjeneste for Sentinel 2-data med en bruk av en nasjonal høydemodell som gir et mer nøyaktig resultat, i tillegg til at Copernicus i 2018 vedtok å sette av betydelige budsjettmidler til å anskaffe en god global høydemodell for bruk i programmet.

⁸ Med Sentinel 2, som er en optisk satellitt, er en utfordring at det ikke tas bilder over Norge om vinteren ettersom satellitten slår seg av ved en viss solvinkel. Her jobber Norsk romsenter for at opptakene kan starte igjen litt tidligere om våren for å forlenge den operative sesongen. Bakgrunnen er at bilder med lave solvinkler viser skygger på en måte som kan være nyttig for eksempel ved is-observasjon.

I Copernicus' komiteer tas også beslutninger om hvilke tjenester programmet skal produsere og hvordan disse skal spesifiseres. Også i denne sammenheng kan Norge spille inn sine interesser, og søke å bidra til å designe tjenestene slik at de i størst mulig grad dekker norske behov og/eller slik at norske aktører er i god posisjon til å vinne kontrakter om utvikling og leveranse av disse, jf. omtale i kapittel 3.1.3.⁹ Utvikling og spesifisering av tjenesteområdene pågår kontinuerlig og det vil være mulig å påvirke disse også etter at beslutninger om satellittenes oppgaver, baner og nyttelaster er tatt.

Generelt har Norge gjennom deltakelsen i Copernicus' komiteer og arbeidsgrupper jobbet for å bedre overvåkingen av Arktis/nordområdene. Ifølge Norsk Romsenter er det få, om ingen, andre land som har den samme sterke interessen for dette, og Norges innsats har derfor vært avgjørende for å få til den gode dekningen som er oppnådd i dag. Norge har også vært i posisjon til å gi kunnskapsbaserte innspill som blir lyttet til om forhold i nordområdene som har forbedret beslutninger og programmets effektivitet for alle. Videre norsk deltakelse vil sannsynligvis også være viktig for fortsatt høy prioritet og kvalitet på overvåkingen i nord, når programmet skal utvikles videre, blant annet ved oppskyting av nye satellitter.

I den følgende faktaboksen gjengis noen konkrete eksempler på saker som Norge har fått gjennomslag for, og som mest sannsynlig ikke ville skjedd dersom Norge ikke deltok i programmet.

Konkrete eksempler på norske gjennomslag

- Endring fra havmodus til landmodus på Sentinel 1-satellitter over Svalbard og Jan Mayen – og dermed bedre bildeklarhet over disse øyene.
- Reversering av endring fra land- til havmodus over Bottenviken på én av to Sentinel 1-satellitter – og dermed hyppigere bilder med god kvalitet over Norge for operative radarbaserte landtjenester som snøskred, flom, fjellskred og InSAR Norge.
- Egen prosesseringstjeneste for Sentinel 2 data med bruk av nasjonal høydemodell (den europeiske modellen hadde store feil, særlig i bratte områder og over 60° nord) – og dermed med nøyaktige data i bratte områder, og særlig langt nord.
- Polarsatellitt/passiv mikrobølge er blant kandidatene til ny generasjon satellitter – dermed en mulighet for ytterligere forbedringer av den Arktiske overvåkingen.
- Initiert arbeid om hvordan Copernicus kan benyttes til å overvåke tropisk skog – og dermed mulighet for oppnåelse av regjeringens målsetning om bruk av satellittdata som ledd i utviklingssamarbeid om verning av skog.

I noen tilfeller vil Norge også kunne påvirke data- og tjenesteproduksjonen direkte ved at det er norske aktører som står for en del av datainnsamlingen og utviklingen av tjenester gjennom kontrakter med Copernicus. I noen tilfeller kan det være at landets deltakelse i programmet (og tjenesteproduksjonen) faktisk øker den generelle kvaliteten på tjenestene: Ettersom Norge har enkelte særskilte karakteristika er det også områder hvor Norge har særskilt kompetanse, og hvor det kan forventes at data og tjenesteleveransen ville hatt lavere kvalitet om aktører fra andre land skulle stått for leveransene. Eksempelvis har Nansensenteret, i samarbeid med Meteorologisk institutt og Havforskningsinstituttet ansvar for drift av den Arktiske modulen i Copernicus' havtjeneste. Det er trolig få, om noen andre miljøer som nå kunne tilbudt den samme ekspertisen og kompetansen til å levere høykvalitetsdata og -tjenester på dette feltet.

⁹ Bruk av InSAR i den kommende European Ground Motion service er et eksempel på et område hvor norsk teknologi vil benyttes inn i tjenestene og hvor norske aktører kan være i god posisjon til å vinne kontrakter. Også i havtjenesten har norske aktører hatt en fremtredende rolle – Forskningsinstituttet NORUT (nå NORCE) i Tromsø i flere år vært den

faglige rådgiveren for ESA og Copernicus når det gjelder havbølgemålinger med Sentinel-1. Meteorologisk institutt har stått sentralt i å utvikle havbølgeproduktene i Copernicus havtjenesten. Fremover kan NILU få en nøkkelrolle innen data-analyse når Copernicus midt på 2020-tallet skal ta i bruk nyutviklede satellitter for CO2-målinger.

3.2.3 Ulike portaler for tilgang til Copernicusdata

Data fra Copernicus tilgjengeliggjøres via flere ulike aksesspunkter (dataportaler) der brukerne kan logge inn og laste ned data. Noen av disse portalene er kun tilgjengelige for deltakerland og tjenesteleverandører til Copernicus, noe som innebærer at datatilgangen vil være bedre for deltakerland enn ikke-deltakere. Årsaken er at det er forskjell på hvilke data som tilgjengeliggjøres og hvordan de tilgjengeliggjøres i de ulike portalene. Dette gjelder blant annet:

- Hvilken garantitid dataene leveres med (tid fra opptak til data er tilgjengelig i portalen)
- I hvilken grad brukerne får tilgang til rådata
- Hvilken nedlastingshastighet det er mulig å oppnå
- I hvilken grad det er lagt andre begrensninger (enn tid) på muligheten for nedlasting av data
- I hvilken grad det finnes mulighet for veiledning og et brukergrensesnitt tilpasset mindre profesjonelle brukere

Tabell 3-1 gir en oversikt over de ulike portalene og deres egenskaper, og disse beskrives nærmere under.

Tabell 3-1: Copernicus – datatilgang med og uten deltakelse

Datahub	Copernicus Services Data Hub	Copernicus Collaborative Data Hub	Det norske bakke-segmentet (satellitdata.no)	The International Access Hub	Copernicus Open Access Data Hub	Data and Information Access Service (DIAS)
Brukere	Copernicus tjenesteoperatører	Samarbeidslandene	Norske brukere	Internasjonale partnere som har avtale med EU-KOM	Alle	Alle
Garantitid	QRT (1t), NRT (3t), NTC (24t)	NRT, NTC	QRT (fra KSAT), NRT, NTC	NTC	NTC	NTC (per i dag)
Nedlastingshastighet	Svært raskt	Raskt/medium	Svært raskt	Avhengig av prioritet	Tregt	Raskere enn Open Access Hub
Tilgang til rådata	Ja	Ja	Ja	Usikkert	Usikkert	Usikkert, ikke krav om å tilby rådata
Begrensninger /tilleggstjenester			Veiledning, ulike dataformater, brukervennlige grensesnitt, filteringsmuligheter m.m	Avhengig av avtale	Kun nedlasting av 2 produkter samtidig	Trolig begr. på nedlasting. Tjenester som lagring, analyseverktøy etc. mot betaling

Kilde: Norsk Romsenter og European Commission (2019)

Copernicus Services Data Hub er den høyest prioriterte portalen og er kun tilgjengelig for Copernicus' seks tjenesteoperatører (seks brukere). Portalen inneholder data som leveres både Quasi-Real-Time (QRT), dvs. med garantitid fra opptak til tilgjengeliggjøring på 1 time, Near-Real-Time- data (NRT) med garantitid på 3 timer og Non-Time-Critical-data (NTC) med garantitid på 24 timer. Portalen inneholder både rådata og prosesserte data og skal sikre tjenesteoperatørene svært raskt og mest mulig ubegrenset nedlasting av data.

Copernicus Collaborative Data Hub (ColHub) har én bruker per deltakerland. Portalen inneholder ikke

QRT-data, men NRT- og NCT-data. Portalen gir også tilgang til rådata fra Sentinel 1 og det er ikke lagt spesielle begrensninger på hvor mye som kan lastes ned. Nedlasting har gått raskt, men med økt bruk av portalen går det ifølge flere norske aktører stadig tregere å laste ned data fra dette aksesspunktet. Som bruker av Copernicus Collaborative Data Hub sikres Norge lik tilgang til data som alle andre EU-land.

Satellitdata.no er en portal som driftes av Meteorologisk institutt på oppdrag fra Norsk Romsenter og som inngår som et av tre hoved-elementer i det norske bakkesegmentet, jf.2.5.1. Her tilgjengeliggjøres Sentinel-data som er hentet fra ulike

kilder, herunder fra ColHub, avtaler med andre land om bytte av nedlest data og fra Norges egen stasjon i Tromsø som lytter inn på KSATs direkte nedlesing av radarbilder fra Sentinel 1 på Svalbard.¹⁰ Ettersom Norge kan lytte inn på datastrømmen som lastes ned på Svalbard inneholder portalen QRT-data, i tillegg til NRT- og NTC-data som kan hentes fra ColHub, samt rådata fra Sentinel 1. Nedlastingshastigheten er svært god og norske operative tjenester som er basert på Sentinel-data benytter nå i hovedsak dette som aksesspunkt. For å øke bruken av satellittdata i norsk forvaltning tilbyr satellittdata.no også veiledning, data på ulike formater¹¹, samt brukergrensesnitt som er tilpasset brukeres behov, som ulike filtrerings- og visualiseringsløsninger.

The International Access Hub er en portal som er forbeholdt ikke-deltakende land som har en egen avtale med EU-kommisjonen om tilgang. Dette gjelder i hovedsak et fåtall større land hvor fellesnevneren er at disse har egne satellittkapasiteter og dermed kan tilby data i retur for en tilgang på Copernicus-data som er mer eksklusiv enn den som kan fås gjennom Copernicus Open Access Hub. Hvilke data som tilbys her, og hvilke begrensninger som ligger på nedlasting, er avhengig av betingelsene i den enkelte bilaterale avtale.

Copernicus Open Access Data Hub er portalen som er åpen for alle og hvor ikke-deltakende land og brukere kan laste ned gratis Copernicus-data. Portalen inneholder kun NTC-data og heller ikke rådata. På grunn av stor pågang på databasen er nedlastingshastigheten lav. Det er også lagt en begrensning på nedlasting til to produkter (eks. bilder) samtidig. Dette gjør basen uegnet for profesjonelle aktører som skal benytte dataene til å drifte operative tjenester.

Data and Information Access Services (DIASer) er kommersielle portaler under utvikling og som skal gi tilgang til Sentinel-data, informasjon fra de seks operasjonelle tjenestene samt sky-baserte prosesseringsverktøy (open-source eller betalings-tjenester).¹² Fem ulike aktører/konstellasjoner har fått kontrakter med EU-kommisjonen om å etablere og utvikle DIASene, og disse skal driftes på kommersiell basis. Dataene skal være gratis tilgjengelig for brukerne, men operatørene kan ta betalt for prosesseringsverktøy, lagringstjenester og andre

tjenester som tilbys gjennom portalen. DIASene er et relativt nytt initiativ, og det er stor usikkerhet om det faktiske innholdet og funksjonaliteten som vil tilbys gjennom portalene, hvor lett det vil være å laste ned data, samt hva det vil koste å benytte tjenestene.

3.2.4 Datatilgang uten deltakelse

I Tabell 3-1 er portalene som vil være tilgjengelige for Norge som ikke-deltaker markert i lysegrått.

Som beskrevet er nedlastingsmulighetene fra Copernicus Open Access Data Hub såpass begrenset at det ikke vil være hensiktsmessig å basere operative tjenester på data herfra. For en del av de operative varslingstjenestene er det også nødvendig med tilgang til QRT- og NRT-data, noe som ikke tilbys via den åpne portalen.

Det er også svært usikkert om nedlastingsmulighetene fra DIASene vil være gode nok for slik bruk, og hva det i så fall vil koste. Ettersom dette er fem ulike kommersielle tilbud under utvikling, er det krevende å forutsi hvordan portalene vil rigge sin forretningsmodell, og i hvilken grad de vil legge til rette for nedlasting av store mengder data. Videre er det usikkert om portalene vil gi tilgang også til uprosesserte rådata, noe det ikke er krav om at de skal gjøre i dag. Ettersom portalene ikke kan ta betalt for denne type tjenester, er det naturlig å tenke seg at det vil være større fokus på utvikling av tilleggstjenester, og at det ikke nødvendigvis vil være sømløst å ta dataene ut av portalen for å lagre på andre plattformer og videreprosessere med egne verktøy.

The International Access Hub, markert i mørkegrått i tabellen, vil kun være tilgjengelig gjennom en bilateral avtale med EU. Hvorvidt inngåelse av en slik avtale er realistisk eller ikke, og hvilke betingelser som i så fall vil gjelde, er usikkert. Til nå har EU inngått, eller er i forhandlinger om, avtaler med USA, Brasil, Chile, Colombia, Afrikanske Union, India, Australia, Ukraina og Serbia. Avtalene innebærer resiprositet, dvs. tilbakebytter, fra landene tilsvarende fordelene de er gitt. Her er tilgang til landenes satellitt- og in-situdata typiske eksempler.

3.2.5 Datatilgang med deltakelse

I Tabell 3-1 er portalene som kun vil være tilgjengelige for Norge som deltaker markert i lyseblått.¹³ Både ColHub og, i enda større grad, det

tilpasset behovet. I dag er det Meteorologisk institutt som i hovedsak gir veiledning og hjelp til andre brukere av portalen.

¹² Se Copernicus (2019)

¹³ Tilgang til Copernicus Services Hub, markert i mørkeblått, er kun tilgjengelig for operatørene av Copernicus' seks tjenester og kan uansett ikke benyttes av norske aktører til andre formål.

¹⁰ Norsk Romsenter og Meteorologisk institutt har egne avtaler med ESA om at det kan stå en slik server i Norge.

¹¹ Profesjonelle brukere som Meteorologisk institutt, NVE og NGU kan hente data på safe-format, tilsvarende det som finnes i Colhub. Dette er imidlertid lite tilgjengelig for brukere som ikke benytter satellittdata i stor grad og de fleste operasjonelle systemer bruker ikke safe-format. For disse tilbys andre formater som er mer brukervennlige og

norske bakkeselementet, gir en vesentlig bedre datatilgang enn Copernicus' åpne portal, og etter all sannsynlighet også bedre tilgang enn det vil være mulig å oppnå gjennom DIASene. Den gode og forutsigbare tilgangen på oppdaterte data fra Colhub og det nasjonale bakkeselementet er viktig for norske brukeres evne og vilje til å investere og utvikle operative tjenester basert på dataene.

Muligheten Norge har gjennom det nasjonale bakkesegmentet til å lytte direkte inn på nedlastingen av Sentinel 1-data, og tilgjengeliggjøre dataene i satellittdata.no, gir også en økt nasjonal egeevne ved at det sikrer Norge den samme ikke-manipulerte datastrømmen som EU har tilgang til. Deltakelse i programmet og utviklingen av bakkesegmentet har også gitt Norge en programinnsikt som sikrer økt forståelse av egenskapene til dataene som samles inn, og mulige bruksområder for norske brukere.

3.2.6 Oppsummering data med og uten deltakelse

Copernicus' åpne datapolicy innebærer at Norge også uten deltakelse i programmet vil få tilgang til tjenester og jordobservasjonsdata som norske aktører har interesse av. Sammenliknet med en situasjon der Norge deltar i programmet vil imidlertid dataene være mindre:

1. *tilpasset norske behov*, siden Norge vil miste muligheten til å påvirke data- og tjenesteproduksjonen. Herunder vil Norge miste muligheten til å spille inn sine behov ved prioritering og spesifisering av nye satellitter og tjenester, valg av opptaksmodus, og metode for kalibrering og prosessering av data.
2. *tilgjengelige for norske brukere*, siden Norge ikke vil kunne benytte de beste portalene for nedlasting av data. Herunder vil Norge miste tilgang til rådata og nær-sanntidsdata, samt stå overfor nedlastingsrestriksjoner som hindrer bruk av data til operative tjenester.
3. *forståelige for norske brukere*, ettersom Norge ikke vil ha sitt eget bakkesegment og dermed ikke dagens programinnsikt og mulighet til å veilede og skreddersy tilbudet til norske brukere.
4. *forutsigbare*, ettersom det vil øke risikoen for omprioriteringer som ikke er i Norges interesse. Herunder kan det skje endringer i opptaksmønstre som kan forringe datastrømmer som norske aktører baserer tjenester på.

Årsakene til at Norge har nytte av å ha bedre data som deltaker er:

1. Muligheten norske aktører har til å påvirke data- og tjenesteproduksjonen i Norges favør.
2. Rettighetene norske aktører har til data som deltaker i programmet, sammenliknet med ikke-deltakere.

3. Mulighetene til å etablere og opprettholde det norske bakkeselementet som tilbyr rask nedlasting, veiledning og et mer tilpasset brukergrensesnitt.
4. Kontrakten som KSAT har for nedlesing på Svalbard og Norges mulighet til å lytte inn på datastrømmen, noe som gir direkte tilgang til ikke-prosesserte QRT-data fra Sentinel 1.

Som ikke-deltaker vil Norge ikke ha innflytelse på data- og tjenesteproduksjonen i Copernicus, og norske aktører må basere bruken på dataene som EU-landene prioriterer å produsere. Når det gjelder den fremtidige tilgangen til disse dataene som ikke-deltaker, vil den i stor grad avhenge av utviklingen av DIASer. Det er vanskelig å se for seg at tilgangen gjennom DIASene blir så god at den kan erstatte tilbudet som i dag gis gjennom ColHub og det norske bakkeselementet, og at det vil være mulig å basere operative tjenester på data fra DIASene, jf. diskusjonen i 3.2.4. Generelt vil det være større usikkerhet knyttet til datastrømmen og tilgjengeligheten til data uten norsk deltakelse.

3.3 Galileo/EGNOS

Norges deltakelse i Galileo/EGNOS kan ha betydning for hvilke tjenester programmene tar fram, hvilke tjenester ladet har tilgang til og tjenestenes ytelse for norske brukere.

3.3.1 Tilgangen til tjenester uten deltakelse

Som beskrevet i kapittel 2.2.2 består Galileo av fire tjenester. De fleste av tjenestene er åpne for alle, men enkelte tjenester krever betaling for tilgang. Disse tjenestene kan norske brukere benytte uavhengig av om Norge deltar i programmet eller ikke. Tjenestene omfatter i) den åpne tjenesten, ii) den kommersielle autentiseringstjenesten og iii) søk- og redningstjeneste. Vi utdyper innholdet i tjenestene nedenfor:

Den åpne tjenesten er gratis og tilbyr brukeren signaler for å beregne nøyaktig posisjon, tid og hastighet. Tjenesten er global og tilgjengelig for enhver bruker som har en mottaker som håndterer Galileo, eksempelvis i mobiltelefonen eller i bilnavigasjonssystemet.

Galileo sender signaler over tre ulike frekvenser. Ved bruk av to eller flere frekvenser vil en navigasjonsmottaker kunne gi en mer nøyaktig posisjon, ved at usikkerheten fra den største feilkilden, som er signalforsinkelse gjennom ionosfæren, blir tilnærmet fjernet. Mottakerne kan kombinere signaler fra Galileo og GPS (og eventuelt andre GNSS), og slik får brukerne tilgang til mange flere satellitter enn ved å bruke ett av systemene alene. Flere synlige satellitter gir bedre tilgjengelighet og større nøyaktighet, spesielt i byer og terreng med skjerming (Norsk Romsenter, 2019).

Høynøyaktighetstjenesten, som også tilbys som en åpen tjeneste, vil ha en nøyaktighet ned til 20 centimeter, og mottakere med tre frekvenser vil ha tilgang til denne. Disse to tjenestene tilbyr imidlertid ingen integritetsinformasjon eller vurdering av signalkvalitet.

Den kommersielle autentiseringstjenesten er en tjeneste med signaturautentisering for profesjonelle brukere. Autentiseringen er evnen til å tilby en viss sikkerhet for brukerne om at de benytter signaler og data fra faktiske satellitter og ikke fra en annen kilde, og slik forhindre såkalt spoofing. I motsetning til den åpne tjenesten vil den kommersielle tjenesten være en betalingstjeneste, og signalet fra den kommersielle tjenesten krypteres for å kontrollere tilgangen.

Galileo vil også tilby en enklere, åpent tilgjengelig autentiseringstjeneste.

Søk- og redningstjenesten (SAR) tilbyr i nær sanntid deteksjon og lokalisering av nødstedte, noe som er en forbedring fra tidligere hvor ventetiden kunne være opp til en time. Søk- og redningstjenesten har også returkanal slik at nødstedte får tilbake en bekreftelse på oppfanget nødsignal og eventuelt at hjelp er underveis. Satellittene kan motta nødsignaler fra eksempelvis skip, fly og enkeltpersoner og videreformidle signalene til nasjonale redningscentre.

Tjenesten er et europeisk bidrag til, og kompatibel med, den internasjonale Cospas-Sarsat-tjenesten, som er et satellittbasert søk- og redningssystem for nødvarslingsgjenkjenning og informasjonsdeling som ble etablert i 1979 av Canada, Frankrike, USA og det tidligere Sovjetunionen.

3.3.2 Tilgang til tjenester med deltakelse

I tillegg til de tre tjenestene som er beskrevet over omfatter Galileo den offentlig regulerte tjenesten (PRS) som kun er tilgjengelig for deltakere i programmet eller avtalepartnere.

Den offentlig regulerte tjenesten (PRS) er en tjeneste for autoriserte brukere med særlig strenge krav til robusthet og kontinuitet. Dette vil være offentlig autoriserte brukere i sivil og militær sektor. Tjenesten tilbyr posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse på andre frekvenser med krypterte signaler. Brukeren må ha godkjenning fra nasjonale myndigheter og en spesiell mottaker som kan dekryptere signalet. Dette gjør tjenesten mer motstandsdyktig mot interferens og falske signaler, og gir mulighet for tilgangskontroll og -begrensning.

Tjenesten vil kunne benyttes også i ekstreme situasjoner der det er nødvendig å stenge den åpne

tjenesten, for eksempel under terrorangrep (Norsk romsenter, 2019). Brukere som ikke er gitt tilgang til tjenesten vil ikke kunne benytte signalet til posisjonsbestemmelse, navigasjon eller tidsbestemmelse (GSA, 2019).

PRS er under utvikling og skal etter planen være fullt operativ i 2023. Norge har foreløpig ikke fått tilgang til tjenesten ettersom ikke-medlemmer i EU anses som et tredjeland. Ifølge EU-forordning 1104/2011¹⁴, som regulerer tilgangen til PRS, kan tredjeland som har sikkerhetsavtale med EU forhandle om tilgang til PRS. Betingelser og krav for tredjelandenes tilgang og bruk skal reguleres i egen tilgangsavtale. Avtaler om tilgang skal godkjennes av Rådet. Det må også utnevnes en egen myndighet som blant annet er ansvarlig for å vurdere hvilke nasjonale brukere som skal ha tilgang til tjenesten.

Norge har siden 2017 vært i forhandlinger med EU om tilgang til PRS. Norsk Romsenter forventer at en avtale om tilgang kan komme på plass i løpet av 2019. Fra norsk side ledes forhandlingene av Utenriksdepartementet, som har med seg representanter fra Nasjonal sikkerhetsmyndighet, tiltenkt rollen som norsk PRS-myndighet, Norsk Romsenter og Nærings- og Fiskeridepartementet. Bakgrunnen for at forhandlingene har vært tidkrevende er blant annet at det tok tid før nødvendig regelverk var på plass og EU-kommisjonen hadde et forhandlingsmandat fra Rådet. Et slikt mandat måtte godkjennes av alle landene i Rådet. Det har også vært krevende for EU å drive forhandlinger parallelt med utviklingen av programmet.

Dersom Norge ikke var deltaker i Galileo kunne landet i prinsippet også forhandlet om tilgang til PRS som et tredjeland i henhold til reglene i EU-forordning 1104/2011. Parallelt med Norge er USA i slike forhandlinger med EU-kommisjonen. Ifølge Norsk Romsenter og andre som har deltatt i forhandlingsprosessene, er det imidlertid vanskelig å se for seg at Norge skulle fått en slik avtale. I motsetning til USA, som har GPS (herunder det krypterte militære GPS), har Norge i liten grad noen satellittkapasitet som vil være interessant for EU å få tilgang til i retur for en avtale om PRS. Dersom Norge likevel kunne forhandlet seg frem til en avtale måtte landet uansett forventet å betale for tilgangen til systemet.

Norsk deltakelse i Galileo gir oss altså en betydelig økt sannsynlighet for tilgang til PRS, sammenliknet med en situasjon uten deltakelse. Hvor viktig en slik tilgang vil være vil blant annet avhenge av tjenestens innretning, hvilke brukere som vil være aktuelle for PRS i Norge og i hvilken grad norsk industri kan

¹⁴ Decision 1104/2011/EU of the European Parliament and of the Council on the rules for access to the public regulated

service provided by the global navigation satellite system established under the Galileo programme.

konkurrere om kontrakter for leveranser til tjenesten. Dette er forhold som til dels inngår i forhandlingene med EU, og som også vil besluttes løpende i den videre utviklingen av tjenesten. Tilgang til PRS vil trolig ha betydning for Norges muligheter til å delta i felles operasjoner med andre EU-land, eksempelvis i regi av politi, toll eller forsvar. Videre kan det være viktig for norske aktører å få mulighet til å inkludere PRS-komponenter i utstyr de produserer, eksempelvis forsvarsleveranser som skal ha både militær GPS og PRS.

Med deltakelse i PRS vil Norge sannsynligvis også få mulighet til å følge diskusjonene om utviklingen av programmet i flere sikkerhetsrelaterte komiteer i Galileo. I dag får ikke Norge delta på møter i komiteer som omhandler denne tjenesten. Mulighet for innsyn og innflytelse i disse diskusjonene vil ha verdi for Norge både med tanke på å kunne innrette og utnytte tjenesten best mulig, men også for å kunne få nærmere innsikt i og forståelse for EUs vurderinger og prioriteringer i sikkerhetspolitikken, noe som er viktig med tanke på ladets øvrige sikkerhetspolitiske samarbeid med EU. Også i dag har imidlertid Norge, blant annet representert ved NSM, mulighet til å delta i diskusjoner og beslutninger om sikkerhetsspørsmål i øvrige deler av Galileo-programmet, og derigjennom fått ta del i nyttig kunnskap og nettverk.

3.3.3 Tjenestenes ytelse uten deltakelse

Galileos åpne tjeneste gir forbedret ytelse relatert til bestemmelse av posisjon, fart og tid over hele verden, spesielt i områder utsatt for skjerming. Den forbedrede ytelsen kommer særlig av at systemet kan brukes i kombinasjon med GPS og andre GNSS-systemer. Den økte ytelsen, og nyttevirkingene av dette, vil treffe alle norske brukere av navigasjonssignaler som har en mottaker som støtter Galileo. Norske brukere kan også ha en særlig økt nytte av Galileo ettersom tilgangen på flere satellitter er spesielt viktig for ytelsen i nordlige områder der ionosfæreaktiviteten kan gi spesielle utfordringer knyttet til mottak av GNSS-signalet.

I tillegg til bedre tilgjengelighet og nøyaktighet sikrer Galileo europeisk uavhengighet av andre nasjoners systemer som i dag er en del av Norges kritiske infrastruktur. Selv som ikke-deltaker tar Norge del i

den verdien det har at Europa har sitt eget globale, sivile satellittnavigasjonssystem som virker uavhengig av de militære systemene til USA, Russland og Kina.

3.3.4 Tjenestenes ytelse med deltakelse

Gjennom deltakelse i komiteer og arbeidsgrupper i Galileo/EGNOS har Norge fått gjennomslag for endringer som har gitt forbedret ytelse av tjenestene for norske brukere.

Den viktigste forbedringen Norge har bidratt til er utvidet ytelse av EGNOS fra 70 til 72° nord. For å få til en slik forbedret ytelse har det vært nødvendig å

1. få etablert EGNOS-referansestasjoner lenger nord og
2. få gjennomslag for nye beregninger av systemparametere og resertifiseringer av systemet.

Ifølge Norsk Romsenter har dette vært en lang prosess som ikke ville vært mulig uten norsk deltakelse og aktiv påvirkning. Årsaken er at de andre nordiske landene i begrenset grad har sammenfallende interesser og i liten grad har jobbet for bedre dekning mot nord.

Norsk deltakelse har også ført til etablering og drift av bakkestasjoner på norsk territorium. I dag har Norge Galileo-bakkestasjoner på Svalbard, Jan Mayen og Dronning Maud Land (Troll-basen i Antarktis), og EGNOS-stasjoner på Værnes, Jan Mayen, Svalbard og i Tromsø og Kirkenes. Det ville ikke vært etablert og driftet stasjoner på norsk territorium dersom Norge ikke var deltakere i programmet. Dersom Norge trekker seg ut av programmet vil norske Galileo-stasjoner legges ned. Dette illustreres nå tydelig ved at britiske stasjoner allerede er utkopleet og flyttes andre steder som følge av Brexit.

Bakkestasjonen (MEOLUT) på Svalbard er en av tre bakkestasjoner i Europa som fanger opp SAR-signaler fra satellitter. Plasseringen av MEOLUT innebærer at SAR-tjenesten har bedre dekning lenger nord (Norsk romsenter, 2019). Uten norsk deltakelse ville stasjonen vært plassert lenger sør på landområdene til et annet deltakerland. Norsk deltakelse i programmet har dermed forbedret søk- og redningstjenesten i norske havområder.

4. Nytteeffekter gjennom leveranser til programmene

Deltakelse i romprogrammene bidrar direkte til verdiskaping i Norge gjennom muligheten norske aktører får til å by på kontrakter. I dette kapittelet beregnes verdien av kontraktene som norske virksomheter har vunnet i nåværende og tidligere finansielle perioder. Estimatenes tilsier en brutto verdiskaping på nesten 1,5 milliarder kroner. Netto verdiskaping, hvor verdien av alternativ anvendelse av ressursene trekkes fra, er på 357 millioner kroner.

4.1 Effekter gjennom verdiskaping

Deltakelse i romprogrammene gir verdiskaping i Norge. Vi skiller mellom to kanaler for verdiskaping:

1. Verdiskaping fra leveranser til romprogrammene
2. Verdiskaping fra økt produktivitet for brukere av signaler og informasjon fra programmene

Punkt 2 på denne listen har vi betegnet som «nytteeffekter gjennom bruk av informasjon fra programmene», og er tema i kapittel 5. Punkt 1 behandles i dette kapittelet.

Norske bedrifter og forskningsinstitusjoner kan konkurrere om kontrakter til romprogrammene, og deltakelse er en absolutt forutsetning for å kunne motta slike oppdrag. Disse oppdragene bidrar både direkte og indirekte til verdiskaping i Norge. De direkte effektene er knyttet til inntekter fra leveransene, mens de indirekte effektene inkluderer blant annet ringvirkninger gjennom verdikjeden, økt kompetanse hos leverandørene, og verdien av forskning og utvikling. I dette kapittelet analyserer vi først og fremst direkte effekter. Indirekte effekter, i form av kompetansebygging og forskning og utvikling, omtales mer overordnet mot slutten av kapittelet.

4.2 Direkte verdiskaping

Vi definerer verdiskaping som inntekter på kontraktene, fratrukket leveransens varekjøp, tjenestekjøp fra underleverandører, og andre driftskostnader (utenom lønnskostnader). Vi kjenner bare til det totale kontraktsbeløpet, altså inntektene,

og må derfor beregne kontraktens verdiskaping indirekte basert på virksomhetenes regnskaper.

4.2.1 Brutto og netto verdiskaping

Leveranser til romprogrammene skaper verdi i Norge, men dette kan ikke måles ved å se direkte på kontraktsverdiene. Norges bidrag er skattefinansiert, og 100 skatte kroner er det samme som 100 verdiskapings kroner. Derimot er det kun deler av kontraktsverdien som er verdiskaping. Deler av inntektene går til import av varer og tjenester, og noe går til norske underleverandører.¹⁵ Dette betyr at 100 kontrakts kroner gir mindre verdiskaping enn 100 skatte kroner. Samtidig kan arbeidskraften, lokalene og maskinene som går inn i leveransene alternativt brukes til å produsere andre varer og tjenester. Ved full sysselsetting av arbeid og kapital i økonomien vil leveranser til romprogrammene fortrenge annen produksjon som også skaper verdi.

I Europa er det vanlig å bruke brutto verdiskaping som målestokk, mens i norsk sammenheng er netto verdiskaping mer utbredt.¹⁶ Netto verdiskaping er definert som brutto verdiskaping fratrukket verdien av alternativ anvendelse av ressursene som går inn i leveransene. Dette målet sier noe om økningen i verdiskaping som deltakelse medfører; Det er rimelig å anta at kontraktene gir høyere verdiskaping, men det er usikkert hvor mye høyere. Dermed er det to spørsmål som må besvares i vurderingen av verdiskaping fra deltakelse i romprogrammene:

1. Hva er direkte brutto verdiskapingsbidrag fra kontraktene?
2. Hvor mye høyere er verdiskapingsbidraget fra leveranser til romprogrammene sammenlignet med annen produksjon?

Direkte brutto verdiskaping kan måles, mens verdiskaping fra alternativ anvendelse må estimeres.¹⁷ Vi presenterer både brutto verdiskaping og netto verdiskaping.

4.2.2 Beregning av verdiskaping

Vi har ikke nok informasjon om leveransene til å beregne verdiskaping direkte, og derfor bruker vi bedriftens typiske *verdiskapingsandel* for å beregne verdiskaping fra leveransene. Vi definerer verdiskapingsandelen som

romprogrammene vil da fortrenge annen produktiv aktivitet. I andre europeiske land, som gjerne har høyere arbeidsledighet, er dette en mindre realistisk forutsetning.

¹⁷ For leverandører hvor vi har regnskapstall, kan vi beregne verdiskaping direkte. For andre leverandører må vi estimere verdiskaping basert på forutsetninger.

¹⁵ Kjøp av tjenester fra norske underleverandører er en del av den indirekte verdiskapingen i Norge, men vi har ikke datagrunnlag for å beregne dette.

¹⁶ Bruken av netto verdiskaping hviler på en grunnleggende forutsetning om full sysselsetting i økonomien, noe som betyr at det ikke er ledig produksjonskapasitet. Leveranser til

verdiskaping driftsinntekter

Verdiskapingsandelen er basert på gjennomsnittet for regnskapsårene 2014–2017, og den underliggende antagelsen er at verdiskapingsbidraget fra kontraktene er like stort som bedriftens øvrige virksomhet. Vi beregner bedriftenes verdiskaping slik:

$$\text{verdiskaping} = \text{driftsresultat} + \text{lønnskostnader} + \text{avskrivn.}$$

Dette er konsistent med vår definisjon av verdiskaping, altså omsetning fratrukket varekjøp, tjenestekjøp og andre driftskostnader. Generelt har metoden vår tre implikasjoner som er verdt å merke seg:

1. Høy bruk av underleverandører relativt til interne ressurser gir lavere verdiskaping per kontraktskrone, fordi det gir høye driftskostnader, og fordi det ikke regnes som en selvstendig del av verdiskapingen (slik som lønnskostnader).
2. Den faktiske verdiskapingen blir undervurdert hvis underleverandørene er norske. Vi har ikke nok informasjon til å anslå hvor mye vi undervurderer.
3. Vi beregner ikke verdien av ringvirkninger gjennom varekjøp.

For å beregne verdien av alternativ anvendelse bruker vi verdiskaping *per ansatt* som et mål på den typiske avkastningen i bransjen. Den underliggende forutsetningen er at leverandører til romprogrammene, i fravær av norsk deltakelse, ville hatt samme gjennomsnittlige verdiskaping per arbeidstime som øvrige bedrifter i bransjen.¹⁸

Vi beregner verdiskaping på samme måte for kommersielle bedrifter og forskningsvirksomheter og ikke-kommersielle organisasjoner.¹⁹ Flere av sistnevnte har ikke offentlig tilgjengelige regnskaper. Verdiskapingsandelen for organisasjoner eller institutter som ikke har regnskapstall, blir derfor tildelt verdiskapingsandelen til andre leverandører i samme bransje.²⁰

4.2.3 Data

Norsk Romsenter har laget en omfattende oversikt over leverandørkontakter for norske bedrifter som leverer til Copernicus og Galileo. Denne utgjør grunnlaget for beregning av verdiskaping, og angir leverandør, beløp og kontraktsår for noen kontrakter. For Galileo er oversikten brutt ned på kontraktsnivå

fra og med 2005, mens for Copernicus har vi bare detaljert informasjon fra og med 2014. For årene før 2014 har vi et samlebeløp for alle kontraktene. Vi har derfor informasjon om kontrakter også i utviklingsfasen av programmene, før de ble innlemmet i EØS-avtalen. Vi har imidlertid ikke tilstrekkelig informasjon til å skille mellom kontrakter som ble inngått før og etter innlemmelse i EØS-avtalen.

For å beregne verdiskapingsandeler bruker vi data fra Oslo Economics' bedriftsdatabase, som er basert på informasjon fra Brønnøysundregistrene.

4.2.4 Brutto verdiskaping

Figur 4-1 viser beregnet brutto verdiskaping basert på kontraktsverdier i Galileo/EGNOS. Kongsberggruppen er tungt representert blant leverandørene; Totalt 625 millioner kroner i verdiskaping skyldes leveranser fra firmaer i dette konsernet. De øvrige leverandørene er stort sett andre kommersielle virksomheter

Figur 4-2 viser tilsvarende oversikt over verdiskaping for leverandører til Copernicus. De blå søylene viser leverandører på kontrakter som ble gitt etter 2014. Den oransje søylen er et samlebeløp for alle kontrakter før 2014. Her er det langt større andel forskningsinstitusjoner enn for Galileo, men Kongsberggruppen er fortsatt tungt representert, med 500 millioner kroner, eller omtrent 95 prosent av total verdiskaping. Verdiskaping fra kontrakter som ble inngått før 2014, og som vi ikke har detaljert informasjon om, er på 158 millioner kroner.

Merk at vi for hverken Galileo/EGNOS eller Copernicus har konsistent og komplett oversikt over kontraktsperioder og utbetalingsår, og derfor har vi ikke inflasjonsjustert tallene. Dette innebærer at estimatene undervurderer realverdien av verdiskapingen noe.²¹

4.2.5 Verdien av alternativ anvendelse

Vi estimerer verdien av alternativ anvendelse ved å sammenligne gjennomsnittlig verdiskaping per ansatt (i perioden 2014–2017) for leverandørvirksomheter med andre i samme bransje. Verdiskaping ved alternativ anvendelse fremkommer dermed ved

$$\text{verdisk.}_{att} = \text{verdisk.} \times \frac{\text{gjsn.verdisk.}_j}{\text{gjsn.verdisk.}_i}$$

¹⁸ Vi kunne benyttet verdiskaping per årsverk også i beregningen av brutto verdiskaping, men vi har ikke data på antall årsverk i leveranser på disse kontraktene.

¹⁹ Den samfunnsøkonomiske analysen av den norske romvirksomheten i Grünfeld, Helseth, Løge, & Aarset (2017) beregner ikke direkte verdiskaping av forskning. Den analysen studerer riktignok effekter på *mersalg*, som er mindre relevant for forskningsvirksomheter.

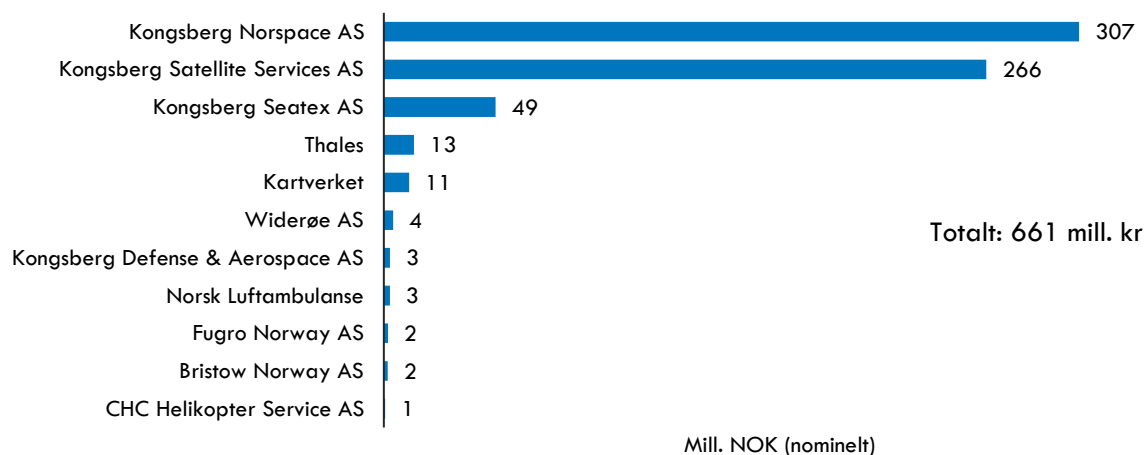
²⁰ Dette er blant annet tilfellet for NIBIO og MET, som får tildelt gjennomsnittlig verdiskapingsandel hos virksomheter i oversikten vår i bransje 72.190, «annen forskning og utviklingsarbeid innen naturvitenskap og teknikk».

²¹ Total nominell verdiskaping fra kontraktene er 1 470 millioner kroner. Dersom vi antar at kontraktsbeløpet blir utbetalt første år i kontraktsperioden, og inflasjonsjusterer til 2018 er verdiskapingen 1 618 millioner 2018-kroner (beløp uten kontraktsår blir ikke inflasjonsjustert).

der *j* angir bransjen til virksomhet *i*. Dette gir en overvurdering av netto verdiskaping dersom leverandører til programmene i utgangspunktet er mer produktive, og dermed egentlig har en høyere verdi av alternativ anvendelse (noe vi tror er sannsynlig). Beregningen kan derfor tolkes som øvre estimat på netto verdiskaping. Merk likevel at *brutto* (og dermed også netto) verdiskaping også kan være undervurdert, blant annet fordi vi ikke plukker opp verdiskaping hos norske underleverandører, og fordi tallene ikke er

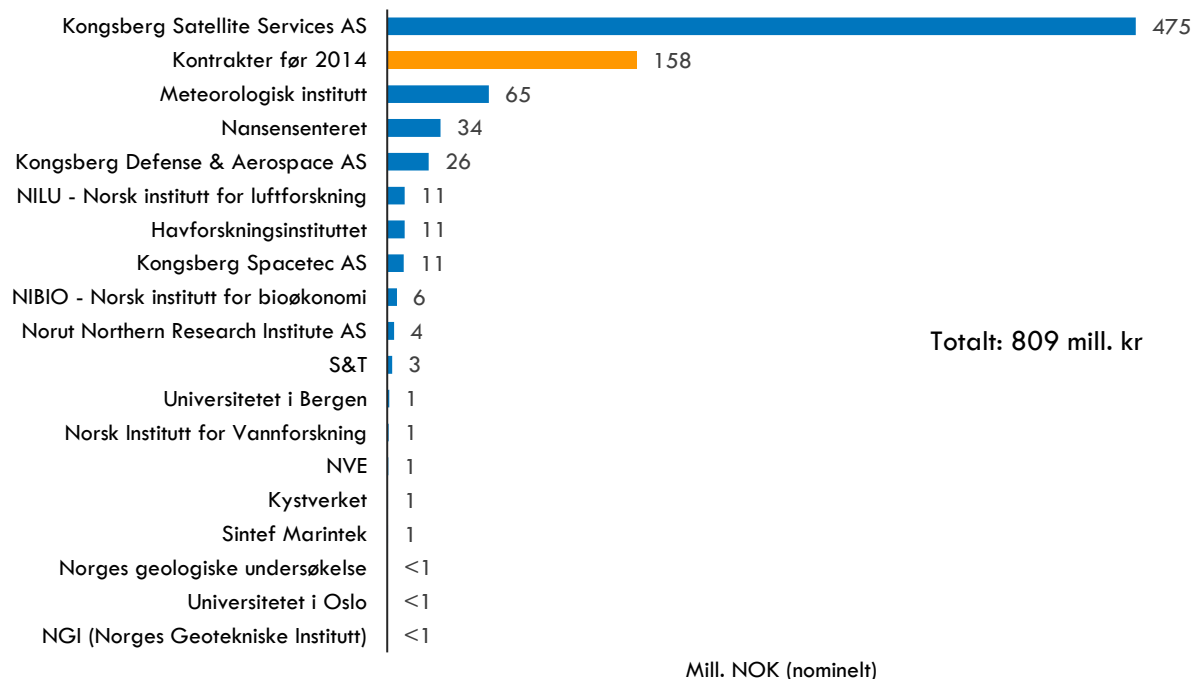
inflasjonsjustert. Figur 4-3 viser estimatene for brutto verdiskaping og verdiskaping fra alternativ anvendelse. Verdien av alternativ anvendelse for leverandører til Copernicus er 705 millioner kroner, 104 millioner lavere enn brutto verdiskaping på 809 millioner. For Galileo/ EGNOS er forskjellene en del større. Alternativ anvendelse gir 408 millioner kroner, 253 millioner lavere enn brutto verdiskaping på 661 millioner. Totalt sett gir dette netto verdiskaping på 357 millioner kroner.

Figur 4-1: Direkte brutto verdiskaping Galileo/EGNOS



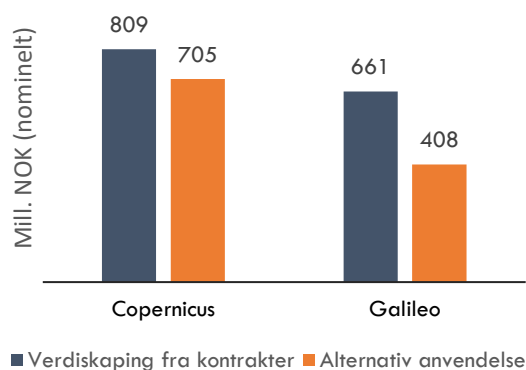
Kilde: Norsk Romsenter, Oslo Economics' bedriftsdatabase og Norges Bank (valutakurser). Tallene er ikke inflasjonsjustert, fordi vi ikke har full informasjon om kontraktperioder, og ikke vet når beløpene blir utbetalt.

Figur 4-2: Direkte brutto verdiskaping Copernicus



Kilde: Norsk Romsenter, Oslo Economics' bedriftsdatabase og Norges Bank (valutakurser). Tallene er ikke inflasjonsjustert, fordi vi ikke har full informasjon om kontraktperioder, og ikke vet når beløpene blir utbetalt.

Figur 4-3: Verdien av alternativ anvendelse



Kilde: Norsk Romsenter og Oslo Economics' bedriftsdatabase.

4.3 Indirekte verdiskaping

4.3.1 Kompetansebygging

Leveranser til romprogrammene kan gi høyere kompetanse hos leverandører, for eksempel på grunn av læringseffekter eller kunnskapsoverføring fra samarbeidende virksomheter. Dette kan gjøre både romvirksomheten og andre deler av organisasjonen mer produktiv over tid. I så fall er det rimelig å anta at verdiskaping per ansatt øker over tid. Figur 4-4 viser gjennomsnittlig verdiskaping per ansatt for leverandører til romprogrammene, sammenlignet med andre virksomheter i samme bransjer.

Verdiskaping per ansatt er omtrent dobbelt så høy for bedrifter som leverer til Copernicus (Panel A). Forskjellen mellom Galileo-leverandører og andre virksomheter (Panel B) er noe større. Dette funnet kan tolkes på flere måter:

- Leveransene til romprogrammene er direkte årsak til høyere verdiskaping

- Leverandørene er allerede de mest produktive, noe som er en av årsakene til at de vinner kontrakter, og ville hatt høy verdiskaping uavhengig av deltakelse

Sannheten kan være en kombinasjon av de to, selv om den første tolkningen hadde stått sterkere dersom forskjellen mellom linjene i figuren vokste mer over tid. Utvalget er dessuten begrenset; det er ganske få bedrifter som leverer til romprogrammene, og forskjellene kan derfor være drevet av tilfeldigheter. Vi mener derfor at det ikke er grunnlag for å trekke sterke konklusjoner om produktivitetseffekter.

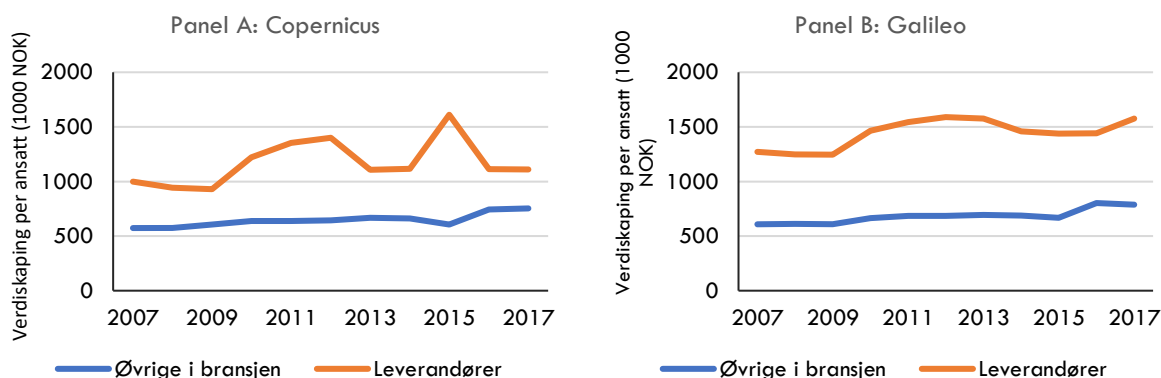
4.3.2 Verdien av forskning og utvikling

Virksomheter som leverer forskning og utvikling til romprogrammene kan bidra til verdiskaping både på kort og lang sikt. På kort sikt genererer kontraktene verdiskaping gjennom verdien av arbeidsinnsatsen som går med i oppdragene, og på lang sikt kan frukten av eventuell forskning og utvikling i oppdraget bidra til positiv avkastning for samfunnet.

Grünfeldt et.al. (2017) legger til grunn en avkastning for samfunnet på 7 prosent per år, noe de betegner som et konservativt anslag. Samtidig er det vanskelig å avgjøre hvorvidt forskning på oppdrag for romprogrammene har høyere avkastning enn forskningen som gjennomføres ved alternativ anvendelse av ressursene. Bruttoavkastningen kan dermed være 7 prosent, mens nettoavkastningen kan være nærmere null enn dette.

Vi kan likevel gi en pekepinn på størrelsesomfanget av bruttoavkastningen. Nominell verdi av kontrakter til forskningsinstitusjoner er 191 millioner kroner. 7 prosent årlig avkastning på dette utgjør 13 millioner kroner i året (ikke medregnet avkastning på avkastningen).

Figur 4-4: Utvikling i produktivitet over tid for leverandører til romprogrammene



Kilde: Norsk Romsenter og Oslo Economics' bedriftsdatabase. Inkluderer firmaer med minst to ansatte.

5. Nytteeffekter gjennom bruk av informasjon fra programmene

Informasjon fra Galileo/EGNOS og Copernicus i form av data, tjenester og signaler brukes både direkte og indirekte av en rekke etater i forvaltningen, samt flere FoU-aktører. I dette kapitlet vises hvordan ulike aktørenes bruk av informasjon fra programmene bidrar til reduserte kostnader, styrket suverenitetshevdelse og et bedre grunnlag for beslutninger knyttet til miljø, helse, ulykker med mer.

5.1 Om vurderingen av nytteeffekter gjennom bruk av informasjon

Vurderingen av nytte gjennom bruk av informasjon tar utgangspunkt i hvordan norske etater og forskningsinstitusjoner kan bruke programmene til å forbedre og/eller effektivisere offentlig tjenesteproduksjon. Programmene bidrar til verdiskaping gjennom norske leveranser ble beskrevet i kapittel 4 og deltakelsens betydning for Norges utenrikspolitiske målsettinger er tema for kapittel 6.

Før nytteeffektene drøftes for henholdsvis Copernicus og Galileo/EGNOS presenteres kort hvordan effekter er identifisert, hvordan effektene er verdsatt, samt hvordan mernytten av deltakelse i programmene drøftes.

5.1.1 Identifisering av nytteeffekter

Til evalueringen er en rekke etater intervjuet om deres bruk og nytte av satellittprogrammene til EU.²² Etatene har spesifikt blitt bedt om å redegjøre for hvilke tjenester som har blitt utviklet eller videreutviklet med informasjon fra programmene, samt hvilke effekter de forbedrede tjenester har hatt for dem, deres brukere og for samfunnet for øvrig. Basert på intervjuene er det laget et brukercase for hver etat som er gjengitt i vedlegg A. Informasjon i dette kapitlet bygger i stor grad på disse brukercasene.

5.1.2 Verdsetting av nytteeffekter gjennom bruk av informasjon

Satellittdata gir ingen direkte nytte. Nyten av satellittdata avhenger av hvordan dataene blir brukt. Gjennom nye eller forbedrede tjenester kan satellitt-

data brukes til å erstatte eller effektivisere eksisterende oppgaver på måter som fører til reduserte kostnader. Informasjonen kan også brukes til å utvide et beslutningsgrunnlag og på den måten lede til bedre beslutninger på områder av samfunnsmessig betydning.

Det finnes eksempler på at informasjon fra både Copernicus og Galileo/EGNOS har ledet til både effektivisering og bedre beslutningsgrunnlag. Det er effekter gjennom bedre beslutningsgrunnlag som dominerer, og disse effektene er krevende å prise. Det er derfor valgt en kvalitativ fremgangsmåte i vurderingen av effektene.

For effekter gjennom reduserte kostnader er det beskrevet hvilke prosesser informasjon fra satellittene har erstattet. For effekter gjennom bedre beslutningsgrunnlag er diskusjonen strukturert etter følgende tre spørsmål:²³

- Hvilke beslutninger påvirkes av informasjon fra programmene?
- Viktigheten av beslutningen som understøttes?
- Hvilken tilleggsverdi har informasjon fra satellittene for beslutningen som skal tas?

Et eksempel på en beslutning som informasjon fra satellittene kan understøtte er spørsmålet om hvordan en best kan seile gjennom islagte havområder. Konsekvensene av å velge feil rute gjennom islagte områder er potensielt stor. Det vil føre til unødvendig tap av tid, og i verste fall kan det føre til ulykker. Omfanget av beslutninger som vil ha nytte av iskart er forventet å øke i tiden fremover som følge av økt aktivitet i Arktis. Når det gjelder tilleggsverdien av informasjon, så fantes iskart også før Copernicus, men Sentinel-satellittene muliggjør hyppigere oppdateringer, hvilket gjør at is-varsling nå har blitt en operativ tjeneste. Tilleggsverdien av informasjonen er derfor potensielt stor.

For både effekter gjennom effektivisering og effekter gjennom bedre beslutningsgrunnlag er det drøftet hvordan bruken av satellittdata er forventet å utvikle seg. Dette vil ha betydning for omfanget av brukernytten over tid.

5.1.3 Vurdering av mernytte

I kapittel 3 er det dokumentert at den norske deltakelsen i programmet har vært av stor betydning

²² Se vedlegg B for en oversikt over gjennomførte intervjuer.

²³ Fremgangsmåten for å vurdere verdien av informasjon ligner den som ble benyttet i evalueringen av norske romprogrammer fra 2012, se PWC (2012).

for hvilke typer data som samles inn, og den er av stor betydning for hvilke data norske aktører kan få tilgang på til hvilken tid. I evalueringen er det ikke bare et spørsmål om omfanget av nytte Norge får av programmene, men også hvilken mernytte Norge har av deltakelsen. Mernytten for de norske brukerne er betinget på om de samme tjenester kunne blitt utviklet også uten deltakelse i programmet. Relevante spørsmål i diskusjonen om mernytte er derfor:

- Har utviklingen av tjenesten vært betinget på norsk påvirkning på satellittenes bane og modus?
- Er tjenesten et resultat av særnorsk kompetanse?
- Er tjenesten et resultat av særnorske interesser?
- Er dataene som brukes i tjenesten tidskritiske?
- Vil datafangsten kunne endre seg dersom Norge trekker seg ut av programmet?
- Vil tjenesten kunne fortsette med endret eller redusert datatilgang?

Disse spørsmålene tas opp igjen til slutt i drøftingen av brukernytte gjennom henholdsvis Copernicus og Galileo/EGNOS.

5.2 Brukernytte gjennom Copernicus

Figur 5-1 gir eksempler på tjenester som er utviklet eller forbedret med bruk av informasjon fra Copernicus, samt hvilke samfunns effekter bruken leder til. Tjenestene tilhører aktørene som er intervjuet, og figuren gir dermed ingen uttømmende liste over tjenester og tilhørende samfunns effekter som følge av Copernicus.

Under figuren følger en diskusjon av effekter gjennom brukernytte, strukturert etter de tre samfunns effektene; bedre beslutninger, styrket suverenitetshevdelse og reduserte kostnader. Gjennomgangen avsluttes med en diskusjon av mernytte.

Figur 5-1: Eksempler tjenester og samfunns effekter relatert til Copernicus



5.2.1 Bedre beslutninger

De fleste av tjenestene som er utviklet eller forbedret gjennom bruk av informasjon fra Copernicus gir offentlige og private beslutningstakere en mulighet til å treffe mer informerte beslutninger, og gjennomføre tiltak som potensielt fører til bedre miljø, bedre helse, færre ulykker og reduserte kostnader på sikt.

I den videre omtalen er tjenestene sortert ut ifra hvilken type beslutninger de i hovedsak er med på å understøtte. Hvilke tjenester som skal drøftes hvor er imidlertid et definisjonsspørsmål. At en tjeneste sorterer under bedre helse betyr ikke nødvendigvis at den ikke også kan bidra til bedre miljø.

Beslutninger av relevans for reduksjon av ulykker

NVE har gjennom bruk av Sentinel-data fått en bedre oversikt over historiske snøskred. Kunnskap om historiske skred kan lede til bedre prediksjoner om hvor fremtidige skred vil komme, og dermed mer treffsikre skredvarsel. Kunnskapen kan også brukes i forbindelse med investeringer eller drift- og vedlikehold av vei, og lede til bedre sikring av særlig rasutsatte veistrekninger.

I tillegg til skredvarslingen har NVE kunnet forbedre sin innsjøis-varsling med bruk av Sentinel-data. For privatpersoner kan både mer treffsikre skred- og isvarsel bidra til en reduksjon i antall ulykker, selv om effekten er uvis. Mer treffsikre varsel handler ikke

bare om å unngå at folk drar på tur når forholdene er utrygge, men også å få folk til å reise på tur når forholdene er trygge. Mer treffsikre varsel kan derfor øke antall turer, til nytte for turgjengerne. Flere turer kan igjen øke antall ulykker, om enn ikke gjennom skred og gjennomgang på isen. Om ikke antall ulykker reduseres vil likevel forbedrede varsler være nyttig om flere drar på tur.

Til havs har Nansensenteret, Meteorologisk institutt (MET) og Havforskningsinstituttet (HI) fått midler fra Copernicus til å videreutvikle modeller med prediksjoner for henholdsvis sjøis, bølger og havtilstanden, inkludert informasjon om havstrømmer, havtemperatur, saltinnhold og algeoppblomstring. Innsikten fra disse modellene gjør at MET kan lage bedre værmeldinger og bedre modeller for drift av blant annet skip, «mann over bord», oljesøl og radioaktivt avfall, hvilket kan ha betydning for reduksjon av ulykkesomfang. Iskartene inneholder daglige oppdateringer av is-situasjonen i Arktiske områder, og kan bidra til å redusere ulykker gjennom å muliggjøre bedre navigasjon.

Eksempler på beslutninger av relevans for reduksjon av ulykker, og som per i dag kan understøttes av informasjon fra Copernicus er:

- Hvilken rute bør velges gjennom islagte havområder?
- Hvilke veistrekninger bør skredsikres?
- Er skredfaren så stor at jeg bør bli hjemme, eller ikke?
- Er isen trygg nok til at jeg kan gå på den, eller ikke?
- Er det trygt å reise til sjøs, eller bør jeg vente til været blir bedre?
- Hvor bør innsatsen settes inn for å øke sannsynligheten for å finne «mann over bord»?

Dette er beslutninger der konsekvensene for den enkelte ved en feil beslutning er stor, og potensielt livsfarlig, men tilleggsverdien av informasjon fra satellittene varierer. Tilleggsverdien er foreløpig begrenset hva gjelder skred- og innsjøis-varsling. NVE har også andre kilder, og turgåere baserer ikke nødvendigvis sin beslutning om rutevalg på skred- og isvarsel fra NVE. Det samme gjelder beslutninger om å reise til sjøs. Det er ikke gitt at alle som blir utsatt for ulykker på forhånd har sjekket værmeldingene, og det er en rekke faktorer, annet enn informasjon fra Sentinel-satellittene, som har betydning for værmeldingene. Iskartene til havs har en større tilleggsverdi som følge av at kartene nå oppdateres langt hyppigere enn før.

Flere av tjenestene er under utvikling, og den potensielle brukermassen til flere av tjenestene vil trolig øke i årene fremover. NVE har blant annet et

pågående arbeid for å se hvordan satellittdataene kan brukes mer operativt i varslingen av både skred og innsjøis. Når det gjelder tjenestene knyttet til de arktiske havområdene er den potensielle brukermassen forventet å øke i takt med den forventede økningen i arktisk skipstrafikk. Dette vil i tilfelle øke den samlede nytten av tjenestene, især nytten av iskartene og -varslingen.

Beslutninger av relevans for bedre helse

Arbeid gjort av både MET og NILU knyttet til luftforurensing har gitt et bedre beslutningsgrunnlag for helserelaterte problemstillinger. *Luftkvalitet i Norge* er en varslingstjeneste for luftkvalitet i nærmeste fremtid som er utviklet av MET. Denne tjenesten bruker blant annet data fra Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS). *Nasjonalt beregningsverktøy (NBV)* er utviklet av NILU, og hjelper kommunene å anslå andel av forurensningen som kommer fra trafikk, industri, vedfyring etc. Informasjon fra CAMS inngår i datagrunnlaget for utviklingen av beregningsverktøyet. CAMS lager produkter for luftkvalitet på Europeisk nivå, mens NILU bidrar til utvikling av tjenestene for nasjonal bruk i byområder. NBV er brukt som basis i tiltaksutredninger som NILU har utført for Bergen, Oslo, Stavanger, Drammen, Fredrikstad.

Eksempler på beslutninger av relevans for bedre helse, og som per i dag kan understøttes av informasjon fra Copernicus er:

- Er det behov for tiltak for å bedre luftkvaliteten i byen?
- Hvilke tiltak bør iverksettes mot lokal luftforurensning?

Når luftkvaliteten i byer blir for dårlig vil det potensielt ha en stor negativ helseeffekt for allergikere, kroniske syke eller andre som er særlig sårbare for dårlig luftkvalitet. Dersom de eller kommunen kan treffe tiltak som reduserer problemene som forårsakes av pollen og dårlig luft vil det ha en positiv effekt for de sårbare gruppene. Informasjon fra satellittene kan både fortelle hvorvidt luftkvaliteten er dårlig, men også gi informasjon om kildene til dårlig luftkvalitet. Dette gjør det mulig for kommunale beslutningstagere å iverksette mer treffsikre tiltak enn tidligere, så fremt ikke forurensningen stammer fra kilder utenfor byen. Det gir også kommunene en mulighet til å droppe å iverksette kostbare tiltak, hvis det viser seg at dette ikke vil avhjelpe problemet. Varslene for luftkvalitet kan derfor også lede til beslutninger som gir reduserte kostnader.

Når det gjelder tilleggsverdien av informasjonen, så er ikke Copernicus avgjørende for at tjenestene skal eksistere. Copernicus bidrar til å gjøre tjenestene bedre gjennom å gi modellene bedre inngangsdata.

På sikt er det forventet at tjenestene kan forbedres ytterligere ved bruk av Sentinel-5p. Videre arbeider NILU, i samarbeid med Norges astma- og allergiforbund, med å utvikle et mer treffsikkert pollenvarsel for bjørkepollen. Per i dag lages pollenvarsel basert på informasjon fra 12 pollenfeller rundt om i landet, men med informasjon fra satellittene kan mer treffsikre lokale varsler utarbeides. For allergikerne kan dette potensielt utgjøre stor forskjell. De kan ta bedre beslutninger knyttet til om de skal ta med medisiner eller ikke, holde seg inne eller ikke, eller om det er spesielle områder de bør unngå.

Beslutninger av relevans for et bedre miljø

Copernicus er et miljøovervåkingsprogram, og det kan hevdes at en rekke av tjenestene vi har omtalt andre steder også bidrar til et bedre miljø. Copernicus har også en viktig funksjon for det internasjonale miljø- og klimaarbeidet, men betydningen av dette drøftes i kapittel 6, som omhandler programdeltakelsens betydning for våre utenrikspolitiske målsettinger.

Blant etatene vi har snakket med er det per i dag primært Kystverkets bruk av Sentinel-satellittene til overvåking av oljesøl som har direkte relevans for beslutninger relatert til miljø, og som er i operativ bruk. Et eksempel på en beslutning som understøttes av Sentinel-dataene er:

- Hvor bør innsatsen settes inn for å hindre spredning av oljeutslipp?

Oljeutslipp har potensielt store miljøkostnader, og det å kunne avdekke utslippene raskt er av stor betydning for de samlede miljøkostnader av et utslipp. Kystverket drev en omfattende overvåking av oljesøl også før Sentinel-satellittene kom i drift, både med fly og med bilder kjøpt fra Radarsat-2. Sentinel-satellittene har ikke fjernet behovet for overvåking med fly, men det bidrar til at Kystverket kan følge med på større områder enn tidligere, hvilket øker sannsynligheten for at utslipp avdekkes raskt. Bruk av Sentinel-satellittene kan også ha en avskrekkende og preventiv effekt. Når skipene vet at norske havområder overvåkes daglig ved hjelp av satellitter reduseres trolig antall tilfeller av de som dumper olje ulovlig i havet. Når det gjelder tilleggsverdien av informasjon fra Copernicus, så er den ikke avgjørende for at Norge skal drive overvåking av oljesøl. Informasjonen bidrar imidlertid til å gjøre overvåkingen mer effektiv, og bedre ved at større områder dekkes nå enn tidligere.

I tiden fremover er det forventet at informasjon fra satellitter generelt, og Sentinel-satellittene spesielt, vil gi beslutningsstøtte til langt flere miljørelaterte spørsmål enn i dag. Jo lengere Sentinel-satellittene er i drift, jo lengere blir tidsseriene med miljørelaterte

data, og jo større blir nytteverdien av dataene for miljøkartlegging og -forskning.

En av Miljødirektoratets viktigste funksjoner er å samle inn og formidle miljøinformasjon, og i dette arbeidet antas det å ligge et stort potensial i bruk av fjernmåling fra satellitter. Miljødirektoratet har derfor igangsatt flere pilotprosjekter for å undersøke mulighetene for bruk av data fra satellitter generelt, og Sentinel-satellittene spesielt.

Miljødirektoratets motivasjon for økt bruk av satellitt-data ligger både i ressursbesparelser og kvalitetsforbedringer. For eksempel vil satellitter kunne ta over for en del av den generelle kartleggingen av skogsområder, innsjøer med mer, som per i dag gjøres gjennom manuelle punktmålinger. Dette vil være ressursbesparende. I tillegg vil en generell kartlegging som dekker hele skogen eller innsjøen, istedenfor bare punkter, være en kvalitetsforbedring.

Det er særlig kommunale myndigheter som er sluttbrukere av miljøinformasjonen Miljødirektoratet samler inn. Dersom satellittdata på sikt gir bedre målinger vil også kommuner kunne iverksette mer effektive forebyggende tiltak knyttet til for eksempel skogvern og forurensning av innsjøer.

Beslutninger av relevans for reduserte kostnader

Når det gjelder NVE har de i tillegg til informasjon om skred og is, som er omtalt under beslutninger av relevans for reduksjon av ulykker, fått bedre informasjon om områder som oversvømmes ved flom og mengden snø i fjellet. Bedre kunnskap om områder som oversvømmes ved flom og mengden snø i fjellet kan gi bedre flomvarsel. Varslene vil ikke hindre en flom, men kan bidra til en bedre beredskap, og redusert skadeomfang når flommen først inntreffer. Bedre kunnskap om hvor vannet står under en flom vil også kunne bidra til bedre beslutninger om lokalisering av bygg og infrastruktur, og gjøre det mulig å gjennomføre mer treffsikre forebyggende tiltak. Tilslutt vil bedre kunnskap om mengden snø i fjellet gi mulighet til bedre prediksjoner av kraftproduksjonspotensial og dermed mer effektiv produksjonsplanlegging.

InSAR Norge er en gratistjeneste som viser kart over hele Norge, med informasjon om deformasjon i landskapet. Både nedsynking i byer og bevegelser i ustabile fjellpartier kan kartlegges med InSAR. InSAR ble brukt også før Copernicus i enkelte utsatte områder, men med data fra Copernicus (Sentinel-1) har NGU og NVE, i samarbeid med NORCE, kunnet utarbeide den landsdekkende oversikten, som oppdateres jevnlig. Dette har gjort at flere nye, ustabile fjellparti er oppdaget og satt under overvåking. InSAR fungerer også godt i byer. Kommunene kan med InSAR få bedre oversikt over

nedsynking ved utbygde havnefronter, og på denne måten drive en bedre regulering, eller iverksette mer treffsikre forebyggende tiltak enn tidligere. InSAR Norge vil også ha betydning for framtidige valg av traséer for utbygging av transportinfrastruktur for i størst mulig grad å unngå områder med nedsynkingsproblemer som gir uforutsatte kostnader ved utbygging.

I tillegg til de nevnte faktorer er det under omtalen av helseeffekter nevnt potensielle besparelser som følge av mer effektive tiltak mot luftforurensning. I tillegg vil reduksjoner av ulykker også være kostnadsbesparende.

Eksempler på beslutninger av relevans for reduserte kostnader, og som per i dag kan understøttes av informasjon fra Copernicus er:

- Hvilke områder bør flomsikres før neste flom?
- I hvilke områder bør det frarådes bygging grunnet risiko for flom?
- Hvilke fjellområder bør settes under overvåkning?
- Hvilke områder er så utsatt for nedsynking at bygging vil kreve særlige tiltak?
- Hvilke deler av havneområdene bør sikres, og hvor kan det eventuelt bygges ut mer?
- Hvor bør traséen for framtidig transportinfrastruktur ligge for å unngå uforutsatte framtidige kostnader til utbygging og vedlikehold på grunn av nedsynking?
- Hvordan bør kraftproduksjonen planlegges for å maksimere utnyttelsen av vannet?

Dette er beslutninger av potensielt stor viktighet hvor informasjon fra Copernicus nå inngår som en del av beslutningsgrunnlaget. Kostnadene som forårsakes av eksempelvis snøras, flom og fjellskred hvert år er store, og det å være uvitende om at områder som bygges ut er utsatt for nedsynking kan bli kostbart.

Siden beslutningene som understøttes av informasjon fra satellittene er viktige, fantes også detaljerte beslutningsgrunnlag før Sentinel-satellittene ble operative. Tilleggsverdien av informasjon fra satellittene kan likevel være stor. Marginalt bedre beslutninger innenfor betydningsfulle områder kan ha stor verdi.

Mange av tjenestene som bruker informasjon fra Copernicus er fortsatt i et utviklingsfasen, eller har akkurat blitt tatt i bruk. Eksempelvis ble InSAR Norge lansert først mot slutten av 2018. Bruken av satellitt-data til beslutningsstøtte forventes derfor å øke, både gjennom økt bruk av ferdigutviklede tjenester, og gjennom nye tjenester som etter all sannsynlighet vil komme til.

5.2.2 Styrket suverenitetshevdelse

Forsvarets oppgave er å hevde norsk suverenitet og forsvare norsk territorium – om nødvendig med militær makt. Som et ledd i denne oppgaven må Forsvaret holde oppsyn med norske havområder. Det er Forsvarets Operative Hovedkvarter som koordinerer overvåkingsinnsatsen, og som følge av bilder fra Sentinel-1 satellittene får Forsvaret dekket et areal som er 30-40 ganger større enn tidligere. Forsvaret har lenge brukt radarsatellitter til overvåking. Forskjellen er at mens Radarsat-2 avtalen gir 880 bilder i året, får Forsvaret ca. 20 000 bilder per år fra Sentinel-satellittene.

I Forsvarets tilfelle bidrar ikke informasjon fra satellittene til en beslutning direkte. Satellittene kan bidra til å identifisere aktivitet i havområdene som Forsvaret ikke kjenner til. Dersom det identifiseres aktivitet må det videre tas en beslutning om denne skal undersøkes nærmere eller ikke.

Viktigheten av informasjon om aktiviteten i havområdene er stor. Dette kan bidra til at Forsvaret i større grad kan avdekke og forfølge situasjoner der aktører gjør ulovlige manøvrer. Det at ulike aktører vet at Forsvaret har oversikt over norske havområder vil trolig også ha en avskrekkende effekt som reduserer omfanget av ulovlige manøvrer i norske farvann.

Sentinel-1-satellittene har gitt muligheter til å overvåke områder som er mye større enn tidligere. Forsvaret har kunnet legge om måten de driver overvåking på, og fått en overvåking som både er bedre og mer effektiv enn tidligere. Mens Forsvaret tidligere benyttet både Orion-fly, fregatter og Radarsat-2 til grunnovervåking gjøres dette nå av Sentinel-satellittene. De øvrige ressurser kan derfor brukes mer målrettet og effektivt.

Forsvaret har først ganske nylig tatt i bruk Sentinel-satellittene, og det jobbes med å utvikle algoritmer som gir mer presise tolkninger av bildene. Videre jobbes det også med å utvikle systemer som kan anvende optiske bilder fra Sentinel-2. Informasjon fra Copernicus antas derfor å utgjøre en enda viktigere del av beslutningsgrunnlaget i nær framtid. Videre vil også den forventede veksten i aktivitet i nordområdene øke viktigheten av overvåkingen.

5.2.3 Reduserte kostnader

De fleste av tjenestene som er utviklet ved hjelp av data fra Copernicus bidrar primært til et utvidet beslutningsgrunnlag. Et bedre beslutningsgrunnlag knyttet til beredskap, forebyggende tiltak og ulykker gir naturligvis reduserte kostnader hvis ulykker unngås eller håndteres bedre, som beskrevet i 5.2.1. I tillegg finnes det eksempler på at Copernicus bidrar til direkte kostnadsbesparelser.

Effektiviseringen er i særlig grad knyttet til overvåking. Sentinel-satellittene muliggjør en mer effektiv overvåking av norske havområder. Både Forsvaret og Kystverket, som bruker Sentinel-data til overvåking av havområdene, får dekket større områder til en lavere kostnad enn tidligere.

På sikt er det større potensiale for kostnadsbesparelser enn hva som til nå er hentet ut. Bruk av satellittdata er for mange etater helt nytt, og de kjenner ikke enda til potensialet som ligger i bruk av satellittdata.

5.2.4 Andre effekter

Effektene og nytten som til nå er beskrevet er basert på informasjon samlet inn gjennom intervjuer. Det finnes også en rekke andre brukere av data fra Copernicus enn de som er intervjuet. Polarinstittuttet, NIVA, NINA og NIBIO er noen eksempler. Effektene/nyttene av programmet er derfor større enn det som til nå er beskrevet. Viktige områder som ikke er dekket av våre intervjuer er eksempelvis matproduksjon og utnyttelse av skogressurser.

5.2.5 Oppsummert om nytteeffekter og mernytte gjennom bruk av Copernicus

Gjennomgangen av ulike etaters bruk av informasjon fra Copernicus har avdekket at den kommer til nytte innenfor en rekke ulike områder, fra suverenitetshevdelse til skredvarsel og iskartlegging.

Er nytten betinget av Norges deltakelse i Copernicus?

Copernicus er basert på at data skal være gratis tilgjengelig. Det er likevel en forskjell på type data du får, hvor raskt du får dataene, og hvor mye data du kan laste ned avhengig av om du er fra et deltakerland eller ikke (se kapittel 3). Majoriteten av tjenestene som er beskrevet kunne ikke blitt utviklet uten norsk deltakelse, og vil ikke gi samme nytte uten videre norsk deltakelse.

Flere av tjenestene som utnytter informasjon fra Copernicus er varslingstjenester, eksempelvis overvåkingen av norske havområder og is-varslingen. Disse tjenestene vil ikke hatt nytte av Copernicus-data om ikke dataene er raskt tilgjengelig. Andre tjenester, som InSAR Norge og miljøkartleggingene som Miljødirektoratet utfører er ikke på samme måte avhengig av sanntidsdata. InSAR Norge er imidlertid avhengig av stabile opptaksmønstre, med landmodus på Sentinel-1-satellitten over norske områder. Miljødirektoratets kartlegging med bruk av Sentinel-2 er avhengig av at dataene er kalibrert med den norske høydemodellen. Det er en risiko for at opptaksmønstre og høydemodeller blir endret på måter som forringer nytten av tjenestene uten videre

norsk deltakelse og innflytelse på programmet. Når det gjelder tilgang på rådata er dette av avgjørende betydning for eksempelvis tjenestene NILU er med å utvikle.

Det er et fåtall av tjenestene som her er omtalt, som Norge ville hatt nytte av uten deltakelse fra starten av programmene, og som Norge vil kunne ha nytte av uten videre deltakelse. Selv om tjenester skulle være mulig å utvikle også uten norsk deltakelse i programmet, er det andre argumenter for at nytten ikke nødvendigvis blir den samme. Som også antydning i den samfunnsøkonomiske analysen av norsk offentlig satsning på romvirksomhet²⁴, og bekreftet i intervjuene vi har gjennomført, er det slik at programdeltakelsen øker evnen til å nyttiggjøre seg den kunnskapen som produseres, ved at norske programdeltakere tilføres kompetanse og nettverk.

At NILU, Nansensenteret, MET og HI utvikler tjenester for Copernicus har også en dimensjon utover pengene de mottar – tjenestene blir bedre, og norske aktører blir bedre til å nyttiggjøre seg av informasjonen. Også før Copernicus-programmet var norske aktører blant de fremste på kunnskap om de arktiske havområdene. Skulle noen andre enn de norske aktørene levere kunnskapen om disse havområdene til Copernicus' ville tjenestene trolig hatt en lavere kvalitet. Dette ville i tilfelle redusert nytten av å være gratispasasjer til programmet.

Utvikling av tjenester basert på satellittdata krever innsats og investeringer, og tjenestene utvikles med et langsiktig perspektiv. Forutsigbarhet knyttet til hvilke data som vil være tilgjengelig for norske brukere i fremtiden er derfor avgjørende for å realisere nytten av investeringene. Uten videre deltakelse i Copernicus vil det skape usikkerhet om hvilke data norske brukere vil få tilgang på i tiden fremover, og det vil trolig svekke motivasjonen og mulighetene til å utvikle nye tjenester.

Hva er de samlede nytteeffekter gjennom bruk av Copernicus?

Er bredt spekter av tjenester er utviklet eller videreutviklet som følge av Copernicus-programmet, og en rekke beslutninger kan nå tas med et bedre beslutningsgrunnlag enn tidligere. I de fleste tilfeller finnes et eksisterende beslutningsgrunnlag som data fra Copernicus kan supplere, mens i andre tilfeller har data fra Copernicus endret måten å jobbe på, slik tilfellet er med Forsvarets overvåking av havområdene.

Det er gjennomført flere studier som tidligere har forsøkt å verdsette nytten for Norge av jordobservasjon fra satellitter. Evalueringen av norske

²⁴ Grünfeld, Helseth, Løge, & Aarset (2017)

romprogrammer fra 2012 anslo verdien av jordobservasjon til mellom 13 og 65 millioner kroner årlig (PWC, 2012). Beregningene var basert på en verdsettelse av verdien av bedre informasjon knyttet til oljeutslipp, ulovlig fiske og geofare.²⁵ I 2012 eksisterte ikke Copernicus, og vurderingen ble gjort basert på informasjon fra AIS-satellittene og Radarsat-2. Den siste studien som eksplisitt har forsøkt å verdsette betydningen av Copernicus er den samfunnsøkonomiske analysen av norsk offentlig satsning på romvirksomhet fra 2017. Studien tar utgangspunkt i estimatet fra evalueringen i 2012, men gjør en skjønnsmessig oppjustering av verdien av jordobservasjon til 100 millioner kroner årlig, basert på den økte bruken av jordobservasjon. 20 prosent av verdien tilskrives Copernicus, hvilket gir en estimert nytte på 20 millioner kroner årlig (Grünfeld, Helseth, Løge, & Aarset, 2017).²⁶

Siden 2017 har bruken av data fra Copernicus økt, og flere nye tjenester har blitt utviklet, eksempelvis InSAR Norge, Forsvarets bruk av satellittdata til overvåking, hyppigere oppdaterte iskart med mer. De fleste av tjenestene som er utviklet eller forbedret ved bruk av Copernicus bidrar til bedre beredskap og mer treffsikre forebyggende tiltak, og verdien av dette er vanskelig å anslå presist, hvilket også bemerkes i evalueringen fra 2012:

Begrunnelsen for satellittovervåking av landområder i Norge er knyttet til risiko for katastrofale hendelser i enkelte områder. Kostnadene ved en dårlig beslutning er ekstraordinært høye, og betalingsviljen er tilsvarende svært høy. Sannsynlighetene er ukjent, responsalternativene begrenset og kostnadseffektivitet av overvåking kan dermed ikke fastslås med sikkerhet men må følge av myndighetenes risikovilje. (PWC, 2012, s. 180)

Gitt de nye tjenester som er utviklet siden 2017, og gitt at estimatene som tidligere er utarbeidet ikke i tilstrekkelig grad fanger verdien av forebygging og beredskap, er det vår vurdering av den faktiske nytten av Copernicus gjennom brukereffekter per i dag er større enn 20 millioner kroner per år, og forventet å vokse. Copernicus er ikke ferdig utviklet. Flere satellitter vil komme i drift, med tilhørende muligheter for utvikling av tjenester. Videre er det forventet økt aktivitet i nordområdene. Flere av tjenestene er spesielt utviklet for nordområdene, hvilket vil øke nytten av disse. Ettersom tiden går, og man får kjennskap til dataene, og en trygghet for at

²⁵ Verdien av redusert oljeutslipp ble verdsatt til 1-5 millioner kroner, verdien av redusert ulovlig fiske ble verdsatt til 11-56 millioner kroner, og verdien av redusert geofare ble verdsatt til 1-3,5 millioner kroner (PWC, 2012, ss. 178-180).

²⁶ Rapporter utarbeidet for EU-kommisjonen opererer med høyere tallfestede estimater på den oppnådde nytten av

de vil leveres også i fremtiden vil også bruken av dataene etter all sannsynlighet øke.

5.3 Brukernytte gjennom Galileo/EGNOS

Til forskjell fra Copernicus er ikke brukernytten av Galileo/EGNOS først og fremst bestemt av hvordan offentlige etater omgjør informasjon fra satellittene til bedre beslutninger. Effektene av at Galileo/EGNOS gir mer presise signaler for bestemmelse av posisjon, navigasjon og tid treffer alle med kompatible mottakere.

Det er likevel enkelte tjenester som også tilbys/muliggjøres gjennom bruk av tilpassede Galileo-signaler. Vi har vært i kontakt med Hovedredningsentralen og Kartverket om deres bruk av Galileo, hvilke tjenester Galileo bidrar til og hvilken forskjell informasjon fra satellittene har gjort for tjenestenes kvalitet, samt hvilke implikasjoner dette har hatt for samfunnet.

Videre ligger det potensielle besparelser gjennom økt bruk av EGNOS i transportsektoren. Innenfor luftfart brukes i dag bakkebaserte innflyvningsystemer i stor grad, men disse er kostbare å drifte. En overgang til satellittbaserte systemer, som er mulig gjennom bruk av EGNOS, vil kunne medføre store besparelser for lufthavnoperatørene. Det er imidlertid relativt kostbart å installere EGNOS-mottakere på eldre fly, så en permanent overgang vil ligge noe frem i tid. I den nasjonale strategien for posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse anslås det at de bakkebaserte systemene vil være i drift i 10-15 år til (Samferdselsdepartementet, 2018).

I det videre drøftes hvordan Hovedredningsentralens bruk av Galileos *Search and Rescue*-tjeneste kan bidra til å redde liv, samt hvordan Kartverkets bruk av Galileo-signaler bidrar til bedre posisjonsbestemmelser før brukernytten gjennom Galileo/EGNOS oppsummeres med en diskusjon av nytten og mernytten ved Norges deltakelse i programmet.

5.3.1 Bedre beredskap

Informasjon fra satellitter er av avgjørende betydning for å motta nødsignaler og/eller bestemme posisjonen til nødsignalene. Internasjonalt har man siden 1979 samarbeidet om et felles søk- og redningssystem, Cospas-Sarsat, som består av både nødpeilere om bord på satellitter og en infrastruktur på bakken som

Copernicus enn de norske studiene. Copernicus Market Report fra 2019 finner en samlet brukernytte av Copernicus på mellom 4 og 9 milliarder euro (PWC, 2019). Forskjellene skyldes dels at flere virkninger er forsøkt prissatt i EU-rapportene, og dels at potensielle effekter tas til inntekt for oppnådd nytte. Se kapittel 7.1 for en nærmere omtale av EU-rapportene.

videreformidler signalene til redningsentraler. Galileos *search and rescue* (SAR)-tjeneste er nå integrert med Cospas-Sarsat, og det har ført til en betraktelig bedre redningstjeneste. Før hadde Cospas-Sarsat mottakere for nødmeldinger om bord på seks geostasjonære, fem lavbanesatellitter og enkelte GPS-satellitter. Nå er det i tillegg SAR-mottakere på alle Galileo-satellittene.

Ulempen med de geostasjonære SAR-satellittene er at de kan videreformidle signaler, men ikke bestemme posisjon. Lavbanesatellittene kan angi posisjon, men ikke veldig nøyaktig, og de bruker 90 til 100 minutter på en bane. Det kan derfor være noe ventetid fra nødsignal sendes til det mottas hos redningsentralene.

Galileo går i mellombane, har global dekning, og kan raskt sende nødsignal med tilhørende posisjon til redningsentralene. Mens det før kunne ta opp mot 1 time, og enda lenger tid om signalene ble sendt fra langt nord, mottar nå Hovedredningsentralen signal med posisjonsbestemmelse 1-3 minutter etter at signalet er sendt.

Effektene av dette kan være sparte liv og redusert skadeomfang ved ulykker. Skjer det eksempelvis en ulykke langt nord vil det være av stor betydning for Hovedredningsentralen at beskjeden kommer i løpet av et minutt og ikke en time.

Videre muliggjøre SAR-systemet til Galileo to-veis kommunikasjon. Per i dag kan avsender av et nødsignal få beskjed om at signalet er mottatt, men det jobbes for å videreutvikle denne tjenesten.

5.3.2 Bedre posisjonsbestemmelse

Galileo og andre satellittbaserte systemer for navigasjon og posisjonering med global dekning brukes mer og mer for å bestemme koordinater, men GNSS-systemene opererer i andre referanserammer enn de som eksempelvis brukes på kart. Når det er behov for nøyaktige posisjonsbestemmelser må derfor GNSS-baserte posisjoner som oftest korrigeres før de kan brukes.

Den norske referanserammen er fiksert til jordoverflaten og siden jordoverflaten er i bevegelse må bevegelsene overvåkes og beregnes for å kunne beregne referanserammen og gi korrekte korreksjoner til GNSS-målingene. Kartverket overvåker deformasjonene i referanserammene og data for posisjonsbestemmelse fra de fire systemene GPS, GLONASS, Galileo og BeiDou, ved hjelp av et nettverk av ca. 200 permanente GNSS referansestasjoner på fastlands-Norge samt på Svalbard, Jan Mayen, Island og Færøyene.

Galileo har bidratt til å øke nøyaktigheten og påliteligheten til overvåkingen av den nasjonale referanserammen. At Galileo bidrar til mer presise

signaler har ført til at Kartverket har kunnet forbedre sin CPOS-tjeneste. CPOS er en posisjonstjeneste som ved hjelp av satellittsignaler gir stedsnøyaktighet ned på centimeternivå. CPOS brukes av en rekke aktører innenfor vei- og anlegg, oppmåling, skogbruk og landbruk. CPOS tilbyr korreksjoner for GPS, GLONASS, Galileo og Beidou.

5.3.3 Oppsummert om nytteeffekter og mernytte gjennom bruk av Galileo/EGNOS

Samfunnet gjør seg stadig mer avhengig av tjenester fra GNSS-systemer. Innenfor en rekke områder hvor viktigheten av en beslutning er høy, har man gjort seg avhengig av satellittinformasjon. For brukere av satellitter til posisjonsbestemmelse og navigasjon gir samtidig bruk av flere GNSS-satellitter økt tilgjengelighet og nøyaktighet. Veldig mange har derfor nytte av Galileo, men tilleggsverdien av informasjonen Galileo bidrar med er likevel begrenset for de aller fleste brukere, gitt at vi også har tilgang til de øvrige GNSS-systemene. Skulle en situasjon inntreffe der europeiske brukere ikke lenger mottar signaler fra andre GNSS-systemer, vil verdien av informasjon fra Galileo være svært stor, gitt de mange aktiviteter som nå har gjort seg avhengig av GNSS.

Videre er det også tjenester som har blitt vesentlig bedre som følge av Galileo. Dette gjelder især SAR-tjenesten, men også tjenester for presis bestemmelse av posisjon. Ettersom høypresisjonstjenesten blir åpent tilgjengelig vil flere brukere enn tidligere (alle som har mottakere med tre frekvenser) kunne beregne posisjon mer presist. Tidligere har denne type tjeneste vært en betalingstjeneste som det har vært mulig å kjøpe av kommersielle aktører.

Er nytten betinget av Norges deltakelse i Galileo/EGNOS?

Norges deltakelse i EUs romprogrammer har hatt påvirkning på Galileo/EGNOS på måter som har gitt mernytte til norske brukere.

Den viktigste forbedringen Norge har bidratt til er utvidet ytelse av EGNOS fra 70 til 72° nord. Dette er avgjørende for at det skal bli mulig med satellittbasert innflyvning på flyplassene langt nord i fremtiden. I tillegg er det et poeng, at en av de tre bakkestasjonene som fanger opp SAR-signaler fra Galileo-satellittene er plassert på Svalbard. Dette gir god dekning i Norges nordlige havområder. Hvor stasjonen alternativt ville blitt plassert uten Norges deltakelse i programmet er uvisst, men det er ikke gitt at dekningen ville blitt den samme.

Galileo-signalene, inkludert SAR-tjenesten, vil være tilgjengelig for norske brukere også uten Norges deltakelse i EUs romprogrammer. Nyttan av tjenestene

som til nå er beskrevet vil derfor kunne oppnås også uten videre deltakelse i programmet.

Mernytten av deltakelse på sikt vil avhenge av om Norge får tilgang til PRS, og om Norge klarer å påvirke utviklingen av EGNOS i tråd med norske interesser på måter som ellers ikke ville blitt gjort. Det er for eksempel en målsetting i regjeringens strategi *På rett sted til rett tid* å arbeide for at EGNOS skal utvikles til et egnet støttesystem for maritim bruk langs norskekysten, og at det tas i bruk i sjøtransporten (Samferdselsdepartementet, 2018).

Hva er den samlede verdien av brukernytte gjennom Galileo/EGNOS?

I den samfunnsøkonomiske analysen av norsk offentlig satsning på romvirksomhet fra 2017 ble nytten av Galileo forsøkt prissatt. Metoden tok utgangspunkt i en større amerikansk studie fra 2013, som viser at et forsiktig estimat av verdiskapingen til navigasjons-systemet GPS tilsvarer 0,4 prosent av USAs BNP i

2013. Anvendt på Norge gir dette en verdiskaping på om lag 10,5 milliarder kroner årlig. Videre ble det antatt at bidraget fra Galileo/EGNOS var å øke verdiskapingen fra GPS med snau 10 prosent, hvilket gir en verdi av Galileo/EGNOS tilsvarende én milliard kroner per år. Den addisjonelle brukernytten av Norges deltakelse i programmet ble imidlertid anslått til kun 13 millioner kroner, som følge av påvirkningen norske aktører har hatt på presisjonen til systemene langt nord (Grünfeld, Helseth, Løge, & Aarset, 2017).

I hovedtrekk er vår vurdering den samme; nytten av Galileo/EGNOS er stor, men mernytten gjennom brukernytte er foreløpig begrenset. Når EGNOS-dekningen nå er utvidet fra 70 til 72° nord vil mernytten i den neste programperioden, fra et brukerperspektiv, i hovedsak være knyttet til om vi får tilgang til PRS, og eventuelt om Norge klarer å påvirke utviklingen av EGNOS i tråd med norske interesser på måter som ellers ikke ville blitt gjort.

6. Nytteeffekter gjennom oppnåelse av utenrikspolitiske målsetninger

Norges deltakelse i EUs romprogrammer er av betydning for flere utenrikspolitiske målsetninger, med effekter utover de direkte effektene romprogrammene har på tjenestetutvikling og verdiskaping i Norge. I dette kapitlet drøftes hvordan deltakelsen i programmene både er et strategisk virkemiddel for Norge og en viktig kanal for nettverk, innsikt og påvirkningsmuligheter i EU.

6.1 Om vurderingen av effekter for utenrikspolitikken

Det følger nytteeffekter av Norges deltagelse i romprogrammene som går utover brukernytte og verdiskaping i Norge. Med samlebetegnelsen *effekter for utenrikspolitikken* drøftes i dette kapitlet potensielle nytteeffekter for Norge gjennom to ulike kanaler: (i) programdeltakelsen som et strategisk virkemiddel og (ii) nettverk, innsikt og påvirkningsmuligheter i EU-politikken.

Programdeltakelsen som et strategisk virkemiddel handler om hvordan Norge, med deltagelsen i programmene kan påvirke internasjonale samarbeid i tråd med Norges politiske målsetninger. Det gjøres et skille mellom målsetninger knyttet primært til utviklingen utenfor Norges landegrensener, som utviklingspolitikken og miljø- og klimapolitikken, og målsetninger knyttet primært til utviklingen innenfor Norges landegrensener, som nordområdepolitikken og norsk suverenitetshevdelse på Svalbard, Jan Mayen og i Antarktis.

Nettverk, innsikt og påvirkningsmuligheter i EU-politikken handler spesifikt om hvordan programdeltakelsen påvirker vårt forhold til EU.

Det er viktig å påpeke at når effektene for Norges utenrikspolitiske målsetninger drøftes i det videre, er ikke tolkningen at programdeltakelsen nødvendigvis er den mest effektive måten å oppnå Norges utenrikspolitiske målsetninger. Poenget er at når deltakelsen i programmene på en eller annen måte har en positiv effekt for Norges utenrikspolitiske målsetninger, så vil konsekvensen av å trekke seg ut være svekket måloppnåelse dersom det ikke gjennomføres kompensierende tiltak. Det kan være det finnes kompensierende tiltak som gir større nytte, men programdeltakelsens bidrag til utenrikspolitiske

målsetninger må med i den samlede vurderingen av om mernytten for Norge ved deltakelsen i romprogrammene er større enn kostnadene.

6.2 Programdeltakelsen som et strategisk virkemiddel

6.2.1 Utenfor Norges landegrensener

Programmenes data og tjenester kan betraktes som globale fellesgoder. Når disse fellesgodene anvendes til blant annet utviklingsformål og til å fremme det internasjonale miljø- og klimaarbeidet har det en nytte for Norge utover nytte gjennom brukereffekter og verdiskaping i norsk økonomi.

I den digitale strategien for utviklingspolitikken fra 2018 trekkes helse, utdanning, klima, miljø og hav, næringsutvikling, landbruksutvikling og fornybar energi, samt humanitær bistand frem som regjeringens hovedsatsninger i utviklingspolitikken. Om bruk av satellitter står det i strategien at satellittene både bidrar til å avdekke ulovlig hogst og gruvedrift i regnskogen, og at man ved å gjøre satellittinformasjon og agronomisk kunnskap tilgjengelig via mobiltelefoner kan la bønder ta del i klimatilpasset matproduksjon. EUs romprogrammer nevnes ikke eksplisitt i strategien, men det sies at vi gjennom klima- og skoginitiativet støtter den digitale plattformen Global Forest Watch, som

«... inneholder gratis tilgjengelige uavhengige analyser av satellittdata om bl.a. avskoging, skogbranner og eierforhold. Dette har gitt både utviklingsland, privat sektor, sivilsamfunn og andre et nyttig verktøy for bedre forvaltning av regnskogen.»

(Utenriksdepartementet, 2018)

Videre er Norge med i det internasjonale samarbeidet for globale observasjoner (GEO, Group on Earth Observations), der satellittdata for å nå bærekraftsmålene kartlegges. Selv om ikke romprogrammene nevnes eksplisitt, er Sentinel-data viktig input for tjenestene som leveres av Global Forest Watch og til arbeidet i GEO. Nyttan av vårt bidrag til disse initiativene er derfor dels betinget på nyttan av informasjon fra satellittene til EUs romprogrammer.

Effekten på klima og miljø kan også få effekter innenfor Norges grenser. Uavhengig av politiske målsetninger er alle land påvirket av klimændringene. Bidrag til mer effektive klimatiltak har

derfor også en direkte effekt på Norge, selv om tiltakene skjer utenfor Norges grenser.

Norge har nytte av en mer effektiv utviklings- og klimapolitikk. Mernytten gjennom Norges deltakelse på dette området er imidlertid begrenset. Det er rimelig å anta at informasjonen programmene kunne gi til støtte for internasjonalt arbeid med utvikling, miljø og klima ville være den samme også uten Norges deltakelse. Det kan være at Norges påvirkning i programmene gir et bidrag til miljø- og klimapolitikken som i større grad sammenfaller med norske prioriteringer. For eksempel jobbes det fra norske side for at en av de neste Sentinel-satellittene blir en polarsatellitt med arktiske oppgaver. Selv om også de konkurrerende satellittene har klimaovervåking til formål har Norge størst egeninteresse i polarsatellitten. Likevel, mer enn et bidrag til mernytte for Norge er det internasjonale klimaaspektet ved programdeltakelsen et bidrag til globale fellesgoder.

6.2.2 Innenfor Norges landegrenser

Det er særlig for politikk knyttet til nordområdene at deltakelsen i EU-programmene, og især Copernicus, potensielt kan være av strategisk betydning.

I det videre drøftes deltagelsens betydning for nordområdepolitikken generelt med fokus på målsetningene i *Nordområdestrategien*, og betydningen for norsk suverenitetshevdelse på Svalbard, Jan Mayen og i Antarktis.

Det er også andre strategier der deltagelsen i EUs romprogrammer kan sies å understøtte målsetningene. I *Blå muligheter – Regjeringens oppdaterte havstrategi* er det å bidra til kunnskapsbasert forvaltning og å støtte gjennomføring av internasjonale instrumenter blant de grunnleggende prinsippene for strategien. Det trekkes også frem at som følge av økende aktivitet i nord, vil behovet for satellittbaserte tjenester vokse (Departementene, 2019). Videre står det i *Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid*, at regjeringen arbeider for å oppfylle Parisforpliktelsen sammen med EU (Klima og miljødepartementet, 2017).

Nordområdepolitikken

For nordområdepolitikken er særlig *Nordområdestrategien – mellom geopolitikk og samfunn* relevant. Strategien fra 2017 presenterer fem prioriterte innsatsområder:

- Internasjonalt samarbeid
- Næringsutvikling
- Kunnskap
- Infrastruktur
- Miljøvern, sikkerhet og beredskap

Om EUs romprogrammer sier strategien følgende:

Galileo og EGNOS, bidrar til å dekke viktige norske behov i nordområdene som presis og pålitelig navigasjon og søk og redning. Tilsvarende bidrar satsingen på jordobservasjonsprogrammet Copernicus til blant annet kartlegging av sjøis, overvåking av skip, fiskerioppsyn, overvåking av oljesøl og algeoppblomstring, klima- og miljøovervåking, ressursforvaltning og suverenitetshevdelse i nord.

(Departementene, 2017)

Regjeringen har også, i strategien *På rett sted til rett tid* uttalt ambisjoner for hvordan den ønsker å påvirke den videre utviklingen av EGNOS:

Regjeringen vil arbeide for at EGNOS utvikles til et egnet støttesystem for maritim bruk langs norskekysten, og at det tas i bruk i sjøtransporten.

(Samferdselsdepartementet, 2018)

Videre er det et mål for regjeringen at Norge skal være ledende på kunnskap om, for og i nord. EU har et økende fokus på de arktiske områdene, og trekker særlig frem Copernicus, og dens havtjeneste som viktig for kunnskap om Arktis.²⁷ Det er Meteorologisk institutt, i samarbeid med Nansensenteret og Havforskningsinstituttet, som kjører den arktiske modulen til Copernicus' havtjeneste. Brukernytten av dette ble drøftet i kapittel 5, mens kontraktens bidrag til verdiskaping ble drøftet i kapittel 4. I tillegg er det av strategisk betydning for Norge at norske aktører er kunnskapsleverandørene på de arktiske områdene. Skulle Norge melde seg ut av Copernicus ville andre land blitt premissleverandører for utviklingen i de arktiske områdene. Det kan skapes et inntrykk av at Norge ikke selv er i stand til å skaffe tilstrekkelig kunnskapsgrunnlag for forvaltning av nordområdene, og Norge kan risikere å få mindre gehør i saker av relevans for sine nærområder.

Suverenitetshevdelse

Gjennom deltakelsen i EUs romprogrammer har norsk industri vunnet kontrakter om nedlesning av satellitt-data fra blant annet stasjoner på Svalbard, Jan Mayen og på Troll-basen i Antarktis. Disse kontraktene understøtter en tilstedeværelse som er viktig for Norges suverenitetshevdelse til disse områdene. Foreløpig er det ingen som formelt eier Antarktis. Norge har gjort krav på Dronning Maud land siden 1939, men dette har aldri blitt godkjent av resten av verden. Jan Mayen er del av kongeriket Norge, mens Svalbard er anerkjent som norsk territorium i henhold til Svalbardtraktaten. For Norge kan det likevel sees på som strategisk viktig å ha en betydelig tilstedeværelse på Svalbard og Jan Mayen,

²⁷ Se Copernicus (2019) og EU-kommisjonen (2016)

noe deltakelsen i EUs romprogrammer er med på å understøtte. For staten er det gunstig om den kan legge til rette for kommersiell aktivitet på Svalbard, Jan Mayen og Troll, heller enn å finansiere all tilstedeværelse med offentlige midler.

Utover det å understøtte betydningen av tilstedeværelse bidrar deltakelsen i Copernicus til målsetninger nedfelt i *Ny strategi for forskning og høyere utdanning på Svalbard*, hvor det står at

Regjeringen har ambisjoner for forskning og høyere utdanning på Svalbard, og vil at forskningen skal levere betydningsfulle bidrag til internasjonal kunnskapsutvikling og bidra til å løse sentrale samfunnsoppgaver og globale utfordringer

Og videre

Dette må skje gjennom mer forpliktende samarbeid om infrastruktur, blant annet gjennom SIOS (Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System), bedre koordinering av registreringer i felt og mer deling av data og forskningsresultater.

(Departementene, 2018)

EUs romprogrammer nevnes ikke eksplisitt, men SIOS har en viktig relasjon til Copernicus. SIOS er en av tre norske Copernicus Relays (SIOS, 2019).

6.3 Nettverk, innsikt og påvirkningsmuligheter i EU-politikken

Programdeltakelsen gir innganger til utforming av politikk og strategiske satsinger på områder av europeisk strategisk interesse. Norge har klart å påvirke innretningen av programmene (se kapittel 3), men norske aktører har også tilegnet seg nyttig kunnskap og et nettverk som potensielt har stor verdi, også på områder som ikke er direkte relatert til Copernicus og Galileo/EGNOS. Sikkerhet er et konkret eksempel, hvor NSM gjennom sitt arbeid med sikkerheten i programmene har skaffet seg både fagkompetanse og et internasjonalt sikkerhetsfaglig nettverk. Uavhengig av deltakelsen i programmene gjør samfunnet seg stadig mer avhengig av rominfrastruktur, og tilgang til internasjonal sikkerhetsfaglig kompetanse og nettverk er nødvendig for å løse sikkerhetsutfordringer knyttet til rombaserte tjenester (Se for øvrig omtalen av NSM i vedlegg A).

I vurderingen av hvilken betydning programdeltakelsen har for Norges europapolitikk er det ikke bare et spørsmål hva Norge oppnår ved å være med i programmene. Det er også et spørsmål om hva Norge taper på å trekke seg ut. Sannsynligvis er konsekvensene for Norges politiske anseelse i EU større ved å nå trekke seg ut, enn om Norge ikke

valgte å bli med i programmene i utgangspunktet. Romvirksomhet krever forutsigbare og langsiktige rammer og relasjoner.

Konsekvenser for Norges forhold til EU ved en utmeldelse har vært tema for flere av intervjuene som er gjennomført i evalueringen. Ingen kan med sikkerhet vite hva konsekvensene vil være, men det er stor sannsynlighet for at en utmeldelse vil komplisere Norges forhold til EU. Norge anses per i dag som en forutsigbar samarbeidspartner for EU. I Regjeringens strategi for samarbeidet med EU 2018-2021, *Norge i Europa* er det første av to hovedbudskap at:

samarbeidet skal bidra til å virkeliggjøre visjonene regjeringen har for vår del av verden: Et trygt Europa, et fritt Europa, et økonomisk sterkt Europa og et Europa der landene tar felles ansvar for felles utfordringer.

(Utenriksdepartementet, 2018)

Felles for romprogrammene er at de finansierer og tilrettelegger for oppgaveløsning som må løses på europeisk nivå. Ingen av landene i Europa ville hatt anledning til å utvikle og drifte Copernicus eller Galileo/EGNOS alene. Sett fra et EU-perspektiv er romprogrammene et viktig virkemiddel for å nå Regjeringens visjoner for Europa, og det vil være vanskelig for Norge å begrunne fravær av videre deltakelse overfor EU. EU vil trolig også finne det vanskelig å forstå hvorfor Norge ikke lenger vil samarbeide om en infrastruktur de har betalt mye for å utvikle, og som først nå begynner å bli operativ. I tillegg har norske etater nytte av programmene, og de har sikret norsk industri store kontrakter.

Konsekvensen av en utmeldelse vil være et omdømme-tap. Norge vil fremstå som en gratispassasjer på infrastruktur og kunnskap Norge er store brukere av, og EU vil trolig oppfatte Norge som en mer uforutsigbar samarbeidspartner. Det er rimelig å anta at Norge på en eller annen måte må bære kostnadene av dette gjennom det øvrige samarbeidet med EU. For eksempel kan en utmeldelse gjøre det vanskelig å få innpass i nye romprogrammer i EU-regi (Govsatcom/SSA), dersom det skulle bli aktuelt for Norge å delta i disse. Et annet aspekt er at det allerede er komplisert å få forståelse i EU for de rettigheter og plikter som ligger i EØS-avtalen. Skulle det skapes en større usikkerhet i EU om hva Norge er med på og ikke, kan det endre på tolkninger av EØS-avtalen på måter som potensielt er uheldig for Norge.

Tilslutt er det viktig å påpeke at den samme historien av tapt utenrikspolitisk anseelse kan brukes som argument for alle internasjonale samarbeid, inkludert de 12 EU-programmene Norge nå deltar i. Likevel er det slik, at enkelte samarbeid er viktigere enn andre, selv om det ikke finnes en eksplisitt prioriteringsliste. Det som taler for at romprogrammene er et viktig

program for Norge å delta i, sette ut ifra et strategisk europeisk perspektiv er:

- Romprogrammene er prestisjeprosjekter for EU. Det er investert mye i programmene, og det gjøres en betydelig innsats for å øke bruken av informasjon fra programmene innenfor en rekke ulike samfunnsområder.
- Norge har åpenbare interesser av å være med i programmene:
 - Norge får dekket et areal som i prosent er mye større enn det prosentvise økonomiske bidraget til programmene.
 - Det er mange norske brukere av informasjon fra programmene,
 - norsk industri har store kontrakter med programmene, og
 - programmene understøtter flere av Norges politiske målsetninger.

Som nevnt tidligere vil det derfor være vanskelig for Norge å begrunne fravær av videre deltakelse overfor EU.

6.3.1 Synergier med andre EU-programmer

Norge deltar i en rekke EU-programmer, og det er trolig synergier mellom romprogrammene og andre EU-program som Norge deltar i. Deltakelse i romprogrammene kan gi mulighet for å realisere gevinster av andre programmer som Norge hele veien har deltatt og bidratt fullt ut i, som forskningsprogrammet Horisont.

EU-programmer kan bygge på hverandre slik at de sammen dekker hele veien fra forskning til marked. I det kommende forskningsprogrammet Horizon Europe er eksempelvis *Digital, Industry and Space* foreslått som ett av seks cluster. Romprogrammene nevnes videre som et av flere programmer som sammen med Horizon Europe skal skape synergier (EU-kommisjonen, 2019). Slik sett kan Norge få en lavere nytte av en videre deltakelse i forskningsprogrammet uten videre deltakelse i romprogrammet.

7. Mernytte, kostnader og effektiviteten til den nasjonale oppfølgingen

Spørsmålet om hvorvidt mernytten for Norge overstiger kostnadene ved deltagelsen i romprogrammene betinger en vurdering av en prissatt kostnadsside mot en, i hovedsak, ikke-prissatt nytteside. Betalingen for deltagelsen i programmene vil, medregnet neste finansielle periode, komme på over 6 milliarder kroner. Likevel er det etter vår vurdering overveiende sannsynlig at mernytten overstiger kostnadene. I dette kapittelet begrunnes vurderingen av mernytte versus kostnader, og det drøftes hvorvidt den nasjonale oppfølgingen av programmene er effektiv.

7.1 Mernytte vs. kostnader

Med deltagelsen i EUs romprogrammer oppnår Norge nytteeffekter innenfor et bredt spekter av områder. Deltakelsen i romprogrammene er dels et virkemiddel for å skape en bedre, mer effektiv forvaltning. Det er dels et næringspolitisk virkemiddel, dels et forskningspolitisk virkemiddel og det berører ulike fasetter av utenrikspolitikken, herunder miljø- og klimapolitikken, utviklingspolitikken, europapolitikken med mer. Deltakelsen i programmene understøtter målsetningene i en rekke av regjeringens strategier, og informasjon fra programmet tjener som beslutningsstøtte for aktører innenfor et bredt spekter av sektorer.

Videre er det en reell forskjell på det å være deltaker i programmene og ikke. Uten deltakelse kan ikke norsk industri og norske forskningsinstitusjoner konkurrere om leveranser til programmene, og tilgangen på informasjon fra programmene vil bli svekket. Den informasjon fra programmene som er nødvendig for å utvikle de nasjonale tjenestene har vært, og er i all hovedsak, betinget av Norges deltakelse i programmene.

Mernyttens motsvar er en betydelig kostnad for deltagelsen. Til nå, ett år før den nåværende finansielle perioden utløper, har Norge betalt 2,6 milliarder kroner for deltagelsen i programmene. For den neste finansielle perioden, fra 2021 til 2027, kan Norges samlede bidrag bli på 3,4 milliarder kroner. Dette anslaget er imidlertid beheftet med usikkerhet (Se kap. 2.4). I tillegg kommer kostnader knyttet til forskning, utvikling og implementering av dataene i

etatens systemer. Fra 2013 til 2019 er det bevilget 178 millioner kroner til nasjonal administrativ og teknisk oppfølging av programdeltakelsen, men disse midlene dekker ikke de fulle kostnadene ved bruk av satellittdata fra programmene hos norske brukere. Tilslutt, om en skal følge gjeldende retningslinjer for samfunnsøkonomiske analyser, skal en skattefinansieringskostnad på 20 prosent av utgiftene legges på som en ekstrakostnad for tiltak finansiert med offentlige midler. For programdeltakelsen alene gir dette en skattekostnad på 1,2 milliarder kroner, forutsatt deltakelse også i neste finansielle periode.

Spørsmålet om hvorvidt mernytten av Norges deltagelse i romprogrammene overstiger kostnadene avhenger både av hvilken tidshorison som benyttes i vurderingen, og hvordan virkninger som ikke har en entydig bestemt verdi vektlegges.

Når det gjelder tidsaspektet er ikke romprogrammene en type programmer med avgrensede programperioder som kan vurderes uavhengig av hverandre. Det er programmer med lange tidshorisoner under kontinuerlig utvikling. I vurderingen av slike programmer kan det være misvisende kun å vurdere realisert mernytte relativt til kostnadene ved et bestemt tidspunkt.

Når det gjelder verdsettingen av virkningene er det flere av de viktigste nyttekomponentene som ikke kan spores til konkrete ressursbesparelser, men til potensielt bedre beslutninger innenfor områder som beredskap og forebygging. Forskjeller i risikotoleranse kan derfor lede til forskjeller i hvordan nytten av programmene verdsettes, og det samme kan ulike oppfatninger av verdien som skal tillegges oppnåelse av utenrikspolitiske målsetninger.

Våre vurderinger knyttet til forholdet mellom mernytte og kostnader ved deltagelse i EUs romprogrammer kan oppsummeres som følger:

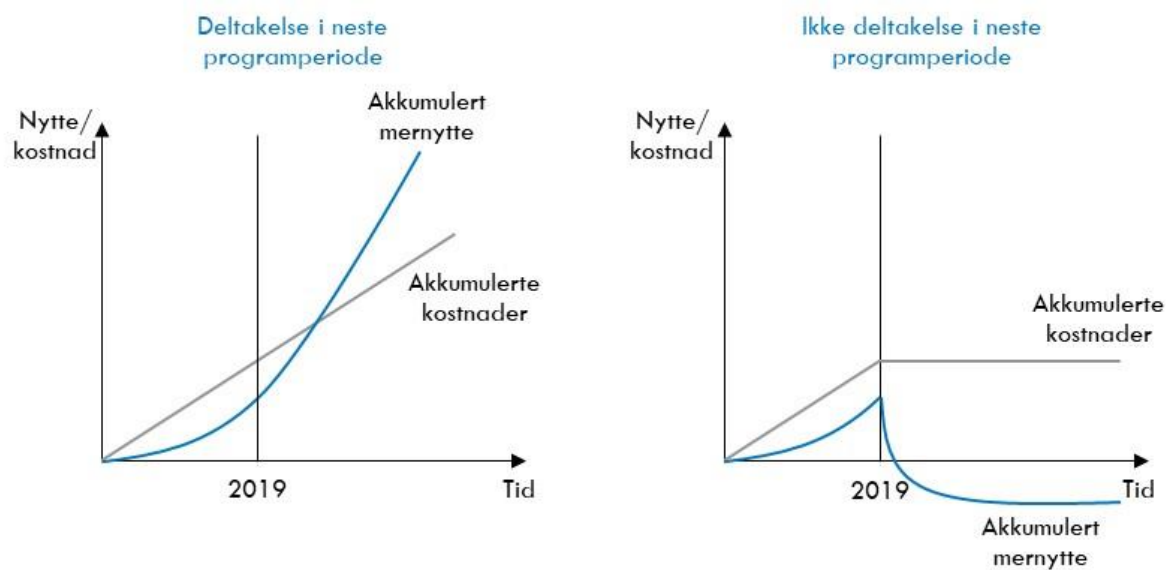
- Er oppnådde effekter per i dag større enn kostnadene? *Sannsynligvis ikke.*
- Vil omfanget av nyttige anvendelser for satellittdata øke i årene fremover? *Sannsynligvis ja.*
- Vil en deltakelse i programmene være viktig for at Norge skal ta del i utviklingen og anvendelsen av satellittdata? *Sannsynligvis ja.*
- Vil mernytten av deltagelsen være større enn kostnadene på sikt? *Sannsynligvis ja.*

Under Figur 7-1, som brukes til å illustrere forholdet mellom mernytte og kostnader, og forskjellen det

sannsynligvis vil utgjøre for Norge å være deltaker eller ikke deltaker i neste programperiode, gis en nærmere begrunnelse for våre konklusjoner. Vi

omtaler da den samlede effekten av programdeltakelsen, og skiller ikke eksplisitt mellom Copernicus og Galileo/EGNOS.

Figur 7-1: Mernytte ved deltakelse i EUs romprogrammer



Kilde: Oslo Economics

7.1.1 Mernytte til nå

Det mest håndfaste målet på mernytten av programdeltakelsen er effekter gjennom leveranser til programmene. Norske leveranser til programmene er betydelige. Vi finner en brutto verdiskaping fra leveranser til programmene på 1,5 milliarder kroner, og en netto verdiskaping på 357 millioner kroner. Beregningen av netto verdiskaping tar hensyn til alternativ bruk av ressursene, hvilket er standard praksis for samfunnsøkonomiske analyser i Norge. Begge tallene på verdiskaping er imidlertid lavere enn de 2,6 milliarder som er betalt for programdeltakelsen fra 2010 til 2019.²⁸

Når det gjelder effekter gjennom brukernytte ble mernytten av Copernicus verdsatt til 20 millioner kroner årlig, mot 13 millioner kroner for Galileo/EGNOS i den samfunnsøkonomiske analysen av norsk offentlig satsning på romvirksomhet (Grünfeld, Helseth, Løge, & Aarset, 2017). Utviklingen som har skjedd siden den gang har gjort at verdiene nå trolig er høyere, men omsatt til samfunns effekter som bedre miljø, færre ulykker, bedre helse, reduserte kostnader og styrket suverenitetshevdelse er mernytten sannsynligvis ikke stor nok til å overstige programkostnadene.

Våre anslag på nytten av programmene er lavere enn anslagene som oppgis i flere av rapportene som EU-

kommisjonen har fått utarbeidet om programmene. I forbindelse med forslaget om videreføringen av romprogrammene har EU-kommisjonen utarbeidet et *Impact assessment*, som blant annet viser hva som til nå er oppnådd gjennom programmene, og hva som kan forventes av effekter på sikt. Her vises det til beregninger som estimerer verdien for Europa av EGNOS og Galileo til mellom 55 og 63 milliarder euro over de neste 20 årene, og som finner at Copernicus vil bidra med samfunns effekter i størrelsesorden 67 til 131 milliarder euro i perioden 2017 til 2035 (EU kommisjonen, 2018).

Det siste eksempelet vi er kjent med som forsøker å estimere gevinstene programmene har hatt til nå er *Copernicus Market Report* utarbeidet av PWC på oppdrag for EU-kommisjonen (PWC, 2019). Rapporten finner at det siden 2008 er investert 8,3 milliarder euro i Copernicus, og at den akkumulerte nytten av investeringene er på mellom 16,2 og 21,3 mrd. euro. Nytten av investeringene er fordelt på tre aktører; oppstrøms industri, nedstrøms industri og sluttbrukere. 11,5 mrd. av gevinstene er estimert å tilfalle oppstrøms-industrien, mens 4,7-9,8 mrd. euro er estimert å tilfalle nedstrøms industri og sluttbrukerne, hvorav 93 prosent antas å tilfalle sluttbrukerne.

Måten gevinstene beregnes på er ikke direkte sammenlignbar med metoden som benyttes i evalueringen. Effektene for industrien er summen av

²⁸ Verdiskapingstallene vil i tillegg overvurdere nytten noe da kontraktstallene også inneholder enkelte kontrakter inngått før programmene ble innlemmet i EØS-avtalen.

brutto verdiskaping, ringvirkninger og virkninger gjennom konsumet til lønsmottakerne i romindustrien (induserte virkninger). I våre beregninger er det relevante målet *netto* verdiskaping, og verken ringvirkninger eller induserte virkninger er inkludert i beregningene. Tilnærmingen som benyttes for å anslå gevinster for sluttbrukere ligner metoden vi har benyttet for vurdering av nytte gjennom bruker-effekter. I markedsrapporten er viktigheten av beslutningene Copernicus er med på å understøtte forsøkt kvantifisert, sammen med tilleggsverdien av informasjon fra Copernicus. Når estimatene i markedsrapporten er relativt sett mye høyere enn hva vi og andre norske studier legger til grunn skyldes det at potensielle gevinster på sikt dels er inkludert i beregningene.

Majoriteten av tjenestene som nå er utviklet og i bruk som følge av Norges deltakelse i romprogrammene gir ikke umiddelbare gevinster, men et grunnlag for bedre beslutninger på sikt. InSAR Norge gir Statens vegvesen et bedre grunnlag for å vurdere hvor de skal bygge vei, kommunene et bedre grunnlag til utforming av regulerings- og detaljplaner og NGU et bedre grunnlag for å vurdere hvilke fjellpartier de skal sette under overvåking. Forsvaret har fått mulighet til å drive en mer effektiv overvåking av havområdene med bruk av Sentinel-1, men tjenesten er bare så vidt blitt operativ. Beregningsverktøyene for luftkvalitet for kommunene har gitt dem anledning til å redusere luftforurensning på sikt osv.

Mernytten av Norges deltakelse i EUs romprogrammer vil en først se på lengre sikt, når relevante beslutningstakere blir oppmerksomme på mulighetene som ligger i bruk av tjenestene.

Tjenestene som er utviklet har ikke bare vært, men er i stor grad avhengig av norsk deltakelse i romprogrammene for å gi nytte. Det er en rekke varslingstjenester som er avhengig av nær-sanntidsdata, og det er kartleggingstjenester som er avhengig av bestemte opptaksmønstre med bestemte modus over Norge. Det er ikke gitt at programmene tar en annen retning enn hva som er i Norges interesse uten norsk deltagelse i den neste finansielle perioden. Norge vil imidlertid miste muligheten til å påvirke programmet i tråd med norske interesser og prioriteringer. Til slutt er det også tjenester som er avhengig av rådata fra satellittene for å fungere. Implikasjonen for Norge av å avslutte programdeltakelsen nå er derfor tap av nytten som det gjennom utviklingen av tjenestene er lagt et grunnlag for å høste. I tillegg vil det trolig være en merkostnad gjennom innvirkningen fravær av videre deltakelse vil ha på Norges utenrikspolitiske målsetninger generelt, og europapolitikken spesielt (Se kap. 6).

7.1.2 Mernytte på sikt

Selv om Norge blir påført en merkostnad ved ikke å forlenge deltakelsen i EUs romprogrammer frigjøres betydelige midler som kan brukes for å kompensere for kontrakter, tjenester og utenrikspolitisk anseelse som går tapt uten videre deltakelse. Det er likevel vår vurdering av mernytten at en deltakelse i romprogrammene på sikt er større enn kostnadene.

Deltakelsen i EUs romprogrammer har betydelige kostnader, men det er på den andre siden en rekke viktige samfunnsområder som har nytte av Norges deltakelse i romprogrammene. Det er summen av alle komponentene som utgjør mernytten av programmet samlet sett. Hvis en ser kostnadene opp mot enkeltområder, så ville sannsynligvis alternativ bruk av midlene gitt like gode resultater. Hvis for eksempel det eneste målet med deltakelsen var å sikre Norges posisjon i Arktis, så ville sannsynligvis alternativ bruk av midlene gitt et tilsvarende resultat, eller bedre. Det er imidlertid bredden i antall målsetninger og beslutninger som understøttes som er det spesielle ved programmene, og som i sum gjør at vi, gitt en videreføring av deltakelsen, vurderer mernytten for Norge som større enn merkostnadene.

I det videre oppsummeres de viktigste momentene som vil bidra til mernytte for Norge gjennom en forlenget norsk deltagelse i EU-romprogrammer.

Fortsatt muligheter for norsk industri

Forlenget deltakelse i romprogrammene vil fortsatt gi norsk romindustri mulighet til å konkurrere om kontrakter. Brutto og netto verdiskaping fra leveranser til programmene har til nå summert seg til henholdsvis 1,5 milliarder og 357 millioner kroner, og det er å forvente at norsk industri også i neste finansielle periode vil sikre verdifulle kontrakter.

Norsk romindustri er en høyproduktiv næring, som er konkurransedyktig innenfor sine nisjer. Kontraktene til norske aktører utgjorde 3,8 prosent av de 2,9 milliarder euro som var tildelt gjennom Copernicus-programmet ved utgangen av 2018. Denne andelen er vesentlig høyere enn Norges relative netto nasjonalinntekt (NNI), som regulerer hvor stor andel av romprogrammenes budsjetter Norge skal finansiere. NNI er nå på 2,21 prosent. Målt i kontraktsvolum er Norge det 6. største landet i Copernicus og vesentlig større enn Sverige (1,6 prosent), Danmark (0,2 prosent) og Finland (0,6 prosent) (Bernot, 2019).

Det skjer for tiden en enorm utvikling innenfor romsektoren, uavhengig av EU-programmene. Deltakelsen i EU-programmene vil trolig være et viktig bidrag til å opprettholde en konkurransedyktig romindustri, med muligheter til å ta del i det voksende rom-markedet.

Realisere nytten av utviklede tjenester

Bruk av Sentinel-data har vist seg å lede til forbedringer av en rekke eksisterende tjenester og til enkelte helt utviklede tjenester. Det tar tid å utvikle og implementere tjenester basert på satellittdata, men flere nasjonale tjenester utviklet for norske brukere er nå operative, og effektene antas å komme på sikt. Uten videre deltakelse vil de fleste tjenestene helt eller delvis miste sin funksjon og nytte.

I tillegg pågår flere utviklingsinitiativ, og det er å forvente at både informasjon fra eksisterende Sentinel-satellitter kan få utvidet bruksområde, og at nye satellitter kan bidra i utviklingen av nye tjenester til nytte for samfunnet.

Når det gjelder Galileo er det tilgangen på PRS som vil ha størst betydning. Dette er potensielt en viktig tjeneste som vil være svært vanskelig og svært kostbar å få tilgang til uten deltakelsen i programmene.

Legge til rette for forskning og utvikling

Data fra Sentinel-satellittene, tilgjengeliggjort gjennom det nasjonale bakkesegmentet, utgjør en form for grunninfrastruktur som kan komme til anvendelse både i grunnforskning og til utvikling av tjenester. Det er nær sagt umulig å verdsette dette, men for FoU-aktiviteter kan det stilles spørsmål ved behovet for nær sanntidsdata, og dermed mernytten av deltakelsen. Det kan imidlertid være et poeng for forskningen å ha tilgang på rådata, og forutsigbarhet er av stor betydning for utviklingen av tjenester. Fordelene med Sentinel-dataene er forutsigbarheten. Man vet hva som kommer av data både i dag, i morgen og i årene som kommer. Denne vissheten muliggjør investeringene som må til for å omgjøre dataene til operative tjenester. Forsvarets bruk av Copernicus-data kan tjene som et eksempel. Gjennom deltakelsen i programmet har norske aktører mer kontroll på hvilke data som kommer, og det virker trolig stimulerende på utviklingen av tjenester.

Det er imidlertid ikke bare gjennom datatilgang at programdeltakelsen tilrettelegger for forskning og utvikling. For flere av forskningsinstitusjonene er nettverkene og tilgangen på europeisk kompetanse som norske aktører får tilgang på gjennom Norges deltakelse i romprogrammene av stor betydning.

Suverenitetshevdelse

Gjennom deltakelsen i EUs romprogrammer har norsk industri vunnet kontrakter om nedlesning av satellittdata fra blant annet stasjoner på Svalbard, Jan Mayen og på Troll-basen i Antarktis. Disse kontraktene understøtter en tilstedeværelse som er viktig for norsk suverenitetshevdelse til disse områdene. Norge har et absolutt fortrinn i å drive nedlesning av satellittdata som følge av den

geografiske beliggenheten til både Svalbard og Troll-basen. Å skulle kompensere for et bortfall av denne typen kommersiell virksomhet med annen kommersiell virksomhet på Svalbard og Troll-basen er ikke enkelt. Og sannsynligvis ville en større andel av kostnaden for å sikre tilstedeværelse på Svalbard og på Troll-basen falle på offentlige budsjetter.

Understøtte utenrikspolitiske målsetninger

Gjennom videre deltakelse unngår Norge et omdømmetap og tap av kunnskap, innsikt, innflytelse og nettverk som er viktige for Norges øvrige utenrikspolitiske målsetninger og satsinger. Innsikten Norsk Romsenter og andre oppnår gjennom deltakelsen i programmene vil også ha betydning for muligheten til å informere og posisjonere norsk industri og andre norske kunnskapsleverandører for kontrakter med programmene.

Med et bredt nytteperspektiv, som det vi anlegger i evalueringen, må det også tas hensyn til betydningen det har for Norge å understøtte internasjonalt samarbeid, og romprogrammene er en viktig brikke i det europeiske samarbeidet.

7.2 Om den nasjonale administrative og tekniske oppfølgingen

Siden 2014 har det blitt bevilget midler over statsbudsjettet til nasjonal og administrativ teknisk oppfølging av deltakelsen i programmene (Se kapittel 2.5). I det videre drøftes hvorvidt den nasjonale administrative og tekniske oppfølgingen er effektiv. Det stilles først spørsmål om hvorvidt det er behov for en nasjonal oppfølging, sett i et samfunnsøkonomisk perspektiv, før effektiviteten til forvaltningen drøftes. Kapittelet avsluttes med våre anbefalinger for innretningen av den nasjonale innsatsen.

7.2.1 Om behovet for nasjonal oppfølging

Deler av midlene som bevilges til den administrative og tekniske oppfølgingen går til å dekke kostnader som følger som en direkte konsekvens av programdeltakelsen. Dette inkluderer for eksempel nasjonale eksperter tilknyttet programmene i Brussel og deltagelse i romprogrammenes europeiske komitéer.

Norge har større grad av frihet til å prioritere post 74-midlene. Dette gjelder især støtten til utvikling, implementering av bruk av Copernicus-data og støtten til investeringer i felles infrastruktur. Midlene til Galileo/EGNOS er i stor grad ment å skulle ivareta avtalefestede myndighetsforpliktelser som følger av deltagelsen. Midlene til oppfølging av Copernicus over post 74 har vært 25 millioner kroner per år siden 2015. Dette utgjør majoriteten av midlene bevilget til den nasjonale tekniske oppfølgingen.

Investeringen i felles infrastruktur, gjort med post 74-midler, er en investering i et kollektivt gode for det norske samfunnet. Med det nasjonale bakkesegmentet gjøres data i nær sanntid fra Sentinel-1 tilgjengelig både for profesjonelle og private brukere. InSAR Norge gir tilgang til nedsyningskart over Norge for alle som ønsker det over deres interesseområder. Støtte til denne typen tiltak kan berettiges ut ifra et samfunnsøkonomisk perspektiv.

Når dataene først er gjort tilgjengelig kunne en forvente at etatene selv tok dataene i bruk, om de mente nytten forsvarte kostnadene. Midlene fra NRS ville da enten være en kompensasjon for tiltak etatene uansett ville igangsatt, en støtte til tiltak som ellers ville vært ulønnsomme eller en framskyndet implementering av tiltak etatene selv ville gjennomført på et senere tidspunkt. Det samfunnsøkonomiske rasjonale for en slik ordning ville vært begrenset.

Ser en på fordelingen av støttemidlene, så har de primært gått til prosjekter som bidrar til bedre beslutninger, og som ikke nødvendigvis muliggjør besparelser i den enkelte etats budsjetter. For eksempel vil ikke et bedre pollenvarsel eller et bedre iskart være ressursbesparende for Norges astma- og allergiforbund eller Meteorologisk institutt. Derimot er dette tjenester som er kostbare å utvikle og drifte og som gjerne kommer som supplement til det tjenestetilbudet som allerede er til stede. Dette kan likevel være tjenester som er ressursbesparende for samfunnet. Når de som gjennomfører et tiltak ikke får kompensert for den fulle gevinsten av tiltaket er det en risiko for at tiltaket ikke blir gjennomført. Dette kan berettige støtten som er gitt gjennom post 74-midlene.

Et annet moment som kan berettige støtten er informasjonsasymmetrier. Hvordan bruk av satellitt-data kan bidra til bedre tjenesteproduksjon er ikke på agendaen til de fleste etater. Selv om det finnes potensielle gevinster, er ikke nødvendigvis etatene kjent med dem. NRS, som sitter tett på programmet, er bedre kjent med de potensielle gevinstene, og kan med midlene tilby både rådgivning og risikoavlastning i form av delfinansiering. Dette kan føre til igangsettelse av samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak som ellers ikke ville blitt gjennomført.

Et siste aspekt ved støtten er at den løser et potensielt koordineringsproblem. Flere av tjenestene som skal utvikles krever samarbeid mellom ulike etater og tilfang av ulike typer kompetanse. Norsk Romsenter jobber aktivt for å sikre at det opprettes konstellasjoner som sammen kan utvikle et norsk tjenestetilbud, og eventuelt også kan delta i konkurransen om europeiske kontrakter. Når vi kjenner til utfordringene med eksternaliteter og informasjonsasymmetrier er koordineringsproblemet en ytterligere

berettigelse for støtten NRS kan tilby gjennom bruk av post 74-midlene.

Oppsummert er det etter vår vurdering et samfunnsøkonomisk rasjonale og et behov for midler til nasjonal og teknisk oppfølging.

7.2.2 Om forvaltningens effektivitet

I det videre skiller vi mellom forvaltningen av midler som er brukt til arbeidet opp mot programmene sentralt for å ivareta norske interesser, og midler brukt til å støtte utvikling, implementering av bruk av Copernicus-data, samt støtten til investeringer i felles infrastruktur.

Vi anser arbeidet med å ivareta Norges interesser i programmene som godt. De konkrete eksemplene på norske gjennomslag i programmene (se kapittel 3) underbygger at Norsk Romsenter gjennom deltakelsen klarer å utgjøre en forskjell i spørsmål som er av betydning for Norge og norske aktører. Når det gjelder tilgangen til Galileo-tjenesten PRS, er det ikke heldig at Norge mangler formell tilgang, selv om tjenesten først om noen år forventes å være fullt operativ. Den manglende tilgangen kan i liten grad skyldes lav effektivitet hos Norsk Romsenter. Det er UD og NFD som leder forhandlingene, mens NRS bistår i arbeidet. Videre er det mye som tyder på at det primært er forsinkelser på EU-siden som har bidratt til at prosessen har vært tidkrevende og at Norge ikke har fått tilgang.

Når det gjelder støtten til investeringer i felles infrastruktur er det bred enighet blant informantene til evalueringen om at en koordinert innsats er effektivt og gunstig for spredningen av satellittdata.

Effektiviteten i NRS forvaltning av midlene som går til å støtte implementering og bruk av Copernicus-data har vært tema for samtlige intervjuer vi har gjennomført. Informantene vi har snakket med er gjennomgående tilfreds med måten Norsk Romsenter både initierer og følger opp prosjektene. NRS anses å ha den nødvendige kompetansen, og prosjektene gjennomføres uten unødvendig mye administrasjon.

Utfordringen er når pilotprosjektene opphører, og tjenesten skal implementeres i den ordinære driften til etatene. Som vi har vært inne på tidligere vil ikke nødvendigvis bruk av satellittdata spare etatene for penger, iallfall ikke på kort sikt. De må finne midler til drift av tjenestene innenfor eksisterende budsjetter.

Ideelt sett kunne en tenke seg at etater med prosjekter også forpliktet seg til implementering og videreutvikling, men når prosjektene typisk er å undersøke om tjenesten er mulig å implementere er det få som på forhånd vil binde seg til bruk.

Vi har ikke vurdert hva som vil være en korrekt størrelse på potten, men hvorvidt NRS har forvaltet midlene effektivt. Oppsummert er det vår vurdering at midlene til administrativ og teknisk oppfølging har blitt forvaltet effektivt til nå.

Våre anbefalinger om den videre innretningen av innsatsen oppsummeres i neste avsnitt.

7.2.3 Anbefalinger for innretning av nasjonal innsats

Vår anbefaling er at det fortsatt settes av midler til nasjonal administrativ og teknisk oppfølging, også utover midlene Norge er bundet til å bruke for oppfølgingen av programmene. Det er ikke gitt hva som er den ideelle størrelsen på midlene, det bør styres av prosjektene. Ordningen som gjør at ubrukte midler kan overføres fra et år til neste bør derfor videreføres.

Når det gjelder Copernicus, så er det vist i kapittel 5 at majoriteten av tjenestene bidrar til bedre beslutninger for samfunnet, men ikke nødvendigvis kostnadsbesparelser for utførende etat. Det er foreløpig for tidlig til å si om dette blir et gjentakende problem for overgangen fra prosjekt til drift, men det kan potensielt være det. Vår anbefaling er derfor i første omgang at Norsk Romsenter er oppmerksomme på den potensielle utfordringen. Viser det seg at mange prosjekter ikke kommer videre fra prosjektfasen bør det foretas en gjennomgang av hele prosjektregimet.

Videre ligger det trolig et uforløst markedspotensial i å få norske bedrifter til å utvikle tjenester basert på data og signaler fra programmene. Med stadig økte mengder data vil trolig etterspørselen etter data-prosessering og sanntidsbehandling av data øke. KSAT har vist at de er i en gunstig posisjon til å kapitalisere på denne utviklingen, men det kan også være markedsmuligheter for andre norske aktører. Å drive næringsutvikling gjennom generelle støtteordninger til bedrifter er i stor grad en oppgave for Innovasjon Norge (IN), men NRS kan være en nyttig støttespiller. De to aktørene har også tidligere hatt et samarbeid. Vi har ikke vurdert effekten eller effektiviteten til dette samarbeidet, men på generelt grunnlag er det vår anbefaling at et samarbeid mellom IN og NRS bør formaliseres dersom det kan bidra til en mer helhetlig oppfølging av programmene både i offentlig og privat sektor.

Når det gjelder oppfølgingen av programmene i EU er det avgjørende at Norge fortsetter å prioritere deltakelsen i komiteene og i arbeidsgruppene til Galileo/EGNOS og Copernicus. Norge er en aktør som blir lyttet til i programmene. Dette er igjen et resultat av at arbeid i komiteer og arbeidsgrupper

har vært en prioritert oppgave for NRS. Norge har sendt kompetente representanter som har stilt godt forberedt til møtene. Norges strategi har vært å komme med kunnskapsbaserte og konstruktive innspill til videreutviklingen av programmene, til nytte for både norske og europeiske brukere. Videre har norske aktører jobbet aktivt for de sakene som har hatt særlig betydning for Norge, gjerne relatert til å sikre god dekning i nord. Denne strategien ser ut til å ha gitt gode resultater, og det er viktig å bevare Norges status som en konstruktiv partner i programmene.

Det er fortsatt behov for å sørge for at data og signaler fra eksisterende satellitter er tilpasset norske behov. Det pågår også løpende diskusjoner av mer strategisk karakter som vil ha betydning for Norges nytte av de to programmene. I Galileo blir stadig flere områder definert som sikkerhet, og siden Norge ikke nødvendigvis inkluderes i sikkerhetsarbeidet kreves en norsk tilstedeværelse for å sikre at norske aktører gis best mulig tilgang til konkurranser, og innsikt i programmet. I Copernicus jobbes det for å få mulighet til direkte nedlesning av Sentinel-2-data, og det jobbes for å påvirke beslutningen om hvilke satellitter som skal utvikles og skytes opp. Det er flere mulige kandidater til nye satellitter, deriblant en arktisk satellitt som vil inneholde en nyttelast med passiv mikrobølge. Et slikt instrument vil i større grad gjøre det mulig å se forskjell på snø og is, og om det er ny eller gammel is som observeres. Det arktiske satellitten er den foretrukne satellitten for norske brukere.

Det er betydelige midler som skal investeres også i romprogrammets neste finansielle periode. Når vi finner at nytten for Norge ved videre deltakelse sannsynligvis er høyere enn kostnadene, er det likevel ikke gitt at marginalnyttens av hver krone er positiv. Avslutningsvis er det derfor en generell anbefaling til oppfølgingen av programmene at det jobbes for en effektiv anvendelse av midlene på programnivå. Videre bør det følges opp hvilke nytteeffekter som oppnås i Norge. Allerede i dag gjøres en grundig vurdering av hva prosjektene skal bidra til før de settes i gang. Likevel vil det være nyttig om vurderingene i større grad enn i dag inneholder eksplisitte beskrivelser av hvilke beslutninger som forventes understøttet, viktigheten av disse beslutningene, samt tilleggsverdien av informasjon fra satellittene for de aktuelle beslutningene. Dette vil gjøre det lettere å evaluere innsatsen, og bevisstgjøre etatene om hvilke resultater de kan forvente med bruk av satellittdata. Hva som oppnås med en slik øvelse må imidlertid balanseres mot hensynet til ikke å lage for mye administrasjon.

8. Referanser

- Bernot, C. (2019). *Copernicus Country Statistics until end 2018 - Unntatt offentlighet*. Brussel: EU-kommisjonen.
- Copernicus. (2019, Mai). *Copernicus for EU Arctic Policy*. Hentet fra Copernicus hjemmeside: <http://marine.copernicus.eu/copernicus-for-eu-arctic-policy/>
- Copernicus. (2019, September). *DIAS*. Hentet fra Copernicus' hjemmeside: <https://www.copernicus.eu/en/access-data/dias>
- Delattre, S., Pont, G., Da Costa, R., & Clivio, R. (2018). *European GNSS Agency Service Provision Plan for Galileo services*. SpaceOps Conferences. Marseille.
- Departementene. (2017). *Nordområdestrategi - mellom geopolitikk og samfunnsutvikling*. Oslo : Utenriksdepartementet og Kommunal- og moderniseringsdepartementet.
- Departementene. (2018). *Strategi for forskning og høyere utdanning på Svalbard. Svalbard – på verdenstoppen for kunnskap med global betydning*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Departementene. (2019). *Blå muligheter. Regjeringens oppdaterte havstrategi*. Oslo: Nærings- og fiskeridepartementet.
- EU kommisjonen. (2018). *Impact assesment accompanying the document Proposal for a regulation of the european parliament and of the council establishing the space programme of the Union og the European Union Agency for the Space program. SWD (2018) 327 final*. Brussel: EU kommisjonen.
- EU-kommisjonen. (2016, April). *An Integrated EU policy for the Arctic – Frequently Asked Questions*. Hentet fra EU-kommisjonens hjemmeside: https://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-16-1540_en.htm
- EU-kommisjonen. (2019, Mai). *Horizon Europe. The next EU research and investment programme (2021-2027)*. Hentet fra EU-kommisjonens hjemmeside: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/strategy_on_research_and_innovation/presentations/horizon_europe_en_investing_to_shape_our_future.pdf
- European Commission. (2018, Juni). *Fact Sceet - QnA on the new EU Space Programme*. Hentet fra https://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-18-4023_en.htm
- European Commission. (2019, August). *Copernicus*. Hentet fra Copernicus: <https://www.copernicus.eu/en>
- Grünfeld, L. A., Helseth, A. M., Løge, T. H., & Aarset, M. (2017). *Samfunnsøkonomisk analyse av norsk offentlig satsing på romvirksomhet*. Rapport nr. 21/2017. Oslo: Menon Economics.
- GSA. (2019, August). *Security/PRS*. Hentet fra GSA Europa: <https://www.gsa.europa.eu/security/prs>
- Klima og miljødepartementet. (2017). *Meld. St. 41 (2016-2017) Klimastrategi for 2030 - norsk omstilling i europeisk samarbeid*. Oslo: Klima og miljødepartementet.
- Norsk Romsenter. (2019, September 10). *Copernicus*. Hentet fra Norsk Romsenters hjemmesider: <https://www.romsenter.no/Fagomraader/Jor-dobservasjon2/Copernicus>
- Norsk romsenter. (2019, September). *Galileos tjenester*. Hentet fra Norsk romsenter: <https://www.romsenter.no/no/Fagomraader/Satellitnavigasjon/Galileos-tjenester>
- PWC. (2012). *Evaluering av norske romprogrammer*. Oslo: Nærings- og handelsdepartementet.
- PWC. (2019). *Copernicus Market Report - February 2019*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Regjeringen. (2018, Oktober). *Forordning EUs romprogram*. Hentet fra EØS-notatbasen: <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2018/sep/forordning-eus-romprogram/id2611734/>
- Rådet. (2019, Mars). *EU shapes its future space policy programme*. Hentet fra Rådets hjemmesider: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2019/03/13/eu-shapes-its-future-space-policy-programme/>
- Samferdselsdepartementet. (2018). *På rett sted til rett tid. Nasjonal strategi for posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse*. Oslo: Samferdselsdepartementet.

SIOS. (2019, Mars). *SIOS Remote Sensing Service*.
Hentet fra SIOSs hjemmesider: <https://sios-svalbard.org/RemoteSensing>

Utenriksdepartementet. (2018). *Digital strategi for utviklingspolitikken*. Oslo: Utenriksdepartementet.

Utenriksdepartementet. (2018). *Norge i Europa. Regjeringens strategi for samarbeidet med EU 2018–2021*. Oslo: Utenriksdepartementet.

Vedlegg A Norske etaters bruk av EU-programmene

En viktig begrunnelse for Norges deltakelse i EUs romprogrammer er at deltakelsen gir oss tilgang på data og annen informasjon som muliggjør utviklingen av bedre tjenester i norsk forvaltning.

I gjennomføringen av prosjektet er det gjennomført en rekke intervjuer med norske etater og forskningsinstitusjoner. Formålet med intervjuene har vært å undersøke aktørenes relasjon til programmene, hvordan informasjon fra programmene utgjør en forskjell for deres arbeid, samt hvorvidt disse brukereffektene også har effekter for samfunnet i stort.

I det videre gis en beskrivelse av følgende aktørers nytte av programmene:

- Norges Geologiske Undersøkelse (NGU)
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)
- Meteorologisk institutt (MET)
- Nansensenteret
- Havforskningsinstituttet (HI)
- Norsk institutt for luftforskning (NILU)
- Forsvarets Operative Hovedkvarter (FOH)
- Kystverket
- Hovedredningssentralen
- Kartverket
- Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM)
- Miljødirektoratet

Galileo er tema i casene til Hovedredningssentralen, Kartverket og NSM. For de øvrige aktører er fokus på relasjonene til Copernicus-programmet.

Casene er basert på hvilke aktører som er intervjuet i prosjektet, og utgjør ikke en fullstendig oversikt over bruken av informasjon fra de to programmene hos norske etater.

A.1 Norges Geologiske Undersøkelse (NGU)

NGU er landets sentrale institusjon for kunnskap om berggrunn, mineralressurser, løsmasser og grunnvann i Norge, og de er aktive brukere av data fra Copernicus.

For NGU har den fremste effekten av Copernicus vært utviklingen av InSAR Norge, en landsomfattende, nettbasert karttjeneste for InSAR-data.

InSAR er en forkortelse for Interferometrisk syntetisk apertur-radar, også kalt radarinterferometri. Det er en

metode som brukes til å måle bevegelser i landskapet og fast infrastruktur. Ved hjelp av nye radardata og avanserte algoritmer kan man bestemme millimeterskala bevegelser i for eksempel byområder med nedsynkning eller ustabile skråninger i terrenget.²⁹

InSAR-tjenesten er utviklet i samarbeid med NVE og Norsk Romsenter, og det er NORCE som har utviklet programvaren som brukes til å behandle satellittdataene.

NGU har i samarbeid med NVE i mange år brukt InSAR til å kartlegge bevegelser i ustabile fjellsider, og har hatt enkeltprosjekter for å kartlegge nedsynkning i Oslo. Det er likevel først med Sentinel-1 data at det kunne etableres en landsdekkende operativ tjeneste. Dette skyldes Sentinel-satellitens stabile og jevnlig dekning over norske områder. Sentinel-1 har faste opptaksmønstre, og for at InSAR-tjenesten skal kunne fungere er den avhengig av oppdaterte bilder over de samme områder, slik at endringer kan spores over tid.

At NGU og NVE har gått fra regionvise målinger i utvalgte områder til en landsdekkende tjeneste har gjort at nye, potensielt ustabile fjellområder er oppdaget. De nye ustabile områdene må kartlegges slik at det kan gjennomføres en fare- og risikovurdering. InSAR Norge gjør det mulig å gjennomføre en mer kunnskapsbasert og effektiv prioritering av kartleggings- og overvåkingsressurser. InSAR Norge vil også kunne bidra til mer treffsikre fare- og risikovurderinger og varsler, og det har isolert sett medført en ressursbesparelse ved at NGU og NVE ikke lenger har behov for kjøp av satellittbilder fra den kommersielle kanadiske radarsatellitten Radarsat-2.

Norge er første land i verden som har fått på plass en landsdekkende InSAR-karttjeneste som er åpen og fritt tilgjengelig for alle, og som oppdateres jevnlig. Det er stor interesse for denne typen tjenester internasjonalt, og NGU har sammen med NORCE og et større konsortium fått en kontrakt med det europeiske miljøbyrået (EEA) for å beskrive byggesteinene i en slik europeisk *Ground Motion Service*. Målet er at den norske teknologien på sikt skal kunne eksporteres til Europa eller andre som beslutter å utvikle en lignende tjeneste.

Oppsummert kan NGUs bruk og tilrettelegging av informasjon fra Copernicus for andre etater og brukere bety økt sikkerhet, reduserte skader og bedre

²⁹ <https://www.ngu.no/emne/ofte-stilte-sporsmal>

håndtering av ulykker, bedre arealplanlegging og forberedelser av infrastrukturinvesteringer samt reduserte kostnader til alternative overvåkingsverktøy. I tillegg ligger et kommersielt potensial i eksport av InSAR-teknologien og -karttjenesten.

A.2 Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

NVEs relasjon til Copernicus er at de bruker Sentinel-data til å forbedre flere av sine tjenester. Den landsdekkende karttjenesten for InSAR-data, omtalt under omtalen av NGU, benyttes inn i NVEs fjellskredvarsling. I tillegg samarbeider NVE med en rekke ulike aktører for å undersøke hvordan Sentinel-data kan bidra til å forbedre NVEs tjenester. Dette inkluderer å benytte Sentinel-data til detektering av snøskred, deteksjon av oversvømte områder (flomsonkartlegging), utarbeidelsen av snøkart, forbedring av innsjøisvarsling og overvåking av breer. Foreløpig er de konkrete effektene av NVE fått en bedre oversikt over snøskred- og flomhendelser, samt snø-, bre- og isforholdene. Dette muliggjør mer treffsikre skred- og flomvarsel og beregning av kraftproduksjonspotensial. For samfunnet kan dette potensielt gi færre personulykker fra snøskred og is, mer effektive forebyggende tiltak og redusert skadeomfang ved flom og mer effektiv kraftproduksjonsplanlegging.

A.3 Meteorologisk institutt (MET)

I tillegg til å være bruker er MET leverandør til tre av Copernicus' seks tjenesteområder. Gjennomgangen av METs relasjon til Copernicus er derfor strukturert etter de tre tjenestene: havtjenesten, atmosfæretjenesten og klimatjenesten.

A.3.1 Havtjenesten (Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS))

MET er både en leverandør til Copernicus' havtjeneste, og en bruker av hav-relaterte Sentinel-data.

Som leverandør har MET, sammen med Nansensenteret og Havforskningsinstituttet, to kontrakter. Den ene er for kjøring av havmodellen for arktiske områder, som gir prognoser for bølger, havtemperatur, saltholdighet, havnivå og havstrømmer. Den andre er for utarbeidelse av iskart over arktiske områder.

Informasjon fra havmodellen gjør at MET kan lage bedre modeller for drift av bl.a. skip, «mann over bord», oljesøl og radioaktivt avfall. Sammen med iskartene bidrar også informasjon fra havmodellen til å bedre METs modeller for værprognosene. Iskartene har i tillegg en verdi gjennom å gi en bedre oversikt over is i arktiske områder. Bedre oversikt over is, samt

bedre værmeldinger vil kunne lede til bedre beslutninger hos aktører i maritim industri og næring, som igjen kan lede til et redusert antall ulykker og økte inntekter/reduerte kostnader som følge av færre unødige risikoreduserende tiltak. Sammen med bedre modeller for drift vil også både bedre værmeldinger og iskart kunne bidra til bedre håndtering når ulykker inntreffer.

Iskartene lages med data fra radarsatellitten Sentinel-1. Også før Copernicus fantes radarsatellitter som kunne detektere is, men kjøp av bilder var relativt kostbart, og gav ikke full dekning over norske områder. Copernicus gir daglig full dekning i Norges interesseområder, og data fra satellittene er tilgjengelig i nær sanntid gjennom det nasjonale bakkesegmentet.

Den arktiske havmodellen eksisterte også før Copernicus, men gjennom deltakelsen i programmet har modellen blitt videreutviklet og forbedret.

Som bruker nyttiggjør MET seg av leveransene til programmet. Både havmodellen og iskartene er tjenester av nasjonal interesse som finansieres av Copernicus. I tillegg bruker MET Sentinel-data til andre formål:

- Bølgehøydedata fra Sentinel-3 brukes til bølgeovervåking og -varsling.
- Havnivå- og havoverflatetemperaturdata fra Sentinel-3 brukes i METs egne hav- og kystmodeller. Disse har finere oppløsning, og dekker områder nærmere fastlandet enn havmodellen for de arktiske områdene.

Uten deltakelse i Copernicus vil MET miste kontraktene om leveranser av den arktiske modellen, samt iskartene. Data fra Copernicus vil bli tilgjengelig langt senere enn i dag (se kapittel 3), hvilket vil svekke kvaliteten på METs produkter.

A.3.2 Atmosfæretjenesten (Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS))

MET er både en leverandør til og bruker av Copernicus' atmosfæretjeneste. MET bruker dessuten atmosfærelaterte data fra Copernicus' Sentinel-5p i sitt arbeid.

På oppdrag for CAMS er MET deltaker i fem utviklingsprosjekter: CAMS-50, CAMS-71, CAMS-43, CAMS-81 og CAMS-84.

CAMS-50 leverer varsler for luftkvalitet og er basert på ni regionale luftkvalitetsmodeller, der MET er ansvarlig for en av dem. I tillegg til å varsle om luftforurensning skal tjenesten kunne varsle pollen fra bjørk, oliven og gress. Modellen MET bruker til beregning av luftkvalitet (EMEP) ble utviklet lenge før Copernicus, men data fra Copernicus har bidratt til en

betydelig forbedring av modellen. I tillegg har støtte fra Copernicus vært viktig for utviklingen av en infrastruktur som muliggjør operasjonelle luftkvalitetstjenester. Operative modeller krever stor datakapasitet. Flere datamaskiner må snakke sammen, ofte på tvers av landegrenser, og det må skje automatisk. For å få dette til kreves avanserte skripter, og CAMS har vært sentral i finansieringen og utviklingen av skripter som muliggjør mer effektiv tungregning. CAMS-50 er designet til å varsle luftkvalitet på regional skala, dvs. på ca. 10 km oppløsning. For varsling internt i byer kreves en finere skala, og MET leder et annet prosjekt (AirQuip) som skal se på hvordan en kan til å lage mer finmaskete analyser av luftkvalitet. Dette prosjektet er ikke finansiert med Copernicus-midler, men bruker data fra CAMS på langtransportert luftforurensning som inngangsdata.

I CAMS-71 utvikles en tjeneste som kan finne kildene til dårlig luftkvalitet. Er det eksempelvis dårlig luft i en by vil beslutningstakere kunne vite om årsaken kommer utenifra, eller stammer fra trafikk, industri eller andre kilder internt i byen før de treffer tiltak. Også i dette prosjektet benyttes EMEP-modellen, som MET har utviklet og brukt til å beregne hvor forurensning kommer fra også tidligere. Copernicus har stått for videreutviklingen av tjenesten for byer, og bidratt til infrastrukturen som skal til for å drive tjenesten som en operasjonell varslingstjeneste.

CAMS-43 er et prosjekt som utarbeider varsler av aerosoler. Aerosoler er partikler i atmosfæren, og i prosjektet er det utviklet en tjeneste som sier hvilke områder som har eller kommer til å ha høye aerosolkonsentrasjoner. For Oslo er det særlig fokus på varsel av svevestøv, som er problem på vinterstid. Mens denne typen beregninger tidligere ble gjort basert på teoretiske antagelser, har Copernicus gjort det mulig å koble sammen teoretiske størrelser med faktiske observasjoner fra satellitter. Dette bidrar til å gjøre modellene bedre.

CAMS-81 er et prosjekt som utarbeider utslippsdata, både antropogene og naturlige utslipp. MET bidrar til å utarbeide data for naturlige utslipp og har ved hjelp av Copernicus-midler fått økt kompetanse om flere viktige utslippskilder (nitrogenoksider fra bakken, dimetylsulfid fra havet, osv.).

CAMS-84 er et evalueringsprosjekt hvor METs rolle primært er å undersøke hvor godt CAMS treffer på prediksjoner av aerosolkonsentrasjonen, men hvor det også er brukt ressurser på å evaluere de regionale modellene som brukes i CAMS-50 og CAMS-71.

Deltakelsen i Copernicus har vært veldig viktig for utviklingen av METs forskning knyttet til luftkvalitet, men brukereffektene av tjenestene utviklet gjennom CAMS er foreløpig begrenset. CAMS-71 er foreløpig kun tilgjengelig for Oslo, mens CAMS-43, som utarbeider aerosoler er mer relevant for byer lenger sør i Europa. Når det gjelder varsler for luftkvalitet er dette noe som er etterspurt av både kommuner og andre etater, men effektene for dem kommer fra nasjonalt finansierte prosjekter, og ikke eksempelvis CAMS-50 direkte. Copernicus har derfor en indirekte effekt, men gjennom deltakelsen i programmet får vi både kunnskap og data som gjør at vi kan utvikle bedre nasjonale tjenester. Nettsidene *Luftkvalitet i Norge*, som inneholder varsling av lokal luftkvalitet for hele Norge er et eksempel.³⁰ Dette er et samarbeid mellom Miljødirektoratet, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Meteorologisk institutt, Folkehelseinstituttet og Helsedirektoratet.

MET er opptatt av betydningen samarbeidet i CAMS har med tanke på spredning av kunnskap og forbedring av verktøy som kommer forskningen til gode også utover det som produseres av tjenester til Copernicus. MET har selv dratt nytte av samarbeidet gjennom forbedret utnyttelse av tungregning. Flere skript for å bruke tungregnemaskiner optimalt har blitt utviklet gjennom atmosfæretjenesten, og dette gir en mer effektiv håndtering av store datamengder.

I tillegg til de pågående prosjektene ser MET at det er flere potensielle anvendelser av Sentinel-data som ikke er fullt ut utnyttet. Copernicus samler blant annet data om utslipp av klimagasser. Disse er ikke i bruk per nå, men kan brukes i METs klimamodeller, og til modellering av fordeling av klimagasser (CO₂ og metan) i atmosfæren.

A.3.3 Klimatjenesten (Copernicus Climate Change Service (C3S))

MET er involvert i flere ulike prosjekter i klimatjenesten C3S. Antallet slutførte operative produkter og tjenester utviklet av MET i relasjon til klimatjenesten er foreløpig begrenset og i en tidlig fase. MET får blant annet midler til å gjøre «reanalyser» av klima for lange tidsperioder (flere tiår). Indirekte kan dette bidra til samfunnet gjennom om det gjør klimamodellene bedre, men de direkte effektene for samfunnet er foreløpig begrenset.

A.4 Nansensenteret

Nansensenteret er både leverandør til Copernicus-programmet og en betydelig bruker av Copernicus-data både til forskning og til overvåking og varsling om sjø- og havistilstand i Arktis.

³⁰ Se <https://luftkvalitet.miljostatus.no/>

Sammen med Meteorologisk institutt og Havforskningsinstituttet har Nansensenteret en kontrakt med operatøren av Copernicus' havtjeneste (CMEMS), hvor trioen er tildelt rollen som *Arctic – Monitoring Forecasting Centre (ARC MFC)*. Det finnes totalt syv slike prognosesentre i CMEMS. Nansensenteret deltar også i *CMEMS Sea Ice – Thematic Assembly Center (SI TAC)*, som leverer fjernmålingsdata for sjøis og deltar i to FoU-prosjekter (ZOOMBI og WIZARD) som vurderer potensialet for en videreutvikling av CMEMS tjenestetilbud.

ARC MFC leverer fem ulike produkter/tjenester til Copernicus; tre prognoser og to re-analyser. Prognosene utarbeides for henholdsvis sjøis, bølger og havtilstanden, inkludert informasjon om havstrømmer, havtemperatur, saltinnhold og algeoppblomstring. Re-analyser 25 år tilbake i tid kjøres for de samme parameterne slik at en kan etablere konsistente tidsserier.

Nansensenteret har utarbeidet prognosesystemer for sjøis og havets tilstand også før Copernicus, men bruk av Sentinel-data (primært 1 og 3) har gitt betydelig bedre, hyppigere og sikrere datatilgang enn tidligere. Dette gir mulighet til utarbeidelse av mer presise varsler med stabil kvalitet. Mens varslene tidligere var ukentlige og inneholdt mindre data, kan daglige varsler nå utarbeides og valideres. Hyppigere oppdateringer av varsler er viktig i Arktiske områder der det er økende ferdsel og hvor aktører kan bli utsatt for hurtige endringer i havisen og krevende strøm- og bølgetilstander.

Varslene brukes særlig av maritim industri og næringsliv, herunder aktører innenfor havbruk, fiske, oljesektoren, shipping, turistnæring (cruise), Kystvakt, Forsvaret, politi og forsikringsselskaper. Eksempelvis må en isbryter ta i betraktning et 3-dagers varsel på sjøisdrift for å bestille de nødvendige SAR-bilder. Cruiseselskapene beregner prisen for en Nordpol-tur basert på drivstofforbruk som øker med sjøistjukkelse, og redningsoperasjoner i åpent hav er koblet til varsel fra CMEMS overflatestrømmer.

I tillegg brukes dataene inn i ulike typer forskning (klimavarsling) som kan bidra til økt kunnskap og bedre tjenester på lengre sikt. Tjenestene er også under kontinuerlig utvikling. Per i dag er de best på åpent hav, men resultater fra havmodellen brukes i økende grad som input i modeller for kystnære områder og fjorder. Input fra CMEMS vil for eksempel forbedre varsling av strømforhold, stormflo og havnivåstigning.

Effektene for samfunnet av Nansensenterets Copernicus-relaterte arbeid er primært knyttet til navigasjon og sikkerhet. Både strøm- og isvarslingen gir et bedre beslutningsgrunnlag for trygg navigering

i Arktis. Aktiviteten i arktiske områder er forventet å vokse, og det er økende behov for denne typen kunnskap.

A.5 Havforskningsinstituttet (HI)

HI er både leverandør og bruker av data til Copernicus' havtjeneste (CMEMS).

Som leverandør inngår HI i *Arctic Marine Forecasting Centre (ARC MFC)*, sammen med Nansensenteret og Meteorologisk institutt (MET). Konstellasjonen leverer den arktiske delen av Copernicus' havtjeneste på oppdrag for Mercator Ocean. HI sin rolle i ARC MFC er primært å kvalitetssikre dataene. HI leverer eksempelvis ukentlige bulletins med informasjon om varlingen fra ARC MFC (Se Nansensenteret for en nærmere beskrivelsen av ARC MFC).

I tillegg til oppgavene i ARC MFC er HI ansvarlig for den arktiske delen av INS TAC. Formålet til INS TAC er å samle inn og tilgjengeliggjøre in-cospsitu data til nytte for både den marine tjenesten til Copernicus og eventuelle andre eksterne brukere. HI samler inn og sammenstiller relevante in-situ-data både fra egne målepunkter og fra internasjonale samarbeidspartnere. Dataene tilgjengeliggjøres for allmenheten både gjennom Norsk Marint Datasenter og gjennom INS TAC leveransen til Copernicus' havtjeneste.

Tilslutt er også HI med i det EU-støttede prosjektet Cordinet, som har til mål å knytte fagmiljøer og næringsliv tettere sammen.

Som bruker utnytter HI in-situ observasjoner som de får tilgang på gjennom rollen som leverandør til havtjenesten. Dataene brukes både direkte i analyser, og indirekte gjennom å sammenligne egne observasjoner med data fra andre aktører. HI har som følge av Copernicus kunnet redusere innsatsen for å overvåke de store de store havområdene. Isteden har HI kunnet prioritere å undersøke hva som foregår i de kystnære områdene, for eksempel skadelig algeoppblomstring.

Gjennom deltakelsen i programmene får HI finansiert arbeid som komplementerer HIs kjernevirksomhet. HI får videre tilgang på rådata og innpass i verdifulle europeiske kunnskapsnettverk som ville vært vanskelig uten Norges deltakelse i EUs romprogrammer.

A.6 Norsk institutt for luftforskning (NILU)

NILU er både leverandør til Copernicus' atmosfære-tjeneste, og bruker av Copernicus-data (satellitt og tjenester) som tilrettelegger og utvikler av norske tjenester.

Som leverandør er NILU delaktig i utviklingen av tre av de operasjonelle tjenestene under atmosfæretjenesten (CAMS)³¹.

Både NILU og Meteorologisk institutt (MET) er leverandører til CAMS-71, et prosjekt som omhandler utvikling av produkter for vurdering av luftkvalitet i henhold til Europeisk regelverk (Se også omtale under MET). NILUs rolle i prosjektet er å utarbeide årlige vurderinger av status på europeisk luftkvalitet samt å gi en beskrivelse av årsaken til de viktigste episoder med høy luftforurensning. Her benytter NILU seg av alle tilgjengelige CAMS-data for å beskrive om høy forurensning er forårsaket av naturlige kilder som støv fra Sahara eller sjøsalt, eller om det stammer fra trafikk, industri, vedfyring eller jordbruk.

Tjeneste 73 utarbeider klimagassflukser, spesielt utslipp fra jordbruk og vegetasjon. NILUs rolle er å vurdere utslipp av klimagass N₂O (lystgass) med hjelp av invers modellering. Dette brukes for å bestemme hvor mye lystgass som kommer fra antropogene kilder og hvor mye som kommer fra naturlige kilder.

Tjeneste 94 kartlegger brukerbehov for Copernicus tjenester, og hvordan programmet kan utvikles videre. Gjennom dette har NILU et bidrag til å forbedre CAMS.

I tillegg til å utvikle tjenester for CAMS leverer NILU in-situ målinger som de besitter eller lagrer på vegne av andre forskningsgrupper, og som inngår i CAMS tjenester. NILU jobber også med å utvikle valideringstjenester for Copernicus satellittdata. NILU har et prosjekt finansiert av SIOS/Norsk Romsenter for å installere et *Pandora Spectrometer* på Ny-Ålesund fra august 2019. Dette er del av et samarbeid mellom ESA og NASA med sikte på å tilby referansemålinger for satellittvalidering og overvåking av luftkvalitet.³²

NILU utvikler også nasjonale tjenester med støtte fra norske myndigheter, der data fra Copernicus er viktige inngangsverdier. I sum er det nå flere tjenester tilgjengelig med informasjon om luftkvalitet, og som i varierende grad utnytter informasjon fra CAMS:

Luftkvalitet.info er tjeneste utviklet av NILU for kommunene. Den inneholder informasjon om luftkvaliteten nå, og bruker kun in-situ observasjoner, ikke data fra satellitter.

Luftkvalitet i Norge er en varslingstjeneste for luftkvalitet i nærmeste fremtid. Tjenesten er utviklet av MET, og bruker blant annet CAMS-data.

Nasjonalt beregningsverktøy (NBV) er utviklet av NILU, og det hjelper kommunene å anslå andel av forurensningen som kommer fra trafikk, industri,

vedfyring etc. Informasjon fra CAMS inngår i datagrunnlaget for utviklingen av beregningsverktøyet for byområder. CAMS lager produkter for luftkvalitet på Europeisk nivå, mens NILU bidrar til utvikling av tjenestene for nasjonal bruk i byområder. NVB er brukt som basis i tiltaksutredninger som NILU har utført for Bergen, Oslo, Stavanger, Drammen og Fredrikstad.

Andre tjenester som NILU har utviklet basert på Copernicus-data inkluderer utviklingen av et pollenvarslingssystem sammen med NAAF og varsling av vulkansk aske sammen med MET. Disse prosjektene var i begynnelsen delvis finansiert av Norsk Romsenter. Askevarslingen er nå operasjonell, og den er basert på forskings- og utviklingsarbeid finansiert gjennom noen ESA/EU-prosjekter de siste 10 årene.

De konkrete resultatene av NILUs Copernicus-relaterte arbeid er bedre kunnskap om de faktiske kildene til luftforurensning, bedre beslutningsverktøy for kommunene for oppfyllelse av krav i forurensningsforskriften, og bedre pollenvarsling og et bedre system for varling av vulkanisk aske. Dette gir mulighet for mer målrettede og effektive tiltak for håndtering av lokal forurensning, bedre mulighet for å unngå, redusere eller forebygge allergiske reaksjoner, og gjøre bedre beslutninger om flyvninger ved vulkanutbrudd. I tillegg er NILU tungt involvert i å tilby Copernicus satellittvalideringstjenester for overvåking av luftkvalitet.

Deler av tjenestene er fortsatt på utviklingsstadiet. For eksempel antas beslutningsverktøyet til kommunene å kunne bli vesentlig bedre ved fremtidig bruk av Sentinel-5p data.

A.7 Forsvarets Operative Hovedkvarter (FOH)

Forsvarets Operative Hovedkvarter (FOH) har til oppgave å planlegge og utføre norske militæroperasjoner, både hjemme og i utlandet. Forsvaret som helhet bruker satellittdata til overvåking, kommunikasjon og navigasjon. Tema for vår kontakt med FOH har vært hvordan satellittdata fra Sentinel-satellittene bidrar til overvåking og norsk suverenitetshevdelse til havs.

Forsvaret har lenge brukt radarsatellitter til overvåking av havområdene. Gjennom Radarsat-2 avtalen får Forsvaret 880 bilder i året til en pris på 3,2 millioner kroner per år. Forskjellen med bruk av Sentinel-satellittene er at dekingen er mangedoblet. Sentinel-satellittene gir Forsvaret ca. 20 000 ferdigprosesserte bilder per år, hvilket gjør det mulig

³¹ NILUs kontraktspartner er ECMWF, som på oppdrag for EU-kommisjonen har ansvaret for driften av CAMS.

³² For mer informasjon, se <https://www.pandonia-global-network.org/home/about/>

å dekke et areal som er 30-40 ganger større enn tidligere.

Det er KSAT som prosesserer dataene og korrelerer dem mot data fra AIS-satellittene før bildene sendes til Forsvaret. Denne prosessen skjer automatisk, og Forsvaret får bildene innen maks en time etter at satellittene har passert. Uten deltakelsen i Copernicus ville leveringstiden blitt for lang til at Forsvaret kunne bruke Sentinel-satellittene til operativ overvåking.

Det ligger fortsatt et potensial for videreutvikling i hvordan Sentinel-satellittene brukes til overvåking. En utvikling mot operasjonell bruk av optiske bilder til endringsdeteksjon vil være en ytterligere forbedring. Forsvaret vil da kunne oppdage fartøy som ligger til kai, endringer av jernbanelinjer, havneutbygginger med mer. Dette betinger imidlertid en oppløsning som er høyere enn på dagens Sentinel-satellitter.

Sentinel-satellittene fjerner ikke behovet for overvåkingskapasitet fra høyoppløselige radarsatellitter og Orion-fly, men de muliggjør en mer effektiv bruk av disse ressursene. Mens både kommersielle radarsatellitter, Orion-fly og fregattene tidligere ble brukt til grunnovervåking gjøres det nå av Sentinel-satellittene på en måte som gjør at Forsvaret bruker mindre ressurser på å se vesentlig større havområder enn tidligere. Øvrige overvåkingsressurser brukes til rettet overvåking, hvilket samlet sett gir en mer effektiv utnyttelse av overvåkingsressursene.

A.8 Kystverket³³

Kystverket er store brukere av jordobservasjonsdata. Informasjon fra AIS-satellittene benyttes til å detektere skip, hvilket er særlig nyttig i jakten på ulovlig fiske. Kystverket bruker også informasjon fra Sentinel-satellittene til Copernicus-programmet, og vi har vært i kontakt med den delen av Kystverket som jobber med overvåking av oljesøl.

Til hjelp i overvåkingen av de norske havområdene kjøper Kystverket ca. 1300 ferdig tolkede bilder fra radarsatellittene Sentinel-1. I nord får de ca. 1 bilde om dagen, og lenger sør ca. 2. Kystverket driver en operativ tjeneste, og ville ikke kunnet utnytte Sentinel-1 data uten den raske tilgangen på informasjon som er muliggjort gjennom Norges deltakelse i Copernicus.

Informasjon fra satellittene dekker ikke alene behovet for overvåking, men er et nyttig supplement til fly-overvåkingen.

A.9 Hovedredningsentralen

Hovedredningsentralene har det overordnede koordineringsansvaret for all sjø-, luft og landredningstjeneste. Norge har to hovedredningsentraler, en i Sola, med ansvarsområde fra Skagerak til 65 grader nord, og en i Bodø, med ansvarsområde fra 65 grader nord til Nordpolen. Vi har vært i kontakt med redningsentralen i Bodø.

Informasjon fra satellitter er av avgjørende betydning for å motta nødsignaler og/eller bestemme posisjonen til nødsignalene. Internasjonalt har man siden 1979 samarbeidet om et felles søk- og redningssystem, Cospas-Sarsat, som består av både nødpeilere om bord på satellitter og en infrastruktur på bakken som viderefremidler signalene til redningsentraler. Galileos *search and rescue* (SAR) tjeneste er nå integrert med Cospas-Sarsat, og det har ført til en betraktelig bedre tjeneste. Før hadde Cospas-Sarsat nødpeilere om bord på seks geostasjonære, fem lavbanesatellitter og enkelte GPS-satellitter. Nå er det i tillegg SAR-peilere på alle Galileo-satellittene.

Ulempen med de geostasjonære SAR-satellittene er at de kan viderefremde signaler, men ikke bestemme posisjon. Lavbanesatellittene kan angi posisjon, men ikke veldig nøyaktig, og de bruker 90 til 100 minutter på en bane. Det kan derfor være noe ventetid fra nødsignal sendes til det mottas hos redningsentralene.

Galileo går i mellombane, har global dekning, og kan raskt sende nødsignal med tilhørende posisjon til redningsentralene. Mens det før kunne ta opp mot 1 time, og enda lenger tid om signalene ble sendt fra langt nord, mottar nå Hovedredningsentralen signal med posisjonsbestemmelse 1-3 minutter etter at signalet er sendt.

Effektene av dette kan være sparte liv og redusert skadeomfang ved ulykker. Skjer det eksempelvis en ulykke langt nord vil det være av stor betydning for Hovedredningsentralen å få beskjed i løpet av et minutt heller enn en time.

Videre muliggjøre SAR-systemet til Galileo to-veis kommunikasjon. Per i dag kan avsender av et nødsignal få beskjed om at signalet er mottatt, men det jobbes for å videreutvikle denne tjenesten. Mulige løsninger som er diskutert er manuell bekreftelse fra en redningsentral (hjelp er på vei), fjernaktivering (f.eks. ved savnet person, savnet fartøy, eller mangel på posisjon fra nødstedt), endring av parameter (hyppigere utsendelse, øke utgangseffekt) og

³³ Kystverket har også potensielt nytte av Galileo/EGNOS, Galileo/EGNOS har ikke vært tema for vår kontakt med Kystverket.

deaktivering (hvis f.eks. et fartøy mister senderen over bord).

A.10 Miljødirektoratet

Miljødirektoratet anvender ikke satellittdata direkte, men bestiller en rekke produkter/tjenester der satellittdata utgjør, og kan utgjøre, en viktig komponent. I tillegg sitter Miljødirektoratet i Copernicus User Forum sammen med Norsk Romsenter, og er gjennom det med på å påvirke utviklingen av programmet og etablere viktige kontaktpunkter/nettverk med andre land.

Miljødirektoratets hovedoppgave er å redusere klimagassutslipp, forvalte norsk natur og hindre forurensning. En av Miljødirektoratets viktigste funksjoner er å samle inn og formidle miljøinformasjon, og i dette arbeidet antas det å ligge er stort potensiale i bruk av satellittdata. Miljødirektoratet skal vurdere bruk av satellittdata og ny teknologi i sine overvåknings- og kartleggingsprogrammer.

Miljødirektoratet har derfor igangsatt flere pilotprosjekter for å undersøke mulighetene for bruk av data fra satellitter generelt, og Sentinel-satellitene spesielt, i sine overvåknings- og kartleggingsprogrammer.

Pågående prosjekter inkluderer:

- Nasjonalt skogøkologisk grunnkart (SØG): Har variabler som høyde, volum, biomasse, tetthet, kronedekning og kartlegging av naturskog og fremmede treslag.
- Fjernmåling av kartlag som kan inngå i økologisk grunnkart: hovedøkosystem, miljøvariabler og naturtyper.
- Overvåking av innsjøer
- Kartlegging av våtmark i kystsonen

Planlagte prosjekter inkluderer:

- Bruk av satellittdata til overvåking av hav og kyst. Satellittdata er anbefalt brukt i det neste Økokyst-programmet
- Overvåking av myr
- Bruk av satellittdata til nasjonale indikatorer, indikatorer for god økologisk tilstand og bærekraftmålsindikatorer.
- Bruk av satellittdata til kartlegging av grønn infrastruktur (landskapsøkologiske mønstre) og natur i byer og tettsteder

Miljødirektoratets motivasjon for økt bruk av satellittdata ligger både i ressursbesparelser og kvalitetsforbedringer. For eksempel vil satellitter kunne ta over for en del av den generelle kartleggingen av skogsområder, naturtyper, innsjøer med mer, som per i dag gjøres gjennom manuelle punktmålinger. Dette vil

være ressursbesparende. I tillegg vil en nasjonal kartlegging som dekker hele skogen, alle terrestriske naturtyper eller innsjøen, istedenfor bare punkter, være en kvalitetsforbedring. Dette vil også bidra til å sikre en enhetlig nasjonal forvaltning.

Det er særlig kommunale myndigheter og fylkesmannen som er sluttbrukere av tjenestene Miljødirektoratet anskaffer. Dersom satellittdata på sikt gir bedre målinger, vil også kommuner kunne iverksette mer effektive forebyggende tiltak knyttet til skogvern, forurensning av innsjøer, arealforvaltning og ivaretagelse av truet natur.

A.11 Kartverket

Kartverket er i hovedsak tilretteleggere, men også brukere av data fra både Galileo og Copernicus. Vi har intervjuet representanter fra både geodesidivisjonen og landdivisjonen.

A.11.1 Galileo

En av hovedoppgavene til Kartverket er å forvalte og videreutvikle den norske referanserammen. En geodetisk, koordinatbasert referanseramme er nødvendig for å kunne gi entydige koordinater til et punkt. All geografisk informasjon er derfor basert på referanserammer.

Satellittbaserte systemer for navigasjon og posisjonering med global dekning (GNSS) brukes mer og mer for å bestemme koordinater, men GNSS-systemene opererer i andre referanserammer enn de som eksempelvis brukes på kart. For å sikre nøyaktig posisjonsbestemmelse må derfor GNSS-baserte posisjoner som oftest korrigeres før de kan brukes.

Den norske referanserammen er fiksert til jordoverflaten, og siden jordoverflaten er i bevegelse må bevegelsene overvåkes og beregnes for å kunne beregne referanserammen og gi korrekte korreksjoner til GNSS-målingene. Kartverket overvåker deformasjonene i referanserammene og data for posisjonsbestemmelse fra de fire systemene GPS, GLONASS, Galileo og BeiDou, ved hjelp av et nettverk av ca. 200 permanente GNSS referansestasjoner på fastlands-Norge samt på Svalbard, Jan Mayen, Island og Færøyene.

Galileo har bidratt til å øke nøyaktigheten og påliteligheten til overvåkingen av den nasjonale referanserammen. At Galileo bidrar til mer presise signaler har ført til at Kartverket har kunnet forbedre sin CPOS-tjeneste. CPOS er en posisjonstjeneste som ved hjelp av satellittsignaler gir stedsnøyaktighet ned på centimeternivå. CPOS brukes av en rekke aktører innenfor vei og anlegg, oppmåling, skogbruk og landbruk. CPOS tilbyr korreksjoner for GPS, GLONASS, Galileo og Beidou.

Kartverkets relasjon til Galileo er todelt. Kartverket er dels en tjenesteleverandør (som med CPOS), men hovedsakelig er deres oppgave knyttet til å sørge for at Galileo/EGNOS og andre GNSS fungerer som de skal i Norge, slik at andre kan ta signalene i bruk, og utvikle produkter/tjenester som kan komme samfunnet til gode.

Kartverket deltar i to EU-prosjekter som skal bidra til en uavhengig overvåking av ytelsen til henholdsvis EGNOS og Galileo. Generelt gir deltakelsen i romprogrammene Kartverket (og Norge) tilgang på nyttig informasjon, mulighet til finansiering av prosjekter og en mulighet til å påvirke den videre utviklingen av EGNOS og GALILEO. Som omtalt i kapittel 2 har deltakelsen i programmene, og innsatsen til Kartverket og Romsenteret, vært viktig for at dekningsområdet til EGNOS har blitt økt fra 70 til 72 grader nord.

A.11.2 Copernicus

Kartverket er per i dag ingen stor bruker av Sentinel-data, men en viktig tilrettelegger for andres bruk. I rollen som tilrettelegger er Kartverkets høydemodell svært viktig. For å kunne bruke bilder fra Sentinel-2 til overvåking må bildene korrigeres, slik at målinger i bildet blir så korrekt som mulig. I utgangspunktet korrigeres Sentinel-2 ved bruk av en høydemodell som har for dårlig kvalitet over norske landområder. ESA, som opererer Sentinel-satellittene, har derfor støttet et pilotprosjekt der Kartverkets høydemodell brukes til å korrigere dataene, hvilket er helt avgjørende for at Sentinel-2 kan brukes til operasjonell overvåking i Norge.

Kartverket har rollen som sekretariat og leder for *Faggruppe satellittdata* under *Norge digitalt*-samarbeidet. Faggruppen har fokus på samhandling for å få til en best mulig utnyttelse av Copernicus og det nasjonale bakkesegmentet. Kartverket drifter også Geonorge.no, som er det nasjonale nettstedet for kartdata og annen stedfestet informasjon i Norge, og som blant annet synliggjør data fra Sentinel-2. Kartverket produserer årlige skyfrie mosaikker basert på Sentinel-2 data. Mosaikkene er åpne og gratis tilgjengelige på Geonorge.no.

Som bruker av Sentinel-data jobber Kartverket med å se om både den nasjonale InSAR-tjenesten og data fra Sentinel-3 kan bidra til å understøtte Kartverkets øvrige tjenesteproduksjon. Hva gjelder InSAR gjøres det et arbeid for å se om InSAR-data kan brukes til å forbedre referanserammen. Potensiale ved inklusjon av InSAR ligger i muligheten til å få kontroll over bevegelser i hele Norge, ikke bare i GNSS-

referansestasjonene. Dette vil bedre stabiliteten til referanserammen, og redusere behovet for kostbare oppdateringer av referanserammen og det geodetiske grunnlaget.

Kartverket har også nylig vunnet en kontrakt med EEA om å delta i en rådgivende gruppe som skal vurdere spesifikasjonene og utviklingen av den europeiske *Ground Motion Service* i Copernicus (Se omtale under NGU).

Når det gjelder bruk av Sentinel-3 data, undersøkes det om disse kan tilpasses for å måle havnivå langs kysten. Dette kan potensielt gi en bedre sammenknytning av høydesystemene for sjø og land og sammen med nedsynkingsdata langs kysten fra InSAR Norge gi bedre kunnskap om utsatte områder ved stigende havnivåer. Dette vil igjen gjøre at kommuner kan iverksette mer effektive forebyggende tiltak og planlegge bedre for utbyggingsaktiviteter i kystsonen og i kystnære områder.

A.12 Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM)

NSM er ingen direkte bruker av data fra romprogrammene. Deres rolle er å sørge for at sikkerhetskravene knyttet til EUs romprogrammer og implementeringen av disse er i tråd med norsk lov, at det ikke strider mot traktatene for Svalbard og Antarktis, og at de generelt er i tråd med Norges sikkerhetsinteresser.

Til å følge opp arbeidet har NSM blant annet en nasjonal ekspert i EU-kommisjonen som jobber med sikkerheten i programmene. NSMs aktiviteter er primært en ekstrakostnad ved deltakelsen i programmene, men også en forutsetning for at norsk industri og tjenesteleverandører har kunnet delta i anbudsrunder for sikkerhetsgraderte leveranser i programmene.

NSMs aktiviteter gir samtidig en mulighet til å påvirke utviklingen av romprogrammenes sikkerhetspolicy, slik at krav og tiltak harmonerer med norsk lovgivning. Engasjementet i programmene gir også NSM nyttig innsikt i EUs sikkerhetspolicy, EUs beslutningssystem og et stort og potensielt verdifullt nettverk. Samfunnet er i økende grad avhengig av rominfrastruktur, og internasjonal sikkerhetsfaglig kompetanse og nettverk er nødvendig for å løse sikkerhetsutfordringer knyttet til rombaserte tjenester. Romvirksomheten er sektorgjennomgripende med et globalt trusselbilde som må håndteres gjennom internasjonalt samarbeid.

Vedlegg B Gjennomførte intervjuer

Gjennom hele evalueringen har vi hatt tett kontakt med Norsk Romsenter. En oversikt over øvrige informanter til evalueringen er vist i tabellen nedenfor.

I tillegg til intervjuene har Utenriksdepartementet

levert skriftlige innspill, og det er gjennomført en workshop med deltakere fra Norsk Romsenter og Nærings- og fiskeridepartementet.

Tabell B-1: Gjennomførte intervjuer

Virksomhet	Informant	Stilling/avdeling
NGU	Øystein Nordgulen	Avdelingsdirektør, Geologisk kartlegging
NVE	Rune Verpe Engeset	Seksjonssjef, Hydrologisk avdeling
Meteorologisk institutt	Lars Anders Breivik	FoU-direktør, FoU-divisjonen
	Michael Gauss	Forsker, Avdeling for klimamodellering og luftforurensning
Nansensenteret	Johnny Johansen	Forskningskoordinator
	Laurent Bertino	Forskningsleder
NILU	Leonor Tarrason	Markedsdirektør for miljøløsninger
Kystverket	Ove Njøten	Senioringeniør, Kystverkets beredskapsenter
Forsvarets Operative hovedkvarter	Eirik Ludvigsen	Oblt (m), Overvåkingsenteret
Forsvarets Forskningsinstitutt	Richard Olsen	Forskningsleder
Kartverket	Rune Ivar Hanssen	Prosjektleder, Geodesidivisjonen
Kartverket	Halfdan Pascal Kierulf	Geodesidivisjonen
Kartverket	Line Langkaas	Landdivisjonen
NSM	Øivind Christoffersen	Seniorrådgiver
UD/NFD	Tymon Bugajski	Næringsråd i Brussel
NFD	Lars Erik Nordgaard	Seniorrådgiver (Tidl. næringsråd i Brussel)
Miljødirektoratet	Agnès Moquet-Stenback	Prosjektleder fjernmåling, Seksjon for miljødata og geoinformasjon
Havforskningsinstituttet	Henning Wehde	Forskningsjef
Hovedredningssentralen	Tore Wangsfjord	Avdeling Bodø
Statens vegvesen	Heidi Bjordal	Vegavdelingen, Geoteknikk og skred
Norsk Regnesentral	Rune Solberg	Forskningsleder, jordobservasjon
NORCE	Kjell Arild Høgda	Forskningsjef
	Ole Ørpen	Seniorforsker
Fugro	Aleksander Spets Solheim	Manager Technology, Satellite Positioning
	Gard Ueland	President/CEO
Kongsberg Seatex	Stig Erik Christiansen	Product manager
	Arild Jose Jensen	Vice President, Global Sales
KSAT	Jan Petter Pedersen	Vice President, Strategy and international relations

oslo**economics**

www.osloeconomics.no

post@osloeconomics.no
Tel: +47 21 99 28 00
Fax: +47 96 63 00 90

Besøksadresse:
Kronprinsesse Märthas plass 1
0160 Oslo

Postadresse:
Postboks 1562 Vika
0118 Oslo