

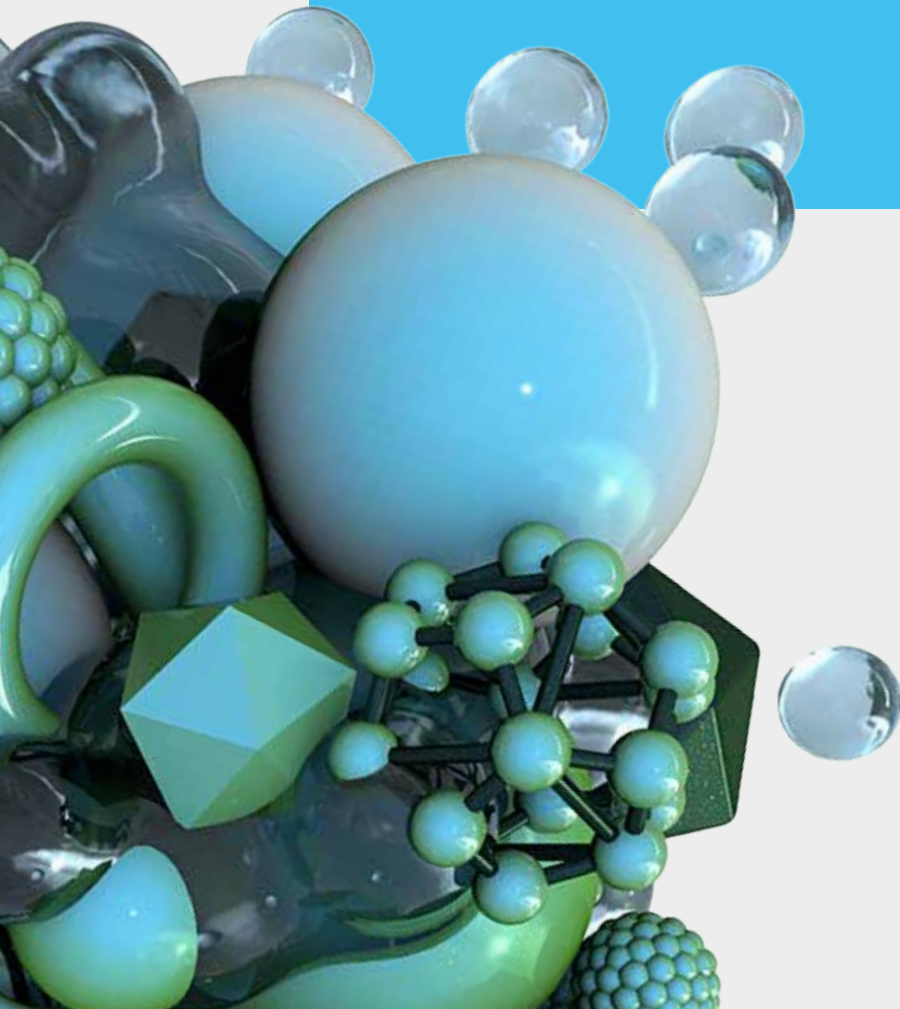
**SENTER FOR  
DIGITALT LIV  
NORGE**

RAPPORT

# Den digitale bioteknologien i Norge

Muligheter for verdiskaping, kompetansebehov  
og utfordringer i næringsutvikling

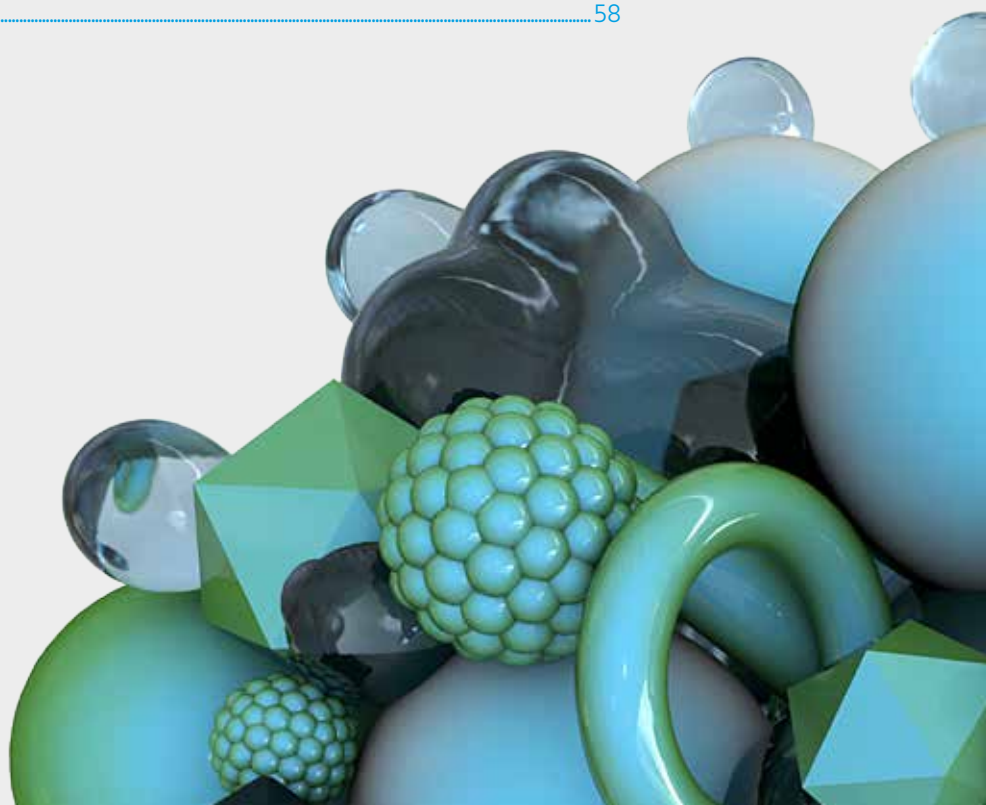
Tove Julie Evjen, Gunnar Dick, Erland Skogli,  
Kaja Høiseth-Gilje, Kjetill Jakobsen og Kjetil Taskén





# Innhold

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Forord</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>Hilsen fra Senterleder og Forskningsrådet</b> .....     | <b>7</b>  |
| <b>Sammendrag</b> .....                                    | <b>8</b>  |
| <b>Innledning</b> .....                                    | <b>11</b> |
| <b>Digitale verktøy for verdiskaping</b> .....             | <b>17</b> |
| Aktører og bransjetilhørighet.....                         | 17        |
| Nytten av digitale verktøy .....                           | 19        |
| Medisin -og helse næringen.....                            | 19        |
| Marin næring.....  | 22        |
| Mat og landbruksnæringen.....                              | 26        |
| Industriell næring.....                                    | 27        |
| <b>Utfordringer i innovasjonsprosesser</b> .....           | <b>31</b> |
| <b>Digitale kompetanseområder og behov</b> .....           | <b>36</b> |
| <b>Samarbeid og nettverk</b> .....                         | <b>40</b> |
| <b>Aktørenes innspill til Digitalt Liv Norge</b> .....     | <b>45</b> |
| <b>Konklusjoner og anbefalinger</b> .....                  | <b>51</b> |
| <b>Digital bioteknologi i et samfunnsperspektiv</b> .....  | <b>53</b> |
| <b>Referanser</b> .....                                    | <b>55</b> |
| <b>Appendiks</b> .....                                     | <b>56</b> |
| Forskningsprosjektene i Senter for digitalt liv Norge..... | 56        |
| Metode.....  | 57        |
| Den kvantitative spørreundersøkelsen .....                 | 57        |
| Intervjuer.....  | 58        |





«Møtet mellom bioteknologi og moderne digitale verktøy kan gi store bioøkonomiske muligheter innen helse, havbruk, landbruk og industri i Norge...»

# Forord

Formålet med denne rapporten er å beskrive mulighetene for digital bioteknologi i Norge. Møtet mellom bioteknologi og moderne digitale verktøy kan gi store bioøkonomiske muligheter innen helse, havbruk, landbruk og industri i Norge. Rapporten presenterer en kartleggingsanalyse av et bredt utvalg virksomheter innenfor dette relativt nye området. Det er ikke tidligere gjort en helhetlig analyse av digital bioteknologi i Norge. Undersøkelsen avdekker status og behov innenfor marked og innovasjon, kompetanse, samarbeid og nettverk, samt områder hvor Senter for Digitalt Liv Norge kan bistå for å fremme bioteknologisk forskning og innovasjon i Norge.

Bioøkonomi er et vidt begrep som i tillegg til det økonomiske perspektivet også omfatter andre viktige aspekter som ansvarlig og rettferdig fordeling, og anvendelse av biologiske ressurser. Denne undersøkelsen fokuserer i hovedsak på det næringsmessige perspektivet av bioøkonomien. Samfunns- og miljøperspektivet omkring digital bioteknologi er imidlertid kommentert i et selvstendig kapittel i rapporten.

I arbeidet med analysen har en referansegruppe gitt innspill underveis i prosjektet. Gruppen representerer ulike virksomheter, bionæringer og landsdeler. Deltakerne i gruppen er:

- **Anne Cathrin Østebø**, Validé AS, Stavanger
- **Eirik Lundblad**, Arctic biodiscovery, Tromsø
- **Håvard Sletta**, SINTEF, Trondheim
- **Ingrid Lea Karlskås**, NCE aquaculture, Bodø
- **Ketil Widerberg**, Oslo Cancer Cluster, Oslo
- **Marius Øgaard**, Oslotech/The lifescience cluster, Oslo
- **Odd Arild Lehne**, Pubgene AS, Oslo
- **Olav Arne Bævre**, Nibio, Ås
- **Ole Kristian Hjelstuen**, Inven2 AS, Oslo
- **Randi Taxt**, BTO AS, Bergen


Arbeidet er initiert og gjennomført av Digitalt Liv Norges arbeidspakke for innovasjon og industri involvering ved Kjetil Taskén og Tove Julie Evjen, UiO. De øvrige personene i prosjektgruppen fra Digitalt Liv Norge har vært Gunnar Dick og Kjetill Jakobsen, UiO. I tillegg har Menon Economics ved Erland Skogli og Kaja Høiseth-Gilje vært viktige partnere. Ved besvarelse av spørreundersøkelsen og dybdeintervjuer har et stort antall virksomheter og enkeltpersoner bidratt betydelig. Vi vil få takke alle som har bidratt i dette nybrottsarbeidet!

Senter for Digitalt Liv Norge er et nasjonalt senter for bioteknologisk forskning og innovasjon. Senteret er et resultat av Forskningsrådets strategiske satsing: «Digitalt liv – konvergens for innovasjon».

Oslo, 3 mars 2017

Prosjektansvarlig Tove Julie Evjen

Senter for digitalt liv Norge



«Senter for digitalt liv Norge er etablert som et lokomotiv for å rigge norsk bioteknologisk forskning, utdanning og innovasjon i en digital æra»

Anne Kjersti Fahlvik

## Hilsen fra Senterleder

Senter for Digitalt Liv Norge (DLN) representerer en ny måte å organisere bioteknologisk forskning på; et virtuelt senter bestående av et overbyggende nettverksprosjekt sammen med mange forskerprosjekter. Begrepet Digitalt Liv er kontroversielt og fremtidsrettet og det tar særlig inn over seg den digitale utviklingen innenfor dette fagfeltet. Bioteknologi tilhører de såkalte muliggjørende teknologier og felles for slike er at de fører til store endringer i samfunnet; de griper inn i hverandre og bidrar til hverandres utvikling slik at nye teknologier skapes. Muliggjørende teknologier kombinerer ulike kunnskapsområder og er avhengige av sterk tverrfaglig interaksjon. Kjennetegnene for bioteknologien slik den utvikler seg i dag er store data, digitalisering, tung infrastruktur, og tverrfaglighet. Både nasjonalt og internasjonalt får bioøkonomien og det grønne skiftet økende politisk oppmerksomhet, og det stilles store forventninger til at bioteknologisk innovasjon skal utgjøre et vesentlig bidrag her. Norge er som nasjon rik på både marine og landbaserte naturressurser og vi har et betydelig uforløst potensiale i å skape mere innovasjon ved å koble bioteknologisk forskning med slike nasjonale fortrinn. Et hovedmål for DLN er å legge til rette for fremragende og transdisiplinær bioteknologisk forskning og samtidig bidra til mere innovasjon knyttet til denne forskningen i både privat og offentlig sektor. Rapporten Den digitale bioteknologien i Norge representerer et viktig fundament for å målrettet ta tak i dette viktige arbeidet.



Trygve Brautaset

Trygve Brautaset  
Senterleder, Digitalt Liv Norge

## Hilsen Fra Forskningsrådet

Digitaliseringen treffer nå alle felt, og endrer samfunnet vårt i høyt tempo. Dette gjelder også forskning.

For livsvitenskapene og bioteknologien gir digitalisering store muligheter for innovasjon og verdiskaping. Det handler blant annet om å skape verdier fra de enorme mengder data som produseres i moderne bioteknologi.

Å skape verdier innen bioteknologi er målet til Forskningsrådets store satsing Digitalt liv – konvergens for innovasjon. Gjennom satsingen vil vi bidra til å skifte fokus fra å generere store mengder data, til å skape verdier for samfunnet. Senter for digitalt liv Norge er etablert som et lokomotiv for å rigge norsk bioteknologisk forskning, utdanning og innovasjon i en digital æra. Satsingen er et nybrottsarbeid både med tanke på form og innhold, og drives gjennom et nært samarbeid mellom Forskningsrådet og forskningsaktørene. Utfordringen fremover blir å få næringslivet tettere på.

Rapporten «den digitale bioteknologien i Norge» er en viktig begynnelse. Den trekker opp perspektiver for hvordan digitalisering av bioteknologien kan bidra til verdiskaping, og samler og systematiserer data fra næringsaktører om hvilke behov de har for digital kompetanse og verktøy. Dette er et viktig grunnlag for det videre arbeidet med dette satsingsområdet.



Anne Kjersti Fahlvik

Anne Kjersti Fahlvik  
Divisjonsdirektør Innovasjon,  
Norges forskningsråd

# Sammendrag

## Rapporten presenterer funn fra en undersøkelse om digital bioteknologi i Norge.

Hensikten med undersøkelsen er å kartlegge status for den digitale bioteknologien i Norge, med fokus på verdiskapingsmuligheter, kompetansebehov og utfordringer i innovasjonsprosesser. I rapporten går vi gjennom resultater fra en relativt omfattende spørreundersøkelse samt semi-strukturerte intervjuer av bedrifter, forskningsinstitusjoner og organisasjoner. Majoriteten av respondentene i undersøkelsen tilhører bedrifter i helsenæringen.

### Digital bioteknologi

Moderne bioteknologi preges av store datasett med et sterkt behov for digitale og beregningsorienterte tilnærminger. Møtet mellom kraftfulle digitale verktøy og bioteknologi kan gi store muligheter for norsk bioøkonomi.

Digital bioteknologi defineres her som:

### Innhenting og nyttiggjøring av biologiske data innen helse, havbruk, landbruk og industri.

Med digitale verktøy menes metoder for datalagring og dataanalyser samt såkalte beregningsorienterte tilnærminger som modellering, simulering og programmering.

Digitalt Liv Norge (DLN) integrerer både biologisk og digital kompetanse innen bioteknologisk forskning og innovasjon. DLN er imidlertid mer enn en sammenføyning av ulike fagområder. Satsingen skal bidra til å «transformere» bioteknologien. Det skal skapes innovasjoner, og store samfunnsutfordringer skal løses gjennom konvergens mellom etablerte fagdisipliner.

### Digital bioteknologi er relevant for 81 % av de spurte – forskjeller mellom store og små aktører

På spørsmålet om «digital bioteknologi er relevant for din virksomhet» svarer hele 81 % av aktørene ja. Dette viser at biologiske data allerede i dag nyttiggjøres i betydelig omfang, og i hele «innovasjonskjeden» fra forskning til forretning. De fleste av aktørene uttrykte i intervjuer at integrering av digitale verktøy er viktig for fremtidig verdiskaping og konkurransekraft. Bruk av digitale verktøy knyttet til bioteknologi finner vi fortsatt først og fremst i FoU-leddet, men vi ser også at markedsleddet i stadig større grad tar i bruk digitale teknologier og metoder. For eksempel benyttes dataanalyser, modellering og prediksjon innen markedsføring av legemidler, i matproduksjon, og i overvåking av lakselus i oppdrettsanlegg. Det er imidlertid klare forskjeller mellom små- og mellomstore bedrifter (SMBer) og større industriselskaper. Særlig innen helsesektoren ligger SMBene etter når det gjelder digital kompetanse og implementering av digitale verktøy.

<sup>1</sup> For mer informasjon om DLN, se [www.digitalliv.org](http://www.digitalliv.org)



### Datainnsamling og analyse er viktigst – aktører oppgir udekkede behov

For over 90 % av aktørene er datainnsamling og analyse viktig. De mer avanserte beregningsorienterte metodene som modellering og programmering er relevant for om lag halvparten av bedriftene. Disse metodene har noe høyere relevans blant forskningsaktørene, som også oppgir et større udekket behov innen de digitale kompetanseområdene enn bedriftene. Det fremtidige kompetansebehovet antas å ville øke også for bedriftene i dette spesialiserte området som har stort verdiskapingspotensiale.

### Utfordringer i næringsutvikling er knyttet til de tre K'ene: Kunnskap, kapital og kommersialisering

De største utfordringene er, som for annen forskningsbasert næringsutvikling, knyttet til forskning, innovasjon og kommersialisering. Disse utfordringene er imidlertid mindre fremtredende hos de mer digitalt orienterte bedriftene, noe som trolig kan forklares med raskere forsknings- og utviklingsløp for ny teknologi og høyere kompetanse innenfor innovasjon og forretningsutvikling. Økt digital kompetanse innen biologisk orienterte bedrifter kan derfor være svært fordelaktig for innovasjon og næringsutvikling.

### Digitalisering øker hastigheten og reduserer kostnadene – gir gode forutsetninger for næringsutvikling

For å realisere verdiskapingspotensialet innen bioteknologi er det viktig med en tett interaksjon mellom ulike aktører i innovasjonskjeden. Bedriftene oppgir størst udekket behov for kontakt med kapital og investorleddet i verdikjeden, noe som kan skyldes mangel på institusjonelle investormiljøer som satser innen livsvitenskap og bioteknologi i Norge. Integrering av digitale teknologier vil imidlertid kunne løse en del av de tradisjonelle utfordringene knyttet til næringsutvikling i bioteknologi som langt utviklingsløp og høye kostnader. Digitaliseringen kan gi raskere datatilfang og analyse, økt kunnskap, effektivisere produksjon og forbedre produktkvalitet. Stadig lavere kostnader knyttet til bruk av teknologiene skaper dessuten en helt unik mulighet for lønnsomhet og forretningsutvikling. Dette er grunner til at det observeres en økende interesse for digital bioteknologi innen det internasjonale investormiljøet.

### Majoriteten deltar i nettverk – men mangler tid og ressurser til nettverksbygging

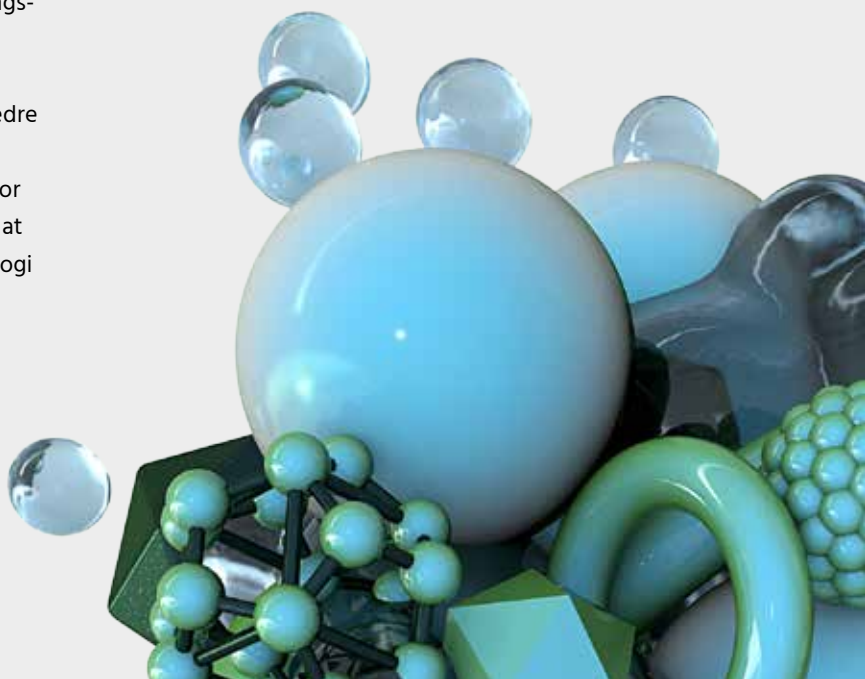
Mye av potensialet for økt verdiskaping innen bioøkonomien kan utløses gjennom samarbeid og kunnskapsdeling på tvers av fagområder, næringer og sektorer. Av aktørene er 83 % tilknyttet ett eller flere nettverk eller klynger, men over halvparten sier de ikke har nødvendig tid og ressurser til å utvikle og bruke nettverk og partnerskap. Mange synes det er for mange liknende initiativer og opplever for liten nytteverdi av nettverksarrangementer. Det ønskes en bedre samkjøring av klynge- og nettverksaktiviteter, også på tvers av sektorer.

### Aktørene ønsker at DLN skal bidra til bedre samhandling

Aktørene mener at DLN bør fokusere på å gi bedre oversikt, koordinering og samhandling på tvers av bransjer og sektorer. Det er behov for bedre oversikt og samarbeid mellom de ulike kompetansemiljøene i Norge. Bedriftene ønsker spesielt mer samhandling mellom academia og næringsliv. DLN oppfordres til å støtte opp om eksisterende ressurser og strukturer, og koble disse til en bedre fungerende enhet. Kunnskap om digitale verktøy innen bioteknologi kan være en motor som stimulerer til økt samhandling på tvers av fagdisipliner, sektorer og bransjer.

### Digital bioteknologi er viktig for fremtidig verdiskaping innen bioøkonomien

Undersøkelsen viser at digital bioteknologi er viktig for fremtidig verdiskaping og næringsutvikling innen bioøkonomien. Integrering av digital og bioteknologisk kompetanse kan bety et taktskifte innen bioteknologien, som muliggjør ny kunnskap og innovasjon på en mer kostnadseffektiv måte enn tidligere.





Bioteknologi defineres av OECD som:

«The application of science and technology to living organisms, as well as parts, products and models thereof, to alter living or non-living materials for the production of knowledge, goods and services».



# Innledning

Med digital bioteknologi menes at digitale verktøy benyttes på biologiske datasett for å hente ut og behandle nyttig informasjon. Digital bioteknologi kan benyttes i forskning og utvikling, produksjon eller tjenesteyting.

## Dagens digitale virkelighet påvirker bioteknologien

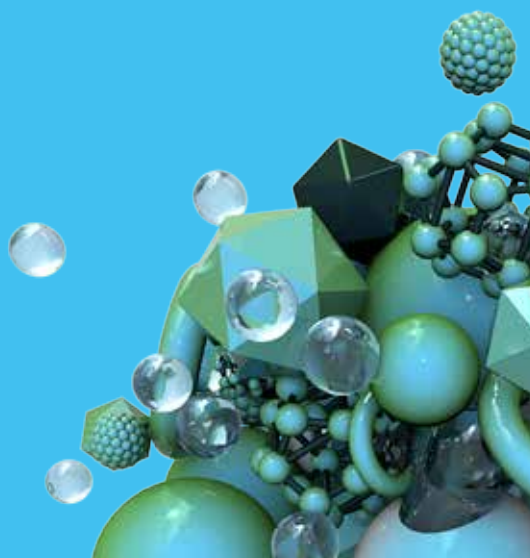
Nye teknologiske gjennombrudd de siste årene har ført til en dataeksplosjon fra bioteknologisk virksomhet. Både innen FoU, produksjon, diagnostikk og behandling produseres store mengder data i rekordfart. I dag kan man sekvensere det humane genomet nesten 200 000 ganger raskere enn for ti år siden, og til en brøkdel av prisen. Det store datatilfanget og kompleksiteten i biologiske systemer, utløser imidlertid et sterkt behov for beregningsorienterte tilnærminger og digitale verktøy som kan oversette biologiske data til nyttig informasjon. Ved å trekke inn beregningstunge fag som avansert statistikk og digital kompetanse inn i biovitenskapen, kan man utnytte potensialet som ligger i datatilfanget. Konvergensen mellom fag er en forutsetning for ny kunnskap og verdiskaping innen biovitenskap og bioteknologi.

## Bedre ytelse og lavere kostnader

Samtidig som det har vært kontinuerlige gjennombrudd i utvikling og ytelse av bioteknologiske og digitale teknologier, har man også erfart en eksponentiell reduksjon i kostnader. Et kjent eksempel er gensekvensering. Prisen på bioteknologiske verktøy som sensorteknologier har hatt brattere fall enn årlige kostnadshalveringer, tilsvarende vekstraten ved Moores lov. Sekvensering av det humane genomet kostet over 100 mill. kr etter at teknologien ble lansert i 2000. I dag koster den samme jobben rundt 5000 kr<sup>2</sup>. Det samme gjelder for regnekapasitet og datalagring. Lavere kostnader muliggjør bruk av teknologiene til forskning og innovasjon i større grad, også for næringslivet.

<sup>2</sup> National Human Genome Research Institute

**Senter for digitalt liv Norge** er et nytt nasjonalt senter for bioteknologisk forskning, utdanning og innovasjon. Senteret er en del av BIOTEK 2021 programmet til Forskningsrådet, og ledes av NTNU, UiB og UiO. Forskningsprosjektene som er tilknyttet senteret forsker på tvers av både fag og institusjoner. Senteret skal bidra til å styrke norsk næringsliv, både innen ernæring, akvakultur og helse.



#### Fra muligheter til verdiskaping

Møtet mellom bioteknologi og kraftfulle digitale verktøy kan gi store verdiskapingsmuligheter innenfor helse, havbruk, landbruk og industri i Norge. Disse ulike næringene har forskjellige markeder, næringsstrukturer, utfordringer og behov. Men felles for dem alle er at de benytter kunnskap innen biovitenskap og bioteknologi. Tradisjonelt sett har bioteknologi og datavitenskap vært separate felt. Nå ser man at en kopling mellom digitale og biologiske verktøy kan være transformativt og relevant på stadig flere områder. Integreringen kan gi helt ny innsikt og muliggjøre nyskaping og effektivisering av både FoU, produksjon og tjenesteyting innen flere bransjer. Datagrunnlaget kan være pasient- og helseregisterdata, eller produksjonsdata fra framstilling av biologiske legemidler, matvarer eller oppdrettsfisk. Dagens datateknologi med bruk av maskinlæring muliggjør for både sortering og vurdering av store og komplekse datasett. Digital bioteknologi vil kunne være avgjørende for å utvikle fremtidige konkurransefortrinn for bedrifter og organisasjoner i alle sektorer. Eksempler på samfunnsgevinster kan være bedre og bærekraftig mat og skreddersydde medisiner.

#### Godt utgangspunkt for vekst

Norge har til tross for en sterk økonomi, tilgang på ressurser og en høyt utdannet befolkning et begrenset biobasert næringsliv. Dette er tidligere presentert i flere undersøkelser som analyserer og kartlegger status og behov i norsk næringsliv<sup>3</sup>. I bioverdirapporten ble utfordringene identifisert som sammensatte og omfattet tema som investeringsvilje, rekruttering og et suboptimalt innovasjonssystem. Noen av tiltakene som ble etterspurt av næringslivsaktørene for å utløse ny bioøkonomisk aktivitet var bransje- og sektorspesifikke, og noen krevde politiske beslutninger om endringer i virkemidler og rammevilkår for aktørene. En generell utfordring som imidlertid ble påpekt av alle sektorer var viktigheten av å utnytte eksisterende strukturer og ressurser ved å koble disse til en bedre fungerende enhet. Innovasjon skapes oftest i samarbeid og i grenseflatene mellom ulike næringssektorer og kunnskapsområder.

<sup>3</sup> BioVerdirapporten – Slik kan bioøkonomien bli den nye oljen (2014). Mot bioøkonomien, NHOs innspill til et nytt internasjonalt og konkurransedyktig næringsliv. HelseOmsorg 2021, Et kunnskapssystem for bedre folkehelse. Kompetanse barometer for NHO bedriftene, NIFU rapport (2014).

## «Digital bioteknologi vil kunne være avgjørende for fremtidige konkurransefortrinn for bedrifter og organisasjoner i alle sektorer. Eksempler på samfunnsgevinster kan være bedre og bærekraftig mat og skreddersydde medisiner»

### Digitalt Liv – samarbeid for innovasjon

Senter for digitalt liv Norge ble initiert av Forskningsrådet, og igangsatt våren 2016, som et tiltak for å maksimere utnyttelsen av moderne bioteknologi i Norge. Senteret skal bygge et «landslag i bioteknologi» hvor ulike forskningsmiljøer og kompetanser jobber tettere sammen for å løse viktige samfunnsutfordringer<sup>4</sup>. Tilnærmingen er å tilrettelegge for økt bruk av digitale verktøy og beregningstunge fag som bioinformatikk og statistikk i bioteknologisk forskning, innovasjon og utdanning. Initiativet skal stimulere til økt samarbeid på tvers av fagdisipliner, sektorer, institusjoner og bransjer, hvor målsettingen er ny kunnskap som omsettes til samfunnsnyttig teknologi og bioøkonomisk vekst. Per i dag er 12 store forskningsprosjekter tilknyttet senteret (Se appendiks for en oversikt av prosjektene). For å realisere ambisjonen om mer innovasjon fra norsk bioteknologisektor, har senteret et sterkt fokus på involvering av næringsliv og andre aktører i innovasjonskjeden fra forskning til kapital. Arbeidsgruppen innovasjon og industri involvering ved UiO har dette som en av sine hovedoppgaver.

### Samfunnsansvarlig forskning og innovasjon

For å identifisere markedsmuligheter og utvikle moderne bioteknologi trengs ikke bare tverrfaglig kompetanse innen marked og forretning, naturvitenskap, datavitenskap og teknologi. Det kreves også forståelse og kunnskap om de sosiale og samfunnsmessige konsekvensene utviklingen vil få både på nasjonalt og regionalt nivå. Her spiller samfunnsvitenskap og humanistiske fag en viktig rolle. Bioøkonomien skal i tillegg til økonomisk vekst basert på biologiske ressurser også være forankret i tanker om bærekraft og rettferdig fordeling. Regjeringen har etter modell fra EU satt overordnede prinsipper som bør gjelde for en verdiskapende og bærekraftig utnyttelse av de fornybare biologiske ressursene (Regjeringens bioøkonomistrategi, Kjente ressurser – uante muligheter, 2016)<sup>5</sup>.

1. Befolkningens grunnleggende behov for mat
2. Ressursene skal brukes og gjenbrukes mest mulig effektivt
3. Ressursene skal brukes på en mest mulig lønnsom måte.

Både det samfunnsorienterte og økonomiorienterte perspektivet på bioøkonomien er viktig og må ivaretas. Senter for Digitalt Liv Norge har fått en særegen oppgave i å sørge for at begge disse perspektivene integreres i bioteknologisk forskning, utdanning og innovasjon (Regjeringens bioøkonomistrategi, Kjente ressurser – uante muligheter, 2016)<sup>4</sup>. Senteret har derfor involvert fagpersoner med bred kompetanse innen bioøkonomi, som arbeider for dette målet.

<sup>4</sup> Regjeringens bioøkonomistrategi, Kjente ressurser – uante muligheter, 2016. Strategisk initiativ, Digitalt Liv – konvergens for innovasjon. Forskningsrådet. For mer informasjon se: [http://www.forskningsradet.no/prognnett-biotek2021/Sentrale\\_dokumenter/1253970728198](http://www.forskningsradet.no/prognnett-biotek2021/Sentrale_dokumenter/1253970728198)

<sup>5</sup> European Commission, Research and Innovation, Bioeconomy policy. For mer informasjon se: <http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/index.cfm?pg=policy>. Regjeringens bioøkonomistrategi, Kjente ressurser – uante muligheter, 2016

### Digital bioteknologi – et umodent begrep innen bioøkonomien

Betydningen av muliggjørende digitale og bioteknologiske teknologier innen bioøkonomien var ikke beskrevet i den nylig lanserte Bioressursstrategien til Regjeringen. «Nye kunnskapsområder som syntetisk biologi og digitalt liv utgjør ytterligere utfordringer, og den teknologiske utviklingen går raskt innenfor flere av bioteknologifeltene»<sup>6</sup>.

Denne problemorienterte beskrivelsen av moderne bioteknologi og digitalt liv var alt Regjeringen hadde å si om temaet. Heller ikke i dokumentet Strategi for bioteknologi fra kunnskapsdepartementet fra 2011 er digitaliseringens betydning for bioteknologisk forskning og utvikling beskrevet<sup>7</sup>. Dette kan vitne om at digital bioteknologi er et umodent felt som samfunnet og myndighetene har lite kjennskap til eller refleksjon rundt.

### Bakgrunn for kartleggingsundersøkelsen.

Hensikten med undersøkelsen var å kartlegge muligheter for verdiskaping, kompetansebehov og utfordringer i næringsutvikling innenfor digital bioteknologi i Norge. Undersøkelsen viser hvor de ulike bionæringene medisin og helse, marin sektor, landbruk og industri står med hensyn til implementering og behov for digitale verktøy.

Undersøkelsen fokuserer på fire hovedtemaer:

- **Kartlegging av aktørene og relevans av digital bioteknologi**
- **Innovasjon og marked**
- **Digital kompetanse og udekkede behov**
- **Aktuelle områder hvor Digitalt Liv Norge kan bistå for å fremme bioteknologisk forskning og innovasjon.**

Aktørgruppene inkluderer bedrifter, forskningsinstitusjoner og organisasjoner som nettverksklynger og virkemiddelapparat innen bransjene marin næring, medisin og helse, landbruk, kjemi og prosessindustri og kunnskapsleveranse (Figur 1).

Figur 1. Respondentene kategoriseres i undersøkelsen langs to parametere: aktørgrupper og bransjer. (Det er gitt eksempler på en representativ aktør i hver kategori).

|   | Marin næring  | Medisin og helse  | Landbruk   | Kjemi- og prosess   | Kunnskapsleverandør til flere bransjer  |
|---|---|---|--|---|---|
| Bedrifter   |  |  |  |  |  |
| Forskningsaktører   |  | HUNT Biobank  |  |  |  |
| Organisasjoner, klynger og offentlige (virkemiddel) aktører |  |  |   |  |  |

<sup>6</sup> Regjeringens bioøkonomistrategi, Kjente ressurser – uante muligheter, 2016

<sup>7</sup> Nasjonal strategi for bioteknologi (2011-2020) Kunnskapsdepartementet

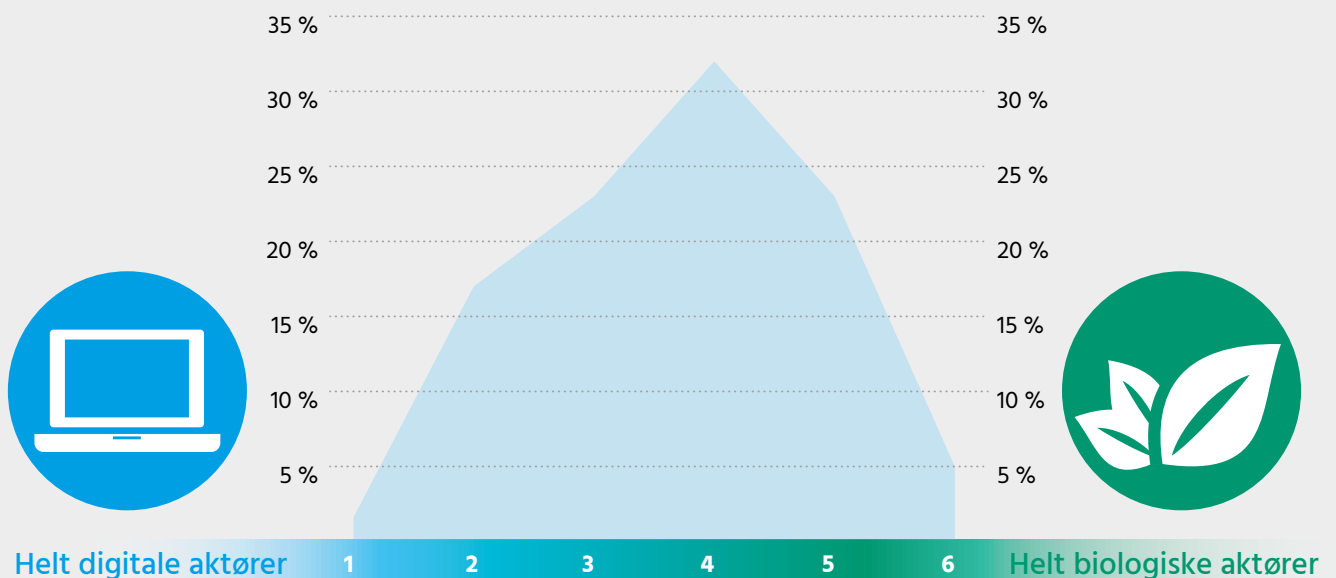
Den primære målgruppen for undersøkelsen har vært bedrifter. Det har likevel vært viktig å få kjennskap til relevans og behov for digital bioteknologi i hele verdikjeden. Undersøkelsen inkluderer derfor aktører på ulike stadier i innovasjonskjeden, fra forskning til kapital (Figur 2).

Figur 2. Aktørene er på ulike stadier i innovasjonskjeden.



Videre er det gjort en kategorisering etter hvor digitalt eller biologisk orienterte virksomhetene er. Aktørene har selv definert sin digitale vs. biologiske kompetanse på en skala fra «helt biologisk» til «helt digital». Det var en liten overvekt av biologiske aktører i utvalget (Figur 3).

Figur 3. Aktørene kategoriseres på en skala fra «helt biologisk» til «helt digital». Det var en liten overvekt av biologisk orienterte aktører i utvalget.



Datagrunnlaget består av en kvantitativ spørreundersøkelse med 135 respondenter i tillegg til drøye 30 semi-strukturerte intervjuer av et bredt utvalg aktører (se appendiks for detaljert metode og tallgrunnlag). I flere av spørsmålene hadde respondentene mulighet til å krysse av for flere alternativer. Prosentene vil derfor summere seg til over 100 prosent for alle alternativene.



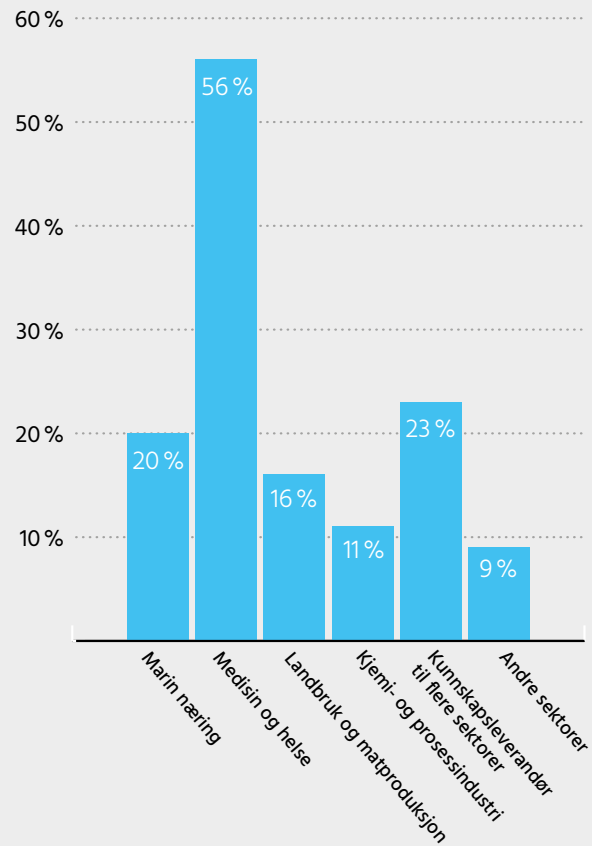
Hensikten med undersøkelsen var å kartlegge muligheter for verdiskaping, kompetansebehov og utfordringer i næringsutvikling innenfor digital bioteknologi i Norge.



## Digitale verktøy for verdiskaping

Innhenting og nyttiggjøring av biologiske data har stor relevans innen FoU, produksjon og tjenesteyting i norsk bioteknologisektor. Integrering av digitale verktøy kan gi økt kunnskap, raskere forsknings- og utviklingsløp, mer effektiv produksjon og forbedret produktkvalitet. Dette er forhold som beskrives i det følgende kapitlet gjennom resultater fra undersøkelsen samt flere intervjuer.

Figur 4. Bransjetilhørighet for aktørene (bedrifter, forskningsinstitusjoner og organisasjoner).



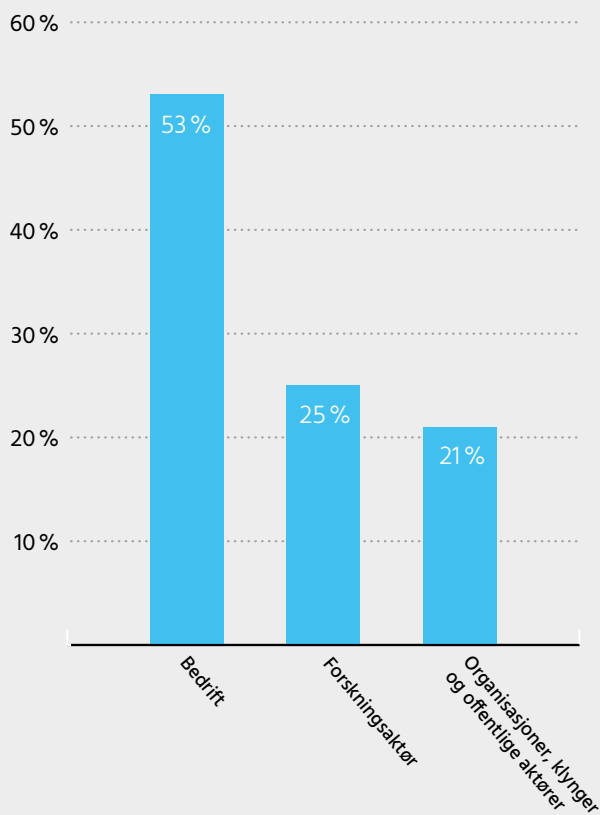
Aktører ble gruppert etter bransje og sektor, og relevans av digital bioteknologi for virksomhetene ble kartlagt. Det er gitt eksempler på områder hvor digitale verktøy benyttes for verdiskaping i de ulike sektorer.

### Aktører og bransjetilhørighet

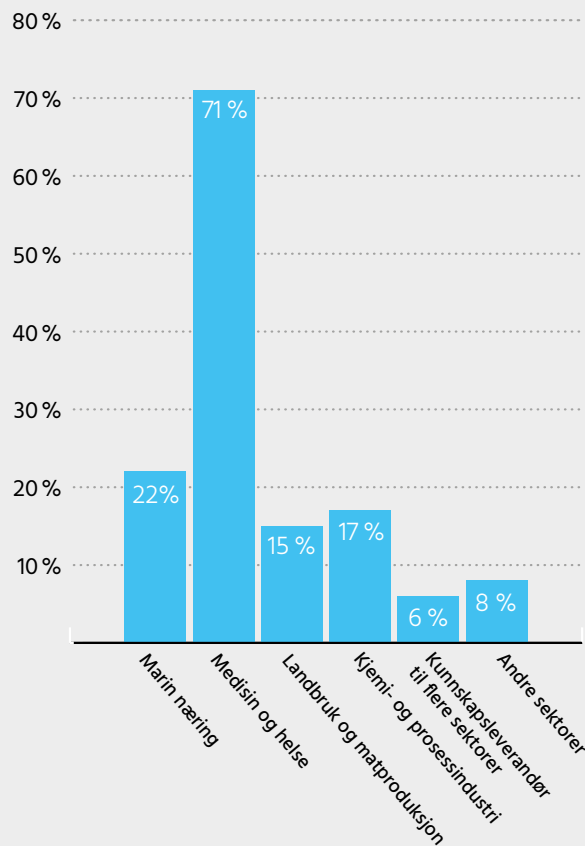
Majoriteten av respondentene i utvalget (56 %) tilhører medisin og helsesektoren, mens marine næringer, mat og landbruk, kjemi og prosessindustri og kunnskapsproduksjon utgjør 11-23 % hver (Figur 4). Bedrifter utgjør mer enn halvparten av respondentene i populasjonen (Figur 5). Innenfor helsesektoren er det en enda større andel av bedrifter blant respondentene (Figur 6). Bedriftene innen helsesektoren består i hovedsak av fem undergrupper som jobber med legemidler, diagnostikk, medisinsk teknologi og helse IKT, eller er spesialiserte underleverandører (Figur 7).

Med digitale verktøy menes metoder for datalagring og dataanalyser samt beregningsorienterte tilnærminger som modellering og prediksjon. Digitale verktøy er i stor grad generiske og muliggjørende teknologier som kan benyttes innen flere fagfelt og sektorer.

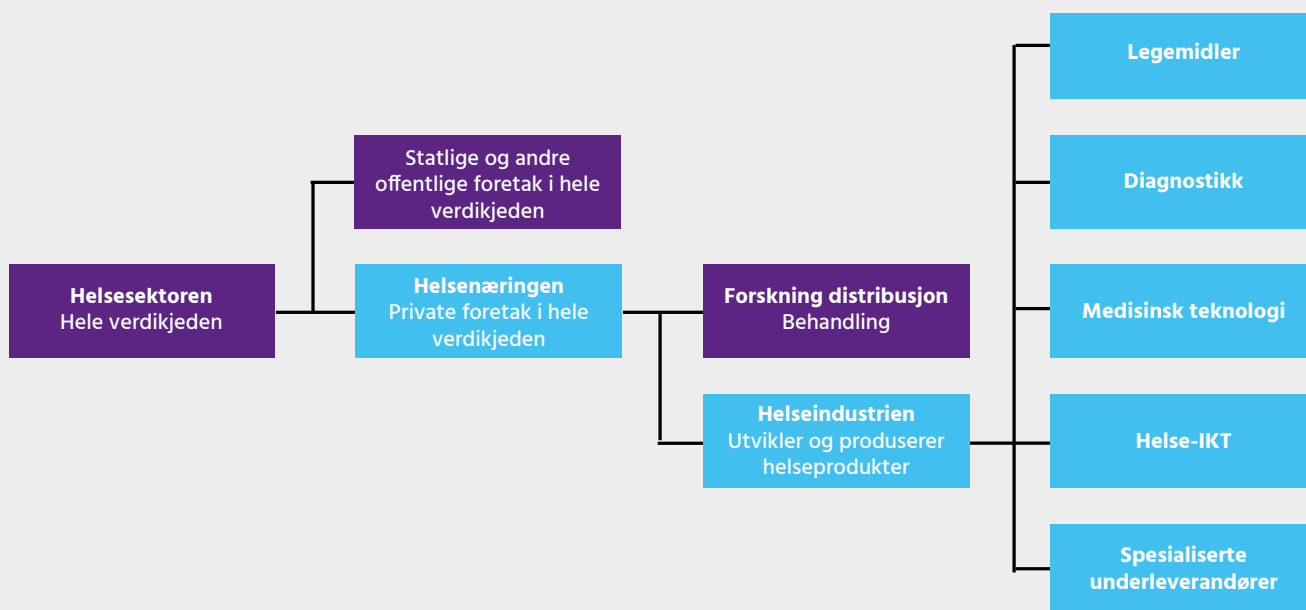
Figur 5. Fordeling av de ulike aktører i utvalget.



Figur 6. Andel bedrifter fordelt på de ulike bransjer.



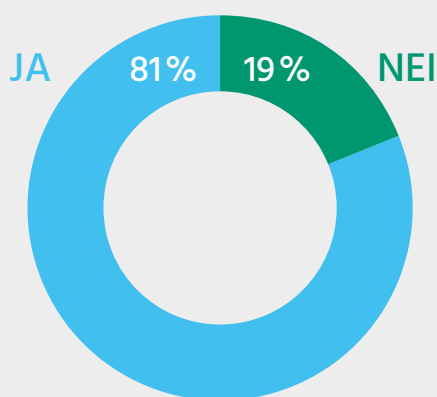
Figur 7. Majoriteten av respondenter innen medisin og helsesektoren bestod av privat helseindustri fordelt på fem undergrupper: legemidler, diagnostikk, medisinsk teknologi, helse-IKT og spesialiserte underleverandører.



## Nytten av digitale verktøy

Av utvalget svarte 81 % at digital bioteknologi var relevant for deres virksomhet (Figur 8). Resultatet viser at innhenting og nyttiggjøring av biologiske data har stor relevans innen både FoU, produksjon og tjenesteyting i norsk bioteknologi-sektor. Det er kun aktører som vurderer digital bioteknologi som relevant som er med i resten av undersøkelsen. Gjennom intervjuer med aktørene er det videre kartlagt områder innenfor de ulike sektorer hvor digitale verktøy anses som nyttig for fremtidig verdiskaping.

Figur 8. Andel av den totale populasjonen som mener digital bioteknologi er relevant for virksomheten.



## Medisin -og helse næringen

Det er enighet blant aktørene om at digitale verktøy vil bli viktig for helsesektoren fremover. Feltet antas å kunne påvirke verdiskaping i alle ledd fra FoU til klinikk. Mulighetene for integrering av digitale verktøy og kompetanse er mange. Eksempler på områder hvor det fokuseres på bruk av digitale verktøy er innen:

- Utvikling, produksjon og markedsføring av legemidler
- Prediksjon av behandlingsrespons og persontilpasset behandling
- Diagnostiske dataverktøy
- Brukervennlige apper og medisinsk teknologi
- Kvalitetssikring og risikostyring av pasient behandling
- Bruk av helse- og registerdata til kunnskapsgenerering omkring sykdom, og til legemiddelutvikling

## Legemiddelindustrien griper mulighetene

Den internasjonale legemiddelindustrien har skjønnet viktigheten av å implementere digitale verktøy for fremtidig verdiskaping og ser behovet for å øke intern digital kompetanse blant annet innen bioinformatikk og statistikk. Intervjuer med industriaktører viser at bransjen allerede er langt fremme på feltet både innen FoU, produksjon og markedsføring.

I tillegg til potensialet som ligger i å benytte beregningsorienterte modeller i FoU av nye legemidler og medisinske teknologier, så nyttiggjøres også store mengder tilgjengelige data som allerede foreligger på dokumenterte legemidler. Helsemyndigheter som «Food and Drug Administration» (FDA) har åpnet opp for såkalte pragmatiske kliniske studier. Disse studiene innebærer at legemiddelselskaper kan benytte eksisterende data for å søke godkjenning til nye indikasjoner for markedsførte legemidler. Nyttiggjøring av eksisterende data omkring sikkerhet og effekt medfører store kostnadsbesparelser for industrien og raskere tid fra forskning til klinisk bruk.

Industrien sier at det også innen markedsføring av produkter benyttes innsamlinger og analyser av stordata. Et eksempel på dette er såkalte passive sikkerhetsstudier. Passive sikkerhetsstudier vil i tillegg til den tradisjonelle sikkerhetsovervåkingen av et nylig lansert legemiddel (tradisjonell klinisk fase 4 studie) også generere sikkerhet og risikoprofil til en utvidet gruppe av potensielle brukere, som f eks mot sjeldne sykdommer. Denne kunnskapen er svært nyttig for den videre markedsføringen av produktet.

### Tid og penger spart på bruk av digitale verktøy i legemiddelproduksjon

Digitale verktøy kan brukes for å øke kunnskap om og bli bedre kjent med produksjonsprosessen av nye legemidler. Et legemiddelfirma opplevde under klinisk utvikling av legemiddel å måtte forkaste 50 % av alle produksjoner pga. for store variasjoner i sluttproduktet. Ved å implementere multivariat dataanalyse av i-prosess målinger ble viktige nedstrøms parametere justert ulikt for hver produksjon. Resultatet ble 0 % forkastning av produkt, og en betydelig besparelse av tid og kostnader (2 mill NOK spart) (Knut Dyrstad, KD Metrix).

### SMBer henger etter i bruk av digital kompetanse

Intervjuer med små og mellomstore bedrifter (SMBer), samt næringsklynger og kunnskapsleverandører som representerer disse, viser at SMBer innen biofarmasi generelt ligger bak i implementering og bruk av digitale verktøy. Mye av grunnen er mangel på ressurser til å følge opp med de nyeste trender og fagområder. Små bedrifter har ofte store utfordringer med å klare og dekke alle daglige oppgaver knyttet til kjernefokus. Det er derfor vanskelig å samtidig skulle ha tid og ressurser til å være orientert omkring muligheter som ny teknologi og kompetanse kan tilføre. Det uttrykkes imidlertid en oppmerksomhet i bedriftene for at utviklingen går i «digital retning» og at det vil bli viktig for konkurransedyktighet å henge med på utviklingen.

#### PERMIDES – Øker samarbeid mellom IT og biofarmasibedrifter

PERMIDES er et EU finansiert tiltak som har som mål å bringe sammen SMBer innen biofarmasi og IT sektoren for å avansere innovasjoner innen presisjonsmedisin. Den norske helseklyngen Oslo Cancer Cluster er delaktig i prosjektet. Innovasjonsmidler opp til 60 000 EUR gis til samarbeidsprosjekter mellom bedrifter. SMBer i biofarmasisektoren vil få tilgang til digital kompetanse og verktøy som kan gi helt ny kunnskap, forbedre produktutviklingsløpet og generere nye applikasjoner. IT bedriftene vil få mulighet til å nå nye markeder og kunder som vil benytte seg av teknologiene. Den tverrfaglige kunnskapsutvekslingen som oppstår under samarbeidene vil i seg selv kunne utvikle nye innovasjoner og forretningsmuligheter. ([www.permides.eu](http://www.permides.eu))

### Digital teknologi for en bedre helse -og omsorgstjeneste.

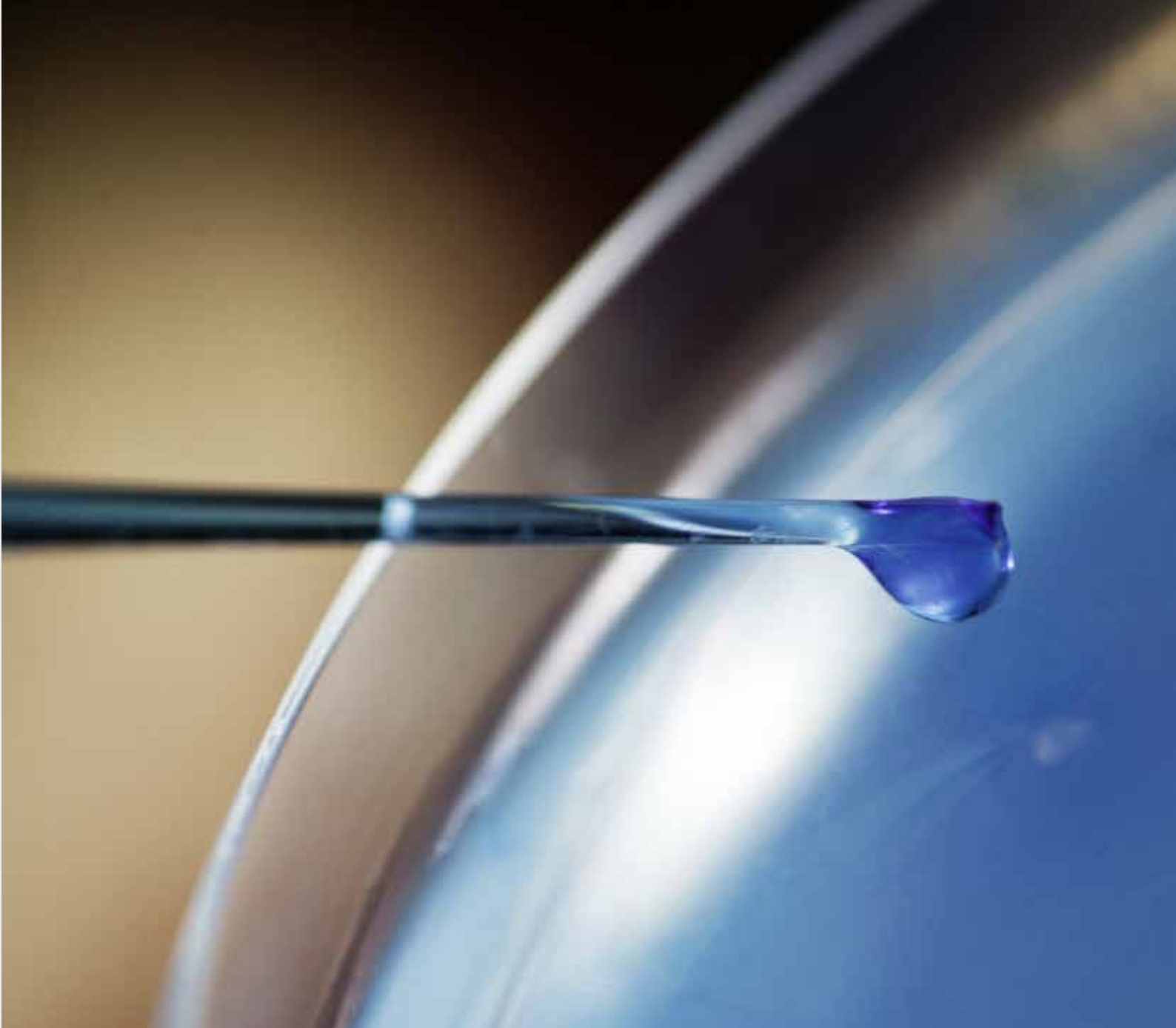
Også innen offentlig sektor og i sykehus implementeres digitale teknologier. Informasjon om hver enkelt pasient øker stadig i alle deler av pasientforløpet. Det gjøres store datainnsamlinger og beregninger innen diagnostikk og i selve behandlingsleddet. For eksempel vil utvikling av avanserte prediksjonsverktøy kunne forutsi sykdomsforløp og gi kunnskap om tilpasset behandling.

Direktoratet for e-helse ble etablert i 2016 for å bidra til felles innsats og nasjonal styring av IKT-utviklingen i helsesektoren. Direktoratet skal realisere og forvalte digitale løsninger som forbedrer og forenkler helse- og omsorgssektoren. Ambisjonen er å bidra til en helhetlig og kunnskapsbasert helse og omsorgstjeneste som utnytter de teknologiske mulighetene og involverer innbyggere for å bidra til bedre helse, bedre resultat av helsehjelp og bedre utnyttelse av kapasitet ([e-helse.no](http://e-helse.no))

#### Presisjonsmedisin via digitale løsninger – BIGMED

En utfordring i dagens behandling er å velge riktig forløp for den enkelte pasient basert på ulike informasjonskilder som sykehistorie, klinikk og genetiske disposisjoner. En komplisert beslutningsprosess er ressurskrevende, upresis og kan medføre feil behandling. BIGMED prosjektet, som støttes av Forskningsrådet og ledes av Oslo Universitetssykehus, skal legge grunnlaget for en IKT plattform som integrerer analyse av stordata i klinisk behandling. Målet er at datamaskiner henter opp og leser journaler, registrerer prøvedata, og holder ny informasjon opp mot den som allerede eksisterer om en bestemt pasient. Resultatet vil bli en form for beslutningsstøtte hvor datamaskinen gir råd om hvordan den enkelte pasient kan håndteres - basert på den samlede erfaringen som ligger i systemet. Dette muliggjør en sikrere behandling som er tilpasset hver pasients særtrekk. Prosjektet inkluderer IKT kompetanse, industri og næringsliv, pasientforeninger, sykehus og juridisk rammeverk. (Erik Fosse, OUS)

«Resultatet viser at innhenting og nyttiggjøring av biologiske data har stor relevans innen både FoU, produksjon og tjenesteyting i norsk bioteknologisektor»



Digitale verktøy antas  
å ville påvirke verdiskaping  
i helsesektoren i alle ledd fra  
FoU til klinikk fremover.

### Pasientens kunnskap er verdifulle data

Pasienten sitter på mye kunnskap omkring egen opplevelse av sykdom og behandling. Det er nå økt fokus på at denne informasjonen skal tas i betraktning og integreres både i forskning og i behandlingsforløpet. Pasient-rapportert informasjon kan samles inn via nye digitale løsninger som blant annet brukervennlige helseapper. Kreftregisteret jobber eksempelvis med et system som skal registrere informasjon rundt livskvalitet for kreftpasienter. Pasient-rapporterte utkom (PROMS), er et viktig tillegg til kliniske kvalitetsindikatorer. PROMS vil sammenstilles med data fra Prostatakreftregisteret, og gi et helhetlig bilde av hvordan utredning, behandlingsvalg og bivirkninger påvirker livskvaliteten til prostatakreftpasienter.

Piloten som igangsettes i januar 2017 vil gi erfaring på hvordan denne typen informasjon skal samles inn og sammenstilles på best mulig måte.

#### Norske pasienter vil øke den digitale «dosen»

En nylig undersøkelse utført av Accenture viser at det er økende interesse i Norge for bruk av digitale teknologier for bedre kontroll av helsedata, som «wearables», apper og elektroniske helse journaler. Et flertall av pasienter er villige til å samle personlige helsedata fra digitale teknologier og dele disse med helsepersonell. Av norske pasienter ønsker 84 % selv å ha tilgang til data i sin pasientjournal, men bare 26 % av legene er enige. Resultatet signaliserer en mulighet for legene til å øke grad av transparens og kommunikasjon med pasientene. Leverandører av digitale teknologier vil utvikle strategier som tilpasses pasientens forventninger, og som tetter gapet mellom hva pasientene krever og hva teknologiene leverer<sup>8</sup>.

#### Risikostyring og standardisering av ny teknologi

Implementering av ny teknologi innebærer også risiko. Ny teknologi kan sjelden bare tilføyes eksisterende systemer - den forandrer hele systemet. DNV-GL er en privat aktør som blant annet jobber med risikostyring, standardisering og kvalitetssikring under implementering av nye digitale teknologier i helsevesenet. «Vår oppfatning er at det generelt er mye fokus på hvordan ny teknologi løser problemer, og for lite fokus på hvordan teknologien påvirker risiko og helhetsbildet. Vi vurderer prosessrisiko både rundt feilbruk av teknologi og rundt kommunikasjon i hele pasientforløpet. Det er viktig at all data sikres og håndteres slik at alle leddene i pasientforløpet får riktig informasjon. I Norge har vi hittil ikke hatt lang tradisjon innen risikostyring i helsevesenet, men vi ser at dette er i ferd med å få økt fokus» (Frederic Courivaud, DNV-GL).

«Det er viktig å synliggjøre verdiskapingsmulighetene i norske helse-og registerdata både ovenfor samfunnet, datainnsamlere (helsepersonell og forskere) og for næringslivet»

Gunn Peggy Knudsen, FHI.

<sup>8</sup> Accenture 2016 research report «Patients wants a heavy dose of digital – Norway».

### Norske helse og- registerdata er en gullgruve for verdiskaping

Nesten en tredjedel av den norske befolkning har deltatt i helseundersøkelser og avgitt blodprøver til biobanker. I tillegg har Norge 16 sentrale helseregistre. Sammen med vårt unike personnummersystem gir disse datakildene muligheter til å avklare helserelaterte spørsmål på en måte som er mulig i få andre land. Forskning på norske helse –og register data kan gi kunnskap som kan være nyttig for å utvikle forholdsregler mot sykdom eller bedre behandling. «Helsedata som nasjonalt fortrinn» er et av HelseOmsorg21-strategiens ti satsingsområder. Myndighetsaktører som Folkehelseinstituttet (FHI) påpeker i intervjuer at det er et stort behov for bioinformatikere og digitale teknologier for å kunne realisere potensialene som ligger i datatilfanget.

#### Fant ny behandlingsmulighet for tarmkreft ved å forske på norske helseregistre

Forskere ved NCMM, UiO, OUS, FHI og Kreftregisteret viste en klar sammenheng mellom bruk av det blodfortynnende virkestoffet acetylsalisylsyre (kjent som legemidlet Albyl-E eller Aspirin), og tarmkreft ved å koble data fra kreftregisteret mot reseptregisteret. Hos personer med tarmkreft var bruk av Aspirin assosiert med 15-23 % redusert risiko for å dø av kreften. Resultatet kan bety at et billig og kjent legemiddel med få bivirkninger som Aspirin kan redde 1 av 5 tarmkreftpasienter (Bains, S.J. et al., 2016)<sup>9</sup>.

### Marin næring

Norsk havbruksnæring er høyteknologisk og globalt ledende. Norge har et internasjonalt høyt kunnskapsnivå, er ledende leverandør på flere teknologiområder, og har stor FoU-kapasitet. Intervjuer med flere aktører innen marin næring kunne bekrefte at digitale verktøy vil bli viktig for fremtidig verdiskaping, både mht. kostnader, effektivitet og kvalitet. Generelt sett er de mest avanserte digitale verktøyene som modellering og programmering fremdeles under utvikling, eller kun til bruk i forskning.

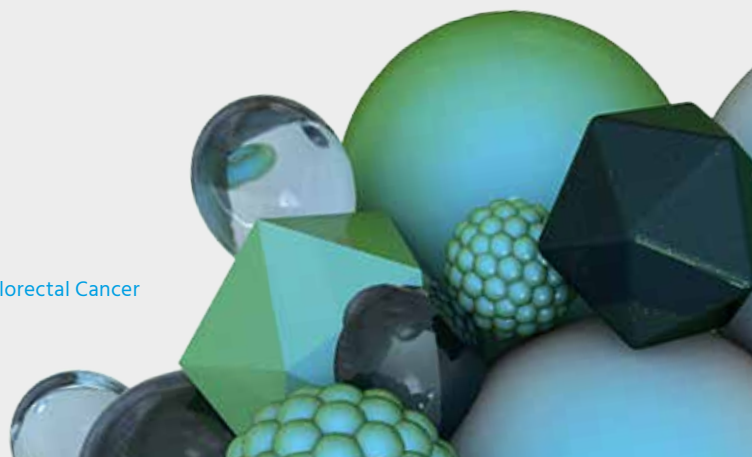
Eksempler på områder hvor digitale teknologier benyttes innen marin næring er:

- Fiskeoppdrett
- Avl
- Kvalitet og fiskehelse
- Marin bioprospektering

#### Stort potensiale for bruk av dataanalyser i oppdrett

I produksjonsleddet innen oppdrett genereres det store mengder kontrolldata, både sensordata og manuelle målinger av f.eks vannkvalitet, vekter, vaksineprotokoller, fôringslister, veterinærreporter, logger og fiskeflyt. Marine bedrifter ser potensial og muligheter for å høste nyttig kunnskap fra de store datamengdene vha. standardiserte digitale verktøy. Kunnskap om hvordan de ulike parametere innvirker på fisken vil være nyttig for å kunne ta riktige forholdsregler under produksjonen. Per i dag mangler det rutiner og verktøy for å registrere og utnytte data på en effektiv og standardisert måte. Skybaserte datalagringsystemer og brukervennlige analyseverktøy som kan imøtekomme dette behovet og generere nyttig kunnskap og verdi, er imidlertid under utvikling i FoU sektoren. Forskningsaktører viser også til at det ligger et helt uutnyttet potensiale i det å koble denne type kontrolldata til genom- og transkriptomdata og andre «omics»-data. For å kunne gjøre dette effektivt trengs det nye informatiske og statistiske verktøy.

<sup>9</sup> Bains, S.J. et al., 2016. Aspirin as Secondary Prevention in Patients with Colorectal Cancer An Unselected Population-Based Study. *J. Clin Oncol.*, 34, (2501-8).



### Digitale verktøy i oppdrett gir raskere fremskritt og økt lønnsomhet

Gjennom EU prosjektet FindIT er det utviklet et digitalt verktøy som oppdrettere kan bruke for å analysere produksjonsdata og til benchmarking. Systemet baserer seg på «data-mining», og finner nye sammenhenger i resultater for egen produksjon som ikke er synlig på annen måte. I FindIT defineres det et sett med mål for prestasjon, som kan tilpasses stadium, fiskeart og produksjonsform. Ved å følge disse over tid, og samtidig ha linken til produksjonsbetingelser, er det mulig å hente ut sikker kunnskap fra egne data om hva som gir gode resultater og hva som gir dårlige. På den måten gir teknologien oppdrettere muligheten til å gjøre riktige valg, og kan gi et forsprang på konkurrenter som ikke bruker verktøyene. Teknologien er forhåpentligvis tilgjengelig for bruk i oppdrett i nær fremtid (Grete Bæverfjord, NOFIMA).

### Kartlegging av av arvematerialet til laks

Havbruksnæringen antar at kunnskap om laksegenomet vil få stor betydning for bedre avlsarbeid. Det kartlagte laksegenomet er et referansegrunnlag for fullstendig genomsekvensering av et stort antall laks<sup>10</sup>. Disse representerer utvalgte kryssninger (familier) med tanke på sykdomsresistens, vekst, kjønnsmodning, filet-kvalitet, fôrutnyttelse og mye mer. I tillegg er det undersøkt et stort utvalg av ville stammer som omfatter alle størrelser av lakseelver spredt utover landet. Kunnskapen om variasjon i laksegenomet i forbindelse med avl (kunstig seleksjon) og i forbindelse med naturlig seleksjon (ville stammer) er banebrytende for genom-basert avl, bedre fiskehelse og en bedre forvaltning av sårbare og økonomisk viktige villaksstammer.

### Digitale verktøy for bedre fiskehelse

Modelleringsverktøy er allerede tatt i bruk i oppdrettsnæringen for å predikere forekomst av lakselus. Også fôrprodusenter bruker modellering til å skaffe seg kunnskap om hvordan mengde og type ernæring påvirker fisken i ulike deler av sykklusen. Både bedrifter og forskningsaktører opplyser i intervjuer om at det jobbes med innsamling og analyse av stordata (inkludert genomikk, transkriptomikk, proteomikk og epigenetiske data) som kan benyttes for å se sammenhenger i sykdom i forhold til fiskens miljø, som lys og temperatur. Denne kunnskapen er viktig for å kunne gi best mulig betingelser for god fiskehelse og kvalitet. Andre områder innen fiskehelse som det fokuseres på er utvikling av hurtigtester for påvisning av sykdom (PCR, arrays, lab-on-a-chip teknologi mm). Næringen poengterer at enklere tester for påvisning av sykdom vil kunne ha stor nytteverdi i hele verdikjeden fra forskningsleddet til oppdrettere og brukere.

### Marin innovasjon er mer enn laks

Torsk er vår viktigste fiskeriøkonomiske art. Dette skyldes først og fremst den tallrike Barentshav stammen (skrei) som gyter i Lofoten og andre deler av vår nordlige kyst. Siden torskegenomet ble publisert i 2011<sup>11</sup> er det blitt sekvensert mer enn 1000 genomer av torsk som representerer de fleste stammer, både på øst- og vest-atlantisk side samt familie-materiale. Skreien skiller seg fra kysttorsk (som ikke vandrer) ved at et stort område på kromosom 1 er blitt snudd (invertert). Her ligger genene for vandring og pelagisk tilpasning (liv i åpent hav). Bærekraftig forvaltning av skrei fordrer at vi tar vare på denne genvarianten (inversjonen) i populasjonen. Andre torskstammer kjennetegnes av ulike spesifikke (og funksjonelle) genvarianter. Det er derfor nå mulig å drive forskningsbasert forvaltning for å optimalisere stammene med hensikt å oppnå et bærekraftig globalt fiskeri på torsk. Genominformasjonen på torsk danner et grunnlag for å gjøre målrettet avl på torsk med hensyn på å utvikle stammer egnet for akvakultur. Det finnes dessuten en rekke andre potensielle arter for framtidig akvakultur. Dersom det skal utvikles stammer av andre arter tilpasset akvakultur må tilstrekkelig genominformasjon innhentes. Igjen så opplyser forskningsaktører at det må benyttes informatiske og statistiske verktøy i analysen av slike stordata koplet til fenotypisk informasjon.


### Marin bioprospektering for bærekraftig verdiskaping

Det er knyttet store forventninger til verdiskapingspotensialene til marin bioprospektering i Norge, og feltet har høy prioritet både blant myndigheter samt offentlige og private forskningsaktører. Marin bioprospektering handler om å finne verdifulle biologiske aktive komponenter fra organismer i havet. For eksempel kan man finne organismer og enzymer med egnede egenskaper til bruk i mat og legemidler. I våre nordlige områder er diversiteten av mikroorganismer større enn i sørligere mer tempererte farvann, noe som omfatter kuldetilpassede organismer. Det gjøres per i dag metagenomiske studier av mikroorganismer tilpasset lave temperaturer. En rekke enzymer av bioteknologisk interesse er funnet, og det er gode eksempler på kommersielle produkter basert på kuldetilpassede egenskaper (og som i industrielle prosesser kan inaktivere ved å heve temperaturen). Utfordringen er å kunne gjennomføre systematiske søk etter potensielt kommersielt interessante proteiner ved hjelp av metagenomikk. Til dette trengs det å utvikle effektive digitale verktøy og beregningsbaserte utviklingsløp som kan koples til eksperimentell validering og deretter produksjon. ArcticZymes er et eksempel på et norsk firma som utvikler, produserer og selger enzymer til markeder innen molekylærbiologisk forskning og diagnostikk.

<sup>10</sup> Lien et al., 2016. The Atlantic salmon genome provides insights into rediploidization. *Nature*, 533, (200–205)

<sup>11</sup> Star B et al., 2011 The genome sequence of Atlantic cod reveals a unique immune system. *Nature*, 477 (207-210)



An underwater photograph of a large group of salmon swimming in clear, blue water. The fish are seen from various angles, some in the foreground and others in the background, creating a sense of depth and movement. The lighting is bright, highlighting the scales and fins of the fish.

«Teknologien er  
forhåpentligvis tilgjengelig  
for bruk i oppdrett om ikke  
altfor lenge»

Grete Bæverfjord, NOFIMA



«Gevinsten er både økt  
kvantitet og kvalitet av  
matproduksjonen,  
mens forbruket av gjødsel  
reduseres og vi får  
mindre forurensing»

Director Crop Nutrition Solutions,  
Pål Øystein Stormorken, Yara

## Mat og landbruksnæringen

Norsk mat og landbruksnæring er per i dag svært høyteknologisk. Eksempler på områder hvor digitale verktøy allerede er implementert eller har relevans er innen:

- Avl
- Matproduksjon
- Bioraffinering og utnyttelse av bioressurser

### DNA informasjon utnyttes til å beregne avlsverdier og øker den avlsmessige fremgangen for storfe

Geno har arbeidet med genomisk seleksjon (GS) siden 2009, og i 2016 ble GS innført fullt og helt i avlen på Norsk rødt fe. Tradisjonelt har man beregnet slektskapet mellom dyr ut fra stamtavlen og det faktum at man får 50 % av genene fra mor og 50 % av genene fra far. Videre har man brukt antagelsen om at helsøsken har 50 % av genene felles og halvsøsken 25 %. Dette er en upresis metode ettersom man i virkeligheten arver forskjellige segmenter fra mor og fars arvemateriale. Ved å genotype dyra får man et mer presist mål for slektskap mellom dyr. Dette slektskapet inngår i de avanserte statistiske modellene som brukes for å beregne avlsverdier. I tillegg til informasjon om dyrets DNA, utnytter Geno i dag data registrert av melkeprodusenter, veterinærer, klauvskjærere, avlsrådgivere, meieri og slakteri og man beregner avlsverdi på nærmere hundre ulike egenskaper for alle levende og historiske dyr i populasjonen. Disse avlsverdiene benyttes så for å finne de beste individene for å produsere neste generasjon av Norsk rødt fe. I tillegg jobbes det nå intenst for å kunne samle og utnytte presisjonsdata fra sensorer og besetningsstyringssystemer. I dagens rutinekjøringer inngår ca. 3 GB genotypedata, samt ca. 11 GB med data fra målinger i fjøs, meieri og slakteri. Morgendagens datamengder vil øke dramatisk og vil sammen med omleggingen til GS effektivisere avlsarbeidet i det enkelte fjøs og gi en større og raskere avlsmessig framgang for hele Norsk rødt fe-populasjonen. (Øyvind Nordbø, Geno SA).

### Kommersielle aktører nyttiggjør seg av digitale teknologier i produksjon og kvalitetsarbeid

Næringen preges av få kommersielle aktører med monopol. Store bedrifter som Yara, Tine og Geno har imidlertid kommet langt i bruken av avanserte digitale verktøy som sensorteknologi, modellering og prediksjon, innen både FoU, avl, matproduksjon og kontroll. De norske storbedriftene er svært internasjonalt orienterte, blant annet på kunnskap om ny teknologi. Organiseringen av det norske avlsarbeidet er gjennom kooperativ, noe som i følge aktørene kan være fordelaktig sett fra et innovasjonsperspektiv.

Alle produsenter deler informasjon og data om avlsbesetninger. Data håndteres videre av en rekke aktører som bidrar til optimal utvikling og forvaltning.

### SMBer søker internasjonale markeder

De store landbruksbedriftene har vært viktig for utvikling av nye kommersielle aktører i Norge. Men for mindre bedrifter er også et internasjonalt fokus nødvendig fra et forretningsperspektiv, ettersom markedet i Norge er svært begrenset, og preges av monopol. Et eksempel på en norsk SMB som jobber mot internasjonale markeder er Spermvital AS. Firmaet, som ble etablert av Geno og SINTEF i 2008, har utviklet en ny inseminasjonsteknologi for storfe som skal forlenge livet til spermier og øke sjansene for en vellykket befruktning. Arena Heidner klyngen sier at de arbeider på vegne av næringen for å øke internasjonalt samarbeid og nettverk.

### Presisjonslandbruk for en bedre og mer effektiv matproduksjon

Ved hjelp av ulike typer sensorer hos den enkelte bonde samler Yara inn data og gjør analyser som kan gi bonden en anbefaling om hva plantene trenger av tilført næring for at avlingen skal bli optimal. Ved å benytte modelleringsverktøy basert på stordata fra værmelding, historiske data og forskning kan man finne ut riktig tidspunkt, sted og mengde næringsstoffer og vann en må tilsette plantene. Ett eksempel på slik teknologi er Yaras N-Sensor som monteres på traktoren for å måle og kalkulere eksakt nitrogenbehov i åkeren. Informasjon sendes til gjødselsprederen som sprer akkurat riktig mengde næring på de ulike stedene i åkeren. Gevinsten er både økt kvantitet og kvalitet av matproduksjonen, mens forbruket av gjødsel reduseres og vi får mindre forurensing (Director Crop Nutrition Solutions, Pål Øystein Stormorken, Yara).

### Digitale verktøy og kommersiell kompetanse

#### er viktig i det grønne skiftet

Aktørene sier det sannsynligvis er en lang vei igjen før forskning og kunnskap omkring norske bioressurser og bioraffinering kan resultere i kommersialisering av produkter og verdiskaping i stor skala. Mulighetene for bedre utnyttelse av bioressurser er mange, og norske myndigheter har nylig satt fokus på området gjennom sin bioressursstrategi. Det er flere sterke forskningsmiljøer innen grønn sektor i Norge blant annet på NMBU i Ås, hvor virksomheten ved den tidligere veterinærhøgskolen også inngår, og hvor NIBIO og NOFIMA er lokalisert i umiddelbar nærhet. Men for å lykkes med å realisere verdiskapingspotensialet, er man i stor grad avhengig av kommersiell kompetanse. Næringen melder om et behov for mer kommersialiseringskompetanse. Avlsbedriftene Geno, Norsvin og Graminor utgjør et kommersielt tyngdepunkt i Hamar-regionen hvor også bioøkonomi klyngen Heidner er lokalisert. Tettere samarbeid i innovasjonskjeden, samt kunnskap og implementering av digitale verktøy kan imidlertid være med på å få fortgang i verdiskapingsprosessen. Bioøkonomisenteret Biosmia på Hamar sier de har en ambisjon om å ta en nasjonal rolle i utviklingen av bioøkonomien, blant annet ved å øke samarbeidet mellom forskningsaktører og kommersialiseringsleddet.

### Industriell næring

Den industrielle bioteknologinæringen i Norge preges av få kommersielle aktører og tradisjonell drift. Mulighetsrommet som ligger i å nyttiggjøre seg norske bioressurser er enormt. Digitale verktøy som kan behandle stordata, generere kunnskap om- og predikere egenskaper til biologiske stoffer kan være nyttig både når det gjelder produktutvikling, produksjonsprosessen og anvendelsesmuligheter. Men i følge intervju med næringsklyngen Norsk nettverk for industriell bioteknologi benyttes per i dag digitale verktøy for det meste innen akademia og i FoU sektoren.

#### Liten bevissthet rundt mulighetene av digital bioteknologi

Kjemi og prosessindustri er den bransjen hvor flest aktører oppgir at digital bioteknologi er irrelevant (data ikke vist). Intervjuer med aktører innen bransjen kunne forklare dette med at bedriftenes fokus i stor grad dreier seg om tradisjonell produksjon av råstoff. Det oppgis liten bevissthet rundt markedsmuligheter for å benytte råvarer (f eks enzymteknologi) til nye produkter og løsninger. Det er mangel på kompetanse innen digital bioteknologi i de fleste av de tradisjonelle industribedriftene. Borregård er den største aktøren innen sektoren, som blant annet satser på bioraffinering av trevirke. Innenfor feltet sees imidlertid en rask økning av datatilfang, hvor behovene for digital bioteknologi antas å ville melde seg.

#### En skog av muligheter – biomasse for fremtiden

En skog av muligheter - biomasse for fremtiden. Norsk tømmer er en viktig naturressurs, og med ny kunnskap kan enda mer verdiskaping hentes ut gjennom nye produkter og løsninger. I prosjektet BioMim – Advancing biomass technology, ledet av NIBIO, utforskes naturens egne metoder for nedbrytning av lignocellulose, hovedkomponenten i trevirke. I prosjektet imiteres mekanismer utnyttet av brunråtesopp. Når vi bryter ned trevirket, bruker vi enzymer. Men uansett hvor gode disse er, så må trevirket forbehandles for at enzymene skal komme til å gjøre nedbrytingsjobben. I naturen gjør brunråtesoppen den oppgaven. Man vet at brunråtesoppene har få enzymer, men at disse er svært effektive. I BioMim prosjektet skal vi å finne ut hvordan. I prosjektet samarbeider industrielle aktører med interesse for nedbrytning og bioraffinering, som Borregård, og aktører som vil bevare og beskytte trevirket med miljøvennlig trebeskyttelse, som Kebony. (Gry Alfredsen, Nibio).

### Bedriftene burde utnytte forskningsmiljøene

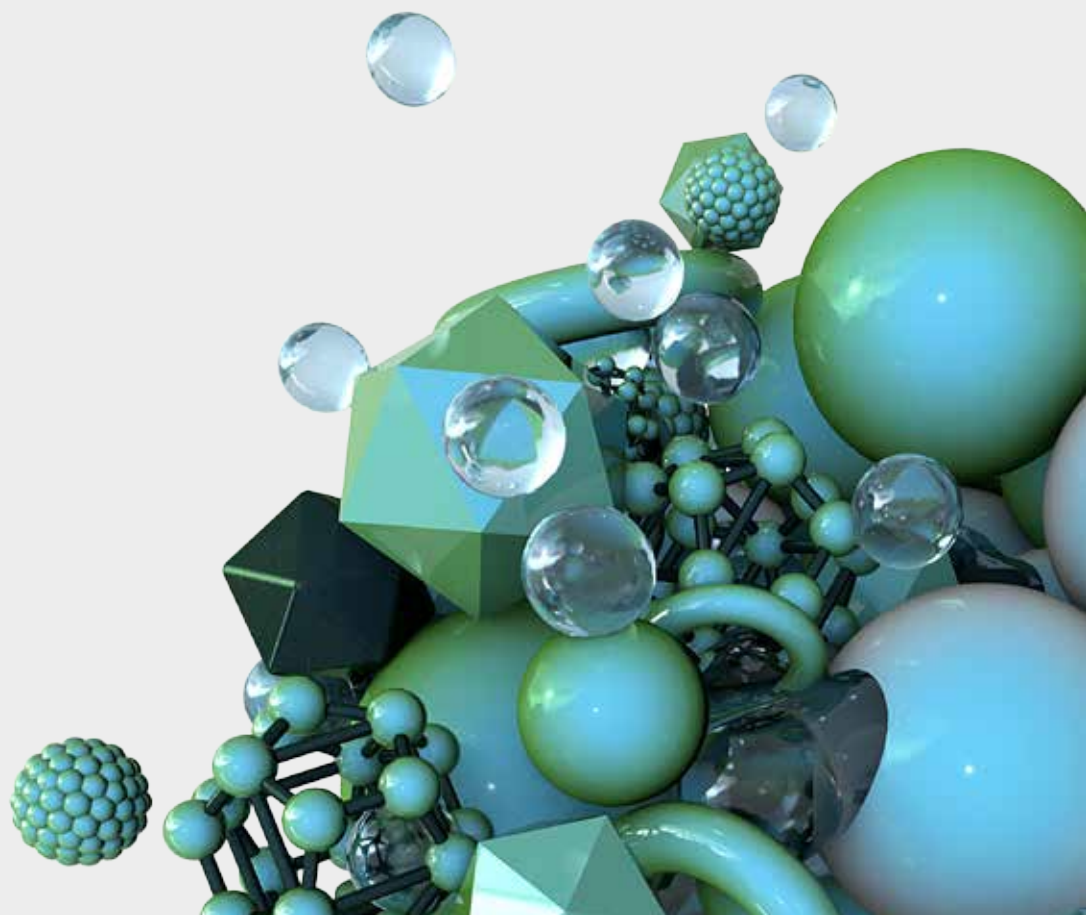
Selv om kunnskap og kompetanse knyttet til digital bioteknologi ikke ser ut til å være kommet langt innen de fleste tradisjonelle bedrifter, så finnes det mye kompetanse omkring utnyttelse av bioressurser i FoU miljøene og blant større bedrifter som Borregård. Mange av SMBene har mangel på tid og ressurser, og opplever at kunnskapsinnhenting fra nye fagområder som bioraffinering, systembiologi og syntetisk biologi virker uoverkommelig og krever for mye innsats. I slike tilfeller burde bedriftene benytte seg av kompetansen som finnes i akademia og i FoU institusjonene.

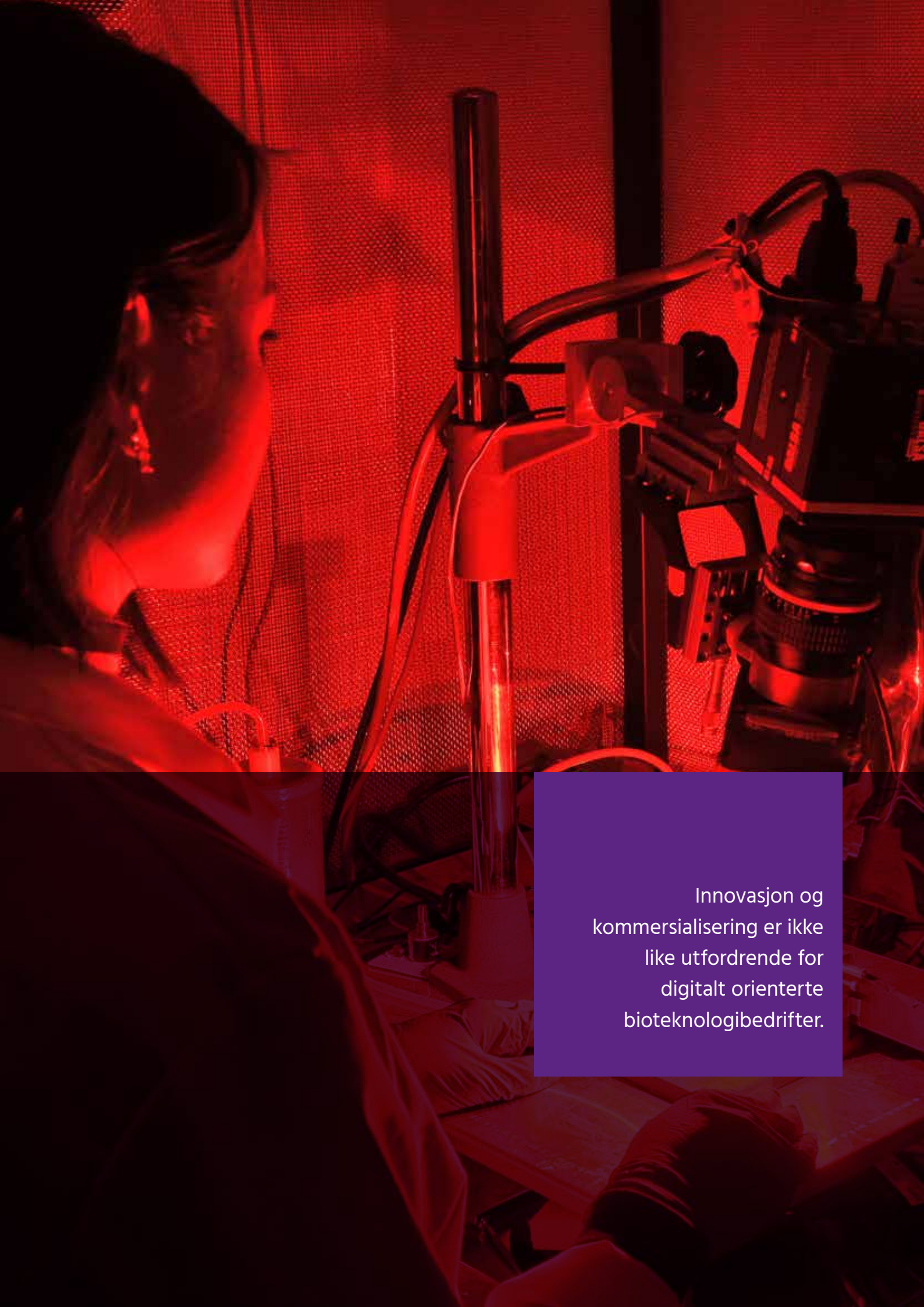
### Digital kompetanse

De fleste av FoU miljøene oppgir imidlertid et stadig større behov for digital kompetanse innen bioinformatikk og statistikk. Det synes også å være nødvendig å synliggjøre bedre ovenfor bedriftene at tilgjengelige digitale bioteknologier og kunnskap om feltet kan brukes for å nyttiggjøre seg av mulighetene.

#### Lagring av data i DNA

Digital bioteknologi handler om å transformere disipliner og skape helt nye anvendelser. Det skjer ikke bare ved digitalisering av bioteknologi, det kan også gå andre veien: «Biologisering» av IKT. Et spennende eksempel på denne type transformativ innovasjon finner vi hos Microsoft, som arbeider med å utvikle løsninger for lagring av data i DNA. I et av våre intervjuer med Microsoft i Norge, kom det frem at Microsoft samarbeider tett med flere internasjonale bioteknologiske fagmiljøer med sikte på å utvikle digital DNA som fremtidens lagringsmedium. (For mer informasjon se <http://www.nature.com/news/how-dna-could-store-all-the-world-s-data-1.20496>)





Innovasjon og  
kommersialisering er ikke  
like utfordrende for  
digitalt orienterte  
bioteknologibedrifter.

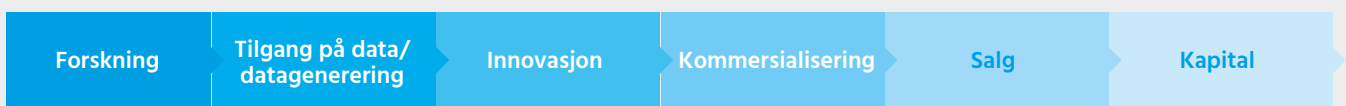
# Utfordringer i innovasjonsprosesser

De største utfordringer i næringsutvikling er forskning, innovasjon og kommersialisering. Digitale teknologier og kompetanse vil kunne løse noen av de tradisjonelle utfordringene knyttet til næringsutvikling innen bioteknologien, som langt utviklingsløp og høye kostnader. Økt integrering av digital kompetanse kan øke innovasjonsevnen og verdiskapingen.

Mulighetsrommet for verdiskaping innen bioteknologi er enormt og kan gi løsninger på globale samfunnsutfordringer knyttet til mat, klima og helse. Det er kanskje derfor at bioteknologi er den næringen de fleste nasjoner ønsker seg vekst i. Selv om oppsiden ved å lykkes kommersielt med bioteknologiske produkter og løsninger er store, så skiller bioteknologi seg fra de fleste andre næringer når det gjelder utfordringer knyttet til innovasjon og marked. Det har vist seg svært vanskelig å skape en sterk bioteknologinæring i Norge, selv om det finnes suksesshistorier som Algeta og Pharmaq.

Flere rapporter har pekt på utfordringer som et langt løp fra idé til marked, usikkerhet knyttet til utviklingsprosjekter og risiko ved investering i bioteknologi-intensive bedrifter<sup>12</sup>. Tidligere undersøkelser har imidlertid fokusert på utfordringer sent i verdikjeden som kommersialisering og kapital. For å få et helhetsbilde av utfordringer i hele innovasjonskjeden og mellom de ulike aktørene, har denne undersøkelsen også kartlagt utfordringer helt i starten av verdikjeden. Figur 9 viser inndelingen av utfordringer i de ulike stadier av innovasjonsprosessen.

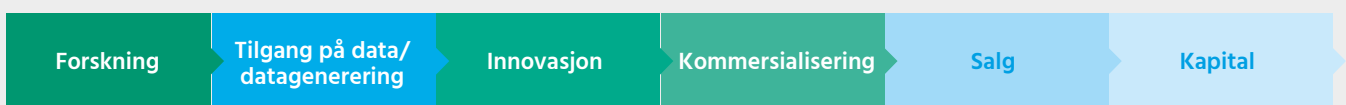
Figur 9. Kartlegging av utfordringer blant aktørene er delt opp etter de ulike leddene i innovasjonskjeden fra forskning til kapital.



## Forskning, innovasjon og kommersialisering er utfordrende

Spennet i utvalget av bedrifter bidrar til at de har sitt tyngdepunkt i ulike deler av kjeden og derfor har ulike utfordringer. Samtidig vil det i forskningsintensive næringer forventes sterk kobling mellom veien til markedet og forskning. Undersøkelsen bekrefter dette, og tematikken er videre belyst i intervjuer med relevante aktører. Bedriftene oppgir at forskning, innovasjon og kommersialisering er de største utfordringene i innovasjonsprosessen (Figur 10 og 11).

Figur 10. Forskning, innovasjon og kommersialisering oppgis som de største utfordringer til bedriftene.



<sup>12</sup> BioVerdi rapporten- Slik kan bioøkonomien bli den nye oljen (2014), Verdiskaping i helsenæringen. Menon publisasjon 27/2016.

### Utfordringer knyttet til forskning

Bedriftene opplever selve forskningsleddet som svært krevende (Figur 11). Innspill fra aktørene i intervjuer var mangel på tid og ressurser til forskning, og at dette gis en lavere prioritet enn ønskelig. Den raske utviklingen av fagområdene i kombinasjon med stadig ny teknologi krever både tilpasset kompetanse og betydelig med forskningsmidler for å holde tritt. Samtidig øker kompleksiteten, som skaper behov for tverrfaglighet og hvor kompetanse ofte må innhentes utenfor egen virksomhet. I tillegg er forsknings- og utviklings prosjekter forbundet med høy risiko, og mange bedrifter ønsker ikke å bære risiko og kostnader alene. Dette gjenspeiler trenden man har sett de siste årene med at også store selskaper, blant annet innen farmasøytisk industri, reduserer sin egen forskningsinnsats og søker eksternt samarbeid. Her ligger også et mulighetsrom for verdiskaping da større industrielle aktører øker oppmerksomheten utad mot forskningsmiljøer og oppstartsfirmar.

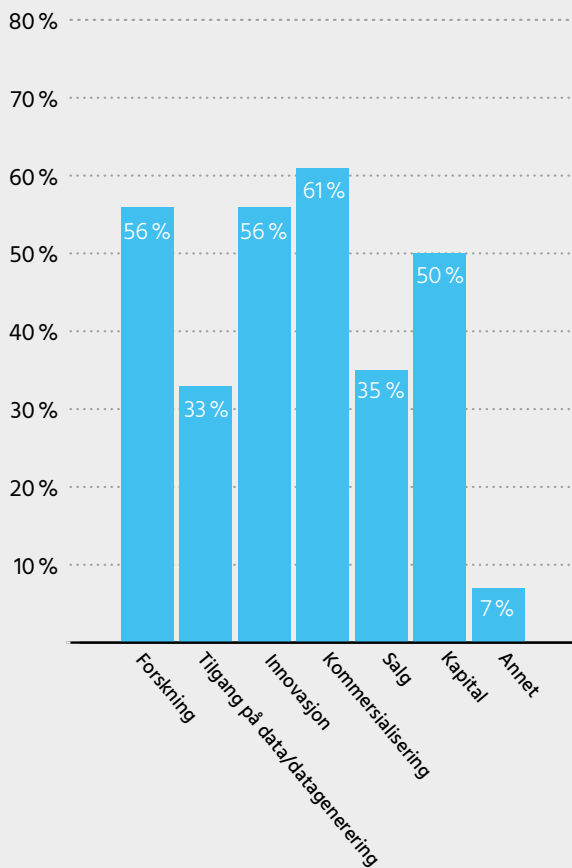
### Utfordringer knyttet til innovasjon

Nyskaping innebærer risiko. Risiko for feiling av FoU prosjekter, utprøving av ny teknologi og tjenester, samt en tidskrevende prosess mht. regulatorisk dokumentasjon er typiske utfordringer som aktørene gir uttrykk for i intervjuer. Bioteknologisk innovasjon er som kjent forbundet med høy risiko. Det er likevel viktig med gode rammevilkår som risikokapital og rådgivning. Fra myndighetssiden er det lagt til rette for regulatorisk rådgivning omkring legemiddelinnovasjon. VIRIL (Veiledning og Råd I Legemiddelutvikling) er en satsning på Legemiddelverket som tar sikte på å gjøre vitenskapelig og regulatoriske veiledninger i alle faser av legemiddelets livsløp mer tilgjengelig for brukere. En av de strategiske anbefalingene i HO21 er at Legemiddelverket får mandat og ressurser til å etablere innovasjonskontor for å veilede norske bedrifter som driver legemiddelutvikling. Legemiddelverket opplever økt etterspørsel for sin rådgivningstjeneste, som de nå ønsker å utvide og synliggjøre bedre. Det påpekes også et behov for å synliggjøre tjenesten ovenfor forskningsmiljøer i akademia og sykehus.

### Utfordringer knyttet til kommersialisering

Mangel på industriaktører i norsk bioteknologisektor kan være en grunn til at kommersialiseringsleddet oppleves som vanskelig. Unntaket er kanskje marin sektor hvor de marine industrimiljøene langs kysten har vokst seg sterke gjennom å kombinere den lokale tilgangen på råvarer med utviklingen av verdensledende kompetanse om produksjon og marked. Flere forskningsinstitusjoner og SMBer, særlig innen landbrukssektoren uttrykte et kompetansebehov innen produktutvikling, kommersialisering og marked.

Figur 11. De ulike områdene i innovasjonskjeden som oppleves utfordrende for bedriftene.



Denne kompetansen er avgjørende for å realisere verdiskapingspotensialet fra forskningskonsepter. Markedsorientert kompetanse bør inkluderes tidlig i FoU prosjekter. I små FoU intensive bedrifter, som vi finner mange av i helsenæringen, er ikke alltid denne kompetansen tilgjengelig i virksomheten, og det kreves ressurser for å innhente kommersiell kompetanse enten i form av samarbeid eller ansettelser. Mange hevder at biofarmasi-næringen i Norge i dag ikke hadde eksistert dersom vi ikke tidligere har hatt stor farmasøytisk industri i Norge som har bidratt til å utvikle lokal kompetanse innen feltet. Ikke overraskende opplever SMBer kommersialisering som betydelig mer utfordrende enn større bedrifter gjør (63 % vs. 47 %) (Figur 12).

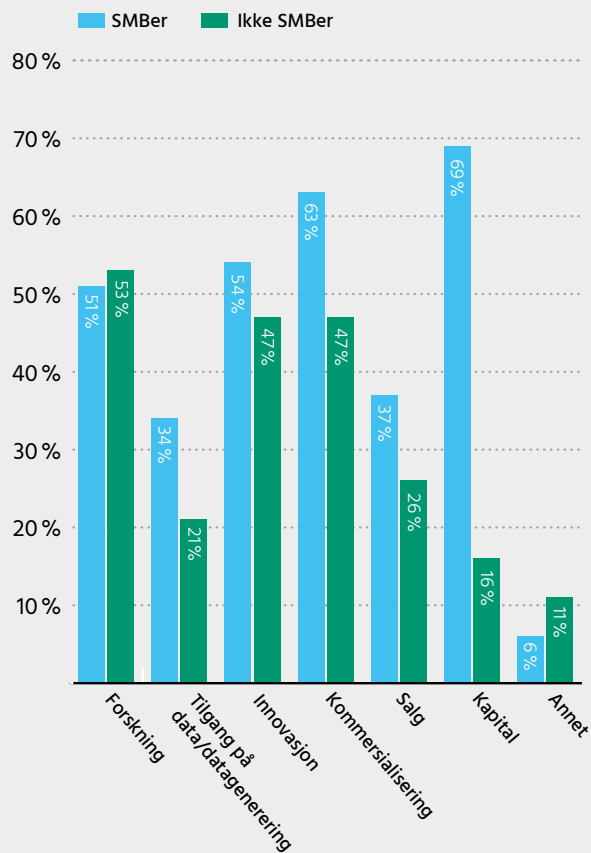
### Kapital er mest utfordrende for SMBer

Sammenlignet med de store bedriftene oppgir SMBene tilgang på kapital som betydelig mer utfordrende i innovasjonsprosessen (69 % vs. 16 %) (Figur 12). Dette bekrefter hva tidligere undersøkelser har vist om utfordringer rundt privat kapitaltilgang i tidlig-fase selskaper<sup>13</sup>.

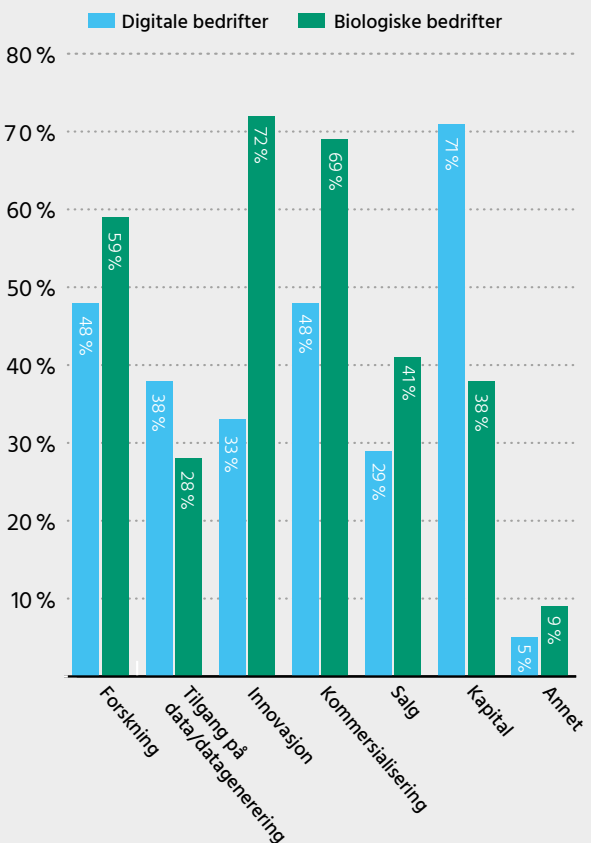
<sup>13</sup> BioVerdi rapporten- Slik kan bioøkonomien bli den nye oljen (2014), Verdiskaping i helsenæringen. Menon publikasjon 27/2016.



Figur 12. Utfordringer i innovasjonskjeden for store bedrifter sammenlignet med SMBer.



Figur 13. Utfordringer i innovasjonsprosessen for digitalt-orienterte bedrifter sammenlignet med biologisk-orienterte bedrifter.



### Innovasjon og kommersialisering er ikke like utfordrende for digitalt orienterte bedrifter

Undersøkelsen avdekker også forskjeller mellom de digitalt- og biologisk orienterte bedriftene. Tilgang på kapital oppgis som den største utfordringen for de digitalt orienterte bedriftene, mens innovasjon og kommersialisering oppleves som betydelig mindre utfordrende (Figur 13). Digitale aktører uttrykker i intervjuer at innovasjon og kommersialisering ikke sees på som like utfordrende som hos biologisk orienterte SMBer. Utviklingsløp for digitale teknologier er ofte raskere, og preges av en sterk tradisjon for å tenke marked og forretningskonsept tidlig i prosessen. Flere av de store IT selskapene, som Microsoft og IBM er tilstede i Norge og satser nå innen digital helse. I tillegg har det vært en vekst av norske bedrifter som utvikler medisinsk teknologi. En tettere interaksjon mellom bransjene og økt digital kompetanse innen bionæringene vil ikke bare kunne styrke den bioteknologiske utviklingen, men også være fordelaktig ut fra et innovasjons- og kommersialiseringsperspektiv.

### Digitale partnere som mentorer for nordiske helsebedrifter

Det finske selskapet Vertical hjelper oppstartsbedrifter som har nye ideer innen helsesektoren i Norden. Lovende bedrifter blir årlig valgt ut til å motta støtte til utvikling av forretningsplaner og rådgivning fra mentorer. Samsung er en av partnerne som ser verdiskapingspotensialene innen digital helse, og som bidrar som mentor ved å hjelpe med forretningsmessige kompetanse og kunnskap, og dele tekniske løsninger og produkter for å utvikle ideene. ([www.Vertical.Vc](http://www.Vertical.Vc))

### Kapital og tilgang på data er spesielt vanskelig for medisin og helsesektoren

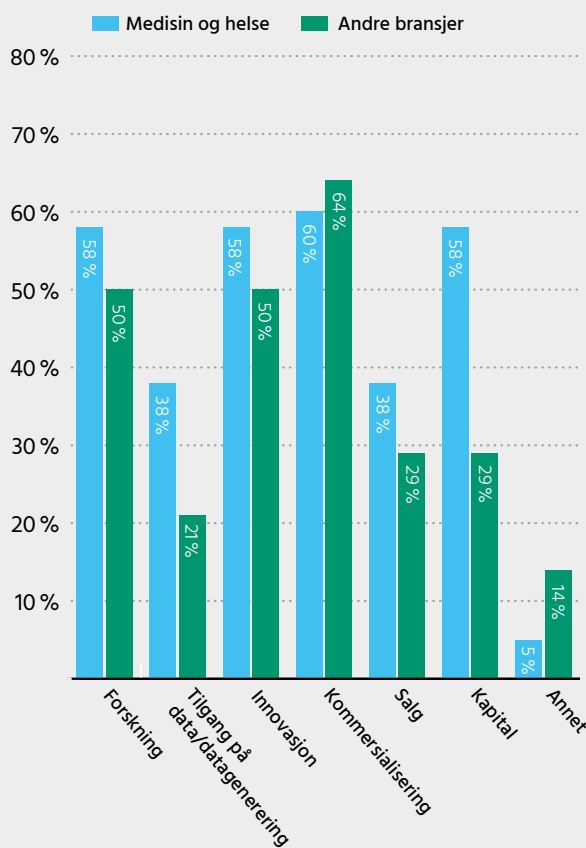
Kapital og tilgang på data påpekes som en betydelig større utfordring for helsesektoren enn for de andre sektorene (Figur 14). Tilgang til kapital har blitt beskrevet som den største flaskehalsen for verdiskaping innen helsenæringen<sup>14</sup>.

Vanskelig tilgang til norske helse- og registerdata blir omtalt som en hindring for forskning og verdiskaping<sup>15</sup>. Størst er utfordringen for forskere som ønsker tilgang til flere registre, hvor ulike systemer og prosedyrer fører til en lang og byråkratisk saksbehandling. Et rigid og fragmentert regelverk har fått mye av skylden for at vi ikke har klart å nyttiggjøre verdiskapingspotensialene som ligger i det store datatilfanget.

Det har også blitt påpekt en kultur i forskningsinstitusjoner og sykehus hvor såkalte «datahuggers» ikke ønsker å dele informasjon. De unike norske helsedataene har flere ganger fått interesse fra internasjonal legemiddelindustri. Men kommersialisering og innovasjon var nok ikke i tankene da mange av helseundersøkelsene ble utført. Biobank Norge 2 arbeider med å utvikle en felles, bærekraftig nasjonal modell og et rammeverk for innovasjon og industri-forskningssamarbeid med utspring i norske biobanker (og skal i mars 2017 avgi en delrapport til Helsedatautvalgets innstilling, se under). Plattformen skal sikre profesjonell håndtering av data hvor personvern ivaretas. Dette mottaksapparatet for internasjonal industri og forskere skal sikre forsvarlig utnyttelse av helse- og registerdata.

Bedre tilgjengeliggjøring og brukervennlighet vil kunne føre til at Norge igjen blir et land industrien vil satse i. Norske politikere ser nå verdiskapingspotensialet i helsedata, og det jobbes på flere plan for å utnytte og tilgjengelig gjøre data på en forsvarlig måte. Helse og omsorgsdepartementet har oppnevnt et ekspertutvalg, Helsedatautvalget, som skal utrede et bedre og mer effektivt system for behandling av helsedata. Utvalget vil levere en rapport på dette arbeidet i juni 2017. I følge intervjuer med myndighetsaktører er tilgang til helsedata allerede i ferd med å bedre seg, mye pga. krav til deling, økt konsortiesamarbeid og en open access-trend knyttet til FoU.

Figur 14. Utfordringer i innovasjonsprosessen for bedrifter i medisin og helsesektoren sammenlignet med andre bransjer.



#### Enklere tilgang – mer forskning

Forskningsrådet lanserte i desember 2016 rapporten «Enklere tilgang – mer forskning. Status og forbedringsmuligheter for norske persondata til helseforskning». Rapporten gir en oversikt over status og hindre for god bruk av norske persondata i helseforskning. Det gis også anbefalinger om hvordan utfordringene kan løses på en helhetlig måte for Norge. Rapporten ble 1. mars 2017 fulgt opp med en avtale mellom Forskningsrådet og e-Helsedirektoratet som skal legge til rette for utvikling av en «helseanalyseplattform som gavner forskning».

<sup>14</sup> Verdiskaping i helsenæringen, Menon-publikasjon NR 27/2016.

<sup>15</sup> Enklere tilgang- mer forskning. Status og forbedringsmuligheter for norske persondata til helseforskning. Forskningsrådet (2016).

### Størst behov for kontakt med investorer

En forutsetning for å lykkes med løpet fra forskning til innovasjon, er god kontakt og samhandling med hele verdikjeden. Figur 15 viser aktørenes behov for kontakt med de ulike leddene i innovasjonskjeden. Det er en klar økning i udekkede behov utover i kjeden mot investorleddet. 15 % av utvalget har et behov for kontakt med investorleddet (Figur 15). Dette gjenspeiler utfordringene som oppgis blant aktørene omkring tilgang til kapital, og det faktum at det finnes svært få institusjonelle investormiljøer som satser innen livsvitenskap og bioteknologi i Norge.

Sammenlignet med de fleste andre næringer er bioteknologi-intensive bedrifter ofte preget av lange utviklingsløp knyttet til teknologi og produktutvikling, som gjerne fører med seg lange perioder med negative kontantstrømmer. Det er også høy risiko for at FoU prosjekter i bioteknologi feiler. Usikkerhet om lønnsomhetspotensialet og mangel på suksesshistorier har bidratt til at investorene velger andre sektorer. Mangel på kapital bidrar til at evnen til å omsette forskningsresultater i kommersielle produkter svekkes. Det fører også til at små bedrifter ikke klarer å vokse seg større. Offentlige virkemidler blir desto viktigere for bedriftene. Rammevilkårene må innrettes slik at de bidrar til større risikoavlastning, og på sikt stimulerer til en oppbygging av et miljø med kompetente private bioteknologi-investorer.

### Digitalisering kan løse tradisjonelle utfordringer knyttet til næringsutvikling i bioteknologi

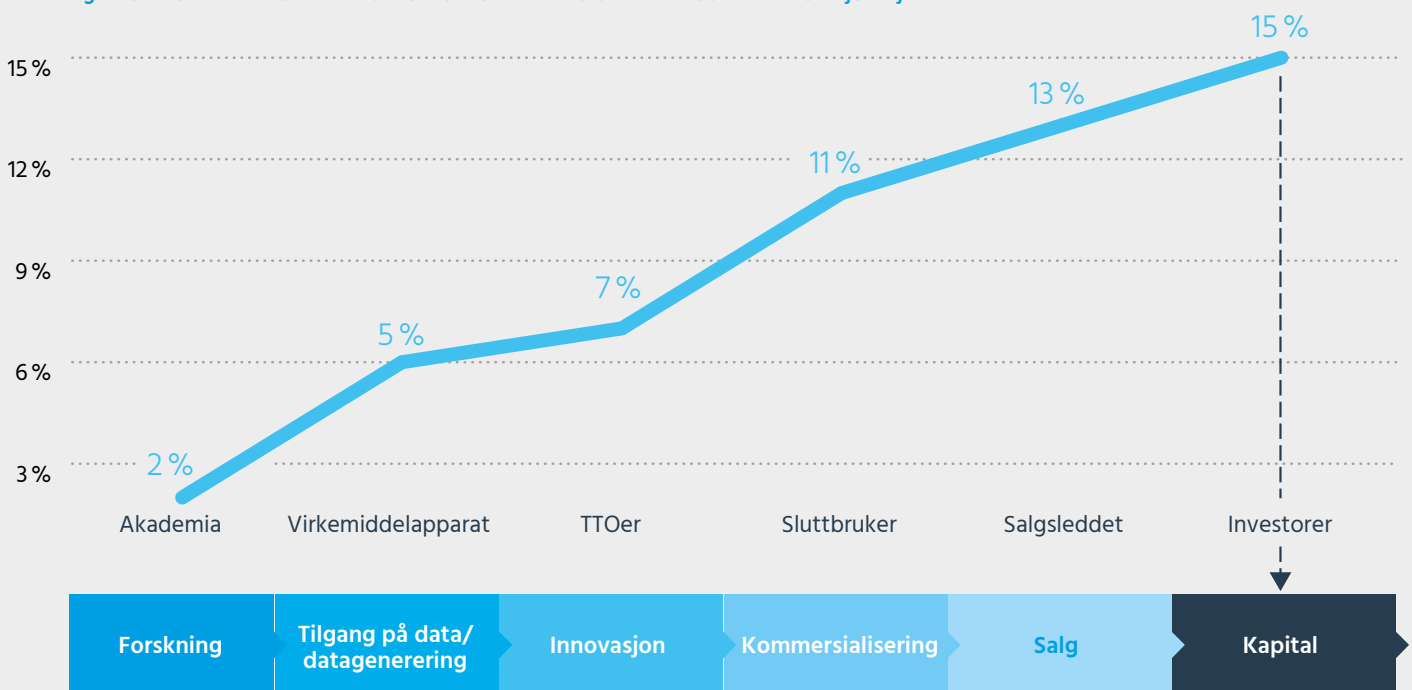
Integrering av digitale teknologier vil kunne løse en del av de tradisjonelle utfordringene knyttet til bioteknologi-intensive bedrifter som langt utviklingsløp og høye kostnader. Digitaliseringen kan gi raskere datatilfang og analyse, raskere konseptavklaring, effektivisere produksjonen og forbedre produktkvaliteten.

Stadig lavere kostnader knyttet til bruk av teknologiene skaper dessuten en helt unik situasjon for lønnsomhet og forretningsutvikling. Dette er grunner til at internasjonale investormiljøer har fått økende interesse for digital bioteknologi.

#### Internasjonale investorer griper muligheter innen digital bioteknologi

Internasjonale investorfond viser økende interesse for digital bioteknologi. Eksempler på miljøer som ser kommersielle muligheter innenfor dette fremtidsrettede feltet er Andreessen Horowitz, Gates Foundation, Khosla Ventures og Illumina Ventures (USA). I Norge observeres det en økende oppmerksomhet for digital helse blant flere investormiljøer. IBM Watson er en stor internasjonal aktør som ønsker å samarbeide med det norske kreftforskningsmiljøet tilknyttet Oslo Cancer Cluster.

Figur 15. Bedriftenes udekkede behov for kontakt med de ulike leddene i innovasjonskjeden.

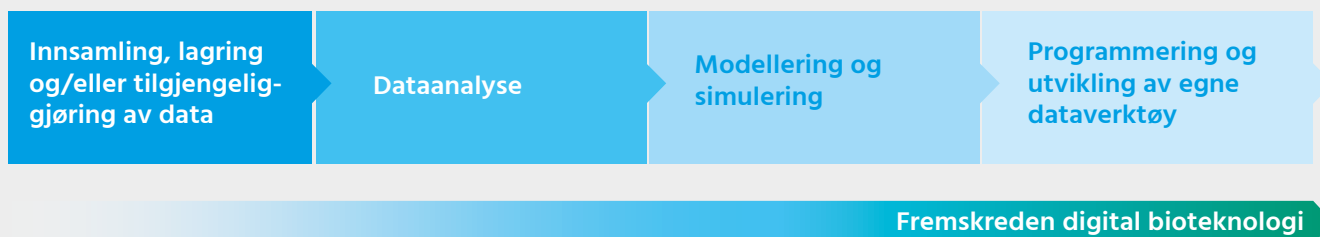



# Digitale kompetanseområder og behov

Vi har kartlagt de ulike digitale kompetanseområdene som er viktig for aktørene, og deres udekkede behov. Det er tatt utgangspunkt i fire spesifikke kompetanseområder knyttet til biologiske data: Innsamling, analyse, modellering/simulering og programmering. Forskningsaktørene har kommet lengre enn bedriftene i bruken av avanserte digitale verktøy som modellering og programmering. SMBer ligger lengst etter når det gjelder digital kompetanse og implementering av digitale verktøy blant bedriftene. Kompetansebehovet antas å ville øke også i næringslivet.

Digital bioteknologi er i denne undersøkelsen definert som innhenting og nyttiggjøring av biologiske data innen helse, havbruk, landbruk og industri. Begrepet omfatter både enklere databehandling og analyse, og mer avanserte beregningsorienterte metoder som modellering og utvikling av egne dataverktøy. Selv om det er de mer beregningsorienterte metodene vi først og fremst assosierer med digitalt liv, så har det vært viktig å gi en bredere definisjon av digital bioteknologi i undersøkelsen. Hensikten har vært å også inkludere aktører som behandler biologiske data, men som av ulike grunner ikke benytter de mest avanserte digitale verktøyene per i dag. Aktørene har oppgitt hvilke av de digitale kompetanseområder, beskrevet i Figur 16, som anses viktig for virksomheten. Udekkede behov innen digitale kompetanseområder er også kartlagt.

Figur 16. Kategorisering av ulike digitale kompetanseområder, fra enklere til mer framskreden teknologi.





Over 90 % av alle  
forsknings aktører og  
bedrifter i populasjonen  
oppgir at datainnsamling  
og dataanalyse er viktig  
for deres virksomhet

### Datainnsamling og analyse er viktigst for aktørene

Over 90 % av alle forskningsaktører og bedrifter i populasjonen oppgir at datainnsamling og dataanalyse er viktig for deres virksomhet (Figur 17). Resultatet viser at biologiske data er verdifull informasjon som benyttes videre til analyser både innen FoU og i markedsleddet.

### Modellering og programmering er mer viktig for forskningsaktørene

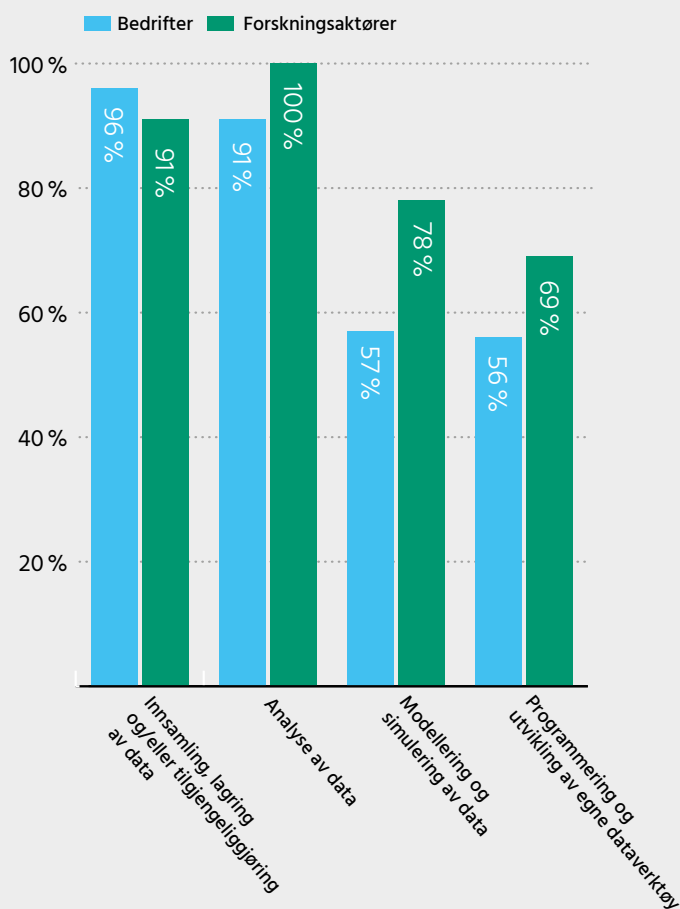
Mer avanserte digitale metoder som modellering, simulering og programmering oppgis generelt som mindre viktige for respondentene enn enklere metoder (Figur 17). Drøyt halvparten av bedriftene oppgir disse verktøyene som viktige. Av forskningsaktørene oppgir 78 % modellering og simulering som viktig mens 69 % oppgir at programmering og utvikling av egne dataverktøy er viktig for deres forskning (Figur 17). Resultatet kan bety at forskningsaktørene har kommet lengre enn bedriftene i å plukke opp den «digitale trenden», og at mange bedrifter i dag ikke er seg bevisste verdiskapingspotensialet som ligger i å benytte beregningsorienterte tilnærminger. Denne tolkningen ble støttet i flere av intervjuene.

En lavere relevans for utvikling av egne dataverktøy i bedriftene kan imidlertid forventes. Bedriftene vil derimot trolig være raskere til å implementere metoder som har vist klar nytteverdi for virksomheten. Det kan også tenkes at tilgjengelige avanserte metoder ikke er tilpasset eller oppleves brukervennlige nok til å imøtekomme bedriftenes ulike behov. Dette skulle i så tilfelle gjenspeiles i et større digitalt kompetansebehov hos bedriftene enn blant forskningsaktørene, noe som ikke er tilfelle (Figur 18).

### Forskningsaktørene oppgir et større udekket behov for digital kompetanse

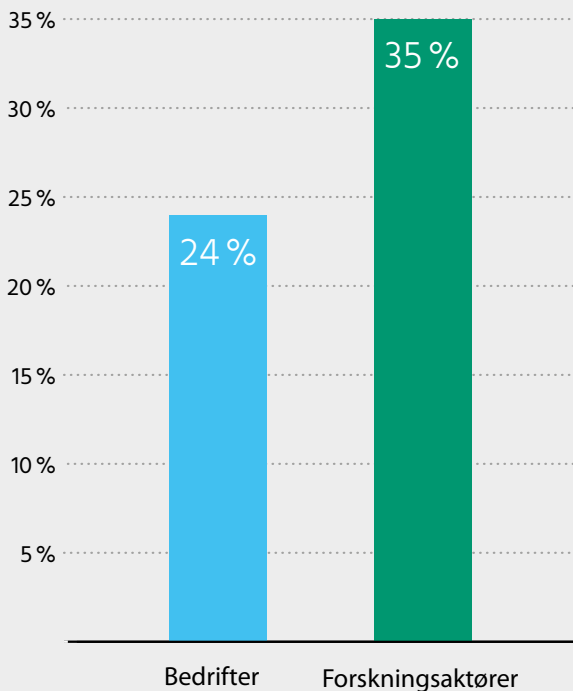
Det er et udekket behov for digital kompetanse blant aktørene. Forskningsaktørene oppgir et større udekket behov innenfor alle de digitale kompetanseområdene sammenlignet med bedriftene (35 % vs. 24 %) (Figur 18). Det er imidlertid ingen betydelige forskjeller i behov mellom de ulike digitale kompetanseområdene (data ikke vist). De fleste aktører gir uttrykk for at det var vanskelig å svare på spørsmål om fremtidige udekkede behov innenfor feltet. Mange bedrifter sier at den raske teknologiske utviklingen sannsynligvis kommer til å påvirke fremtidig konkurranse-dyktighet.

Figur 17. Bedrifter og forskningsaktører oppgir viktighet av ulike digitale områder.

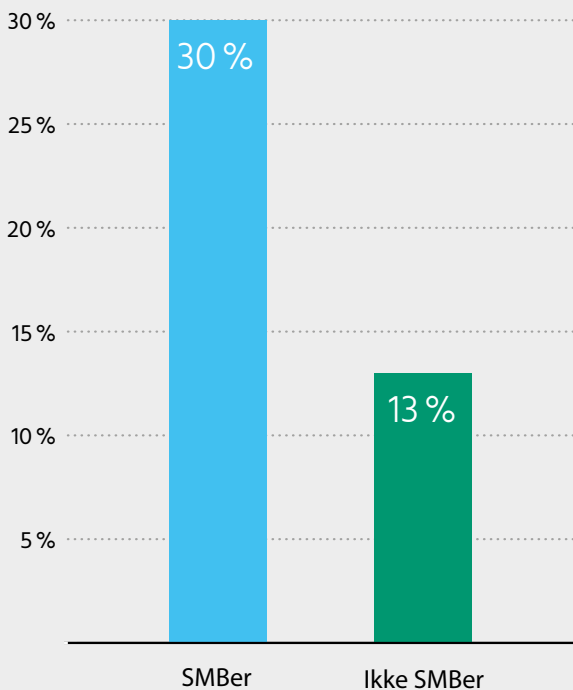


Myndighetsaktører innen helsesektoren sier at det per i dag er vanskelig å få tak i tilstrekkelig kompetanse innen bioinformatikk og statistikk.

Figur 18. Udekket behov for digital kompetanse blant bedrifter og forskningsaktører.



Figur 19. Udekket behov for digitale kompetanseområder blant SMBer og store bedrifter.



### SMBer har størst behov for digital kompetanse blant bedriftene

Det er store forskjeller i kompetansebehovene mellom større og mindre bedrifter. Av SMBene har 30 % et udekket behov for digital kompetanse sammenlignet med 13 % av de store bedriftene (Figur 19). En nærliggende forklaring som ble bekreftet gjennom intervjuer, er mangel på ressurser blant mindre bedrifter til å innhente kompetanse via intern opplæring, ansettelser eller outsourcing.

Det EU-finansierte tiltaket PERMIDES (omtalt på side 20) er et godt eksempel på en ordning som kan bidra til å skaffe digital kompetanse inn i norske SMBer innen biofarmasi. Oppbygning av forsknings- og utdanningsmiljøer som Computational Biology Unit ved UiB og Computing in Science Education ved UiO, vil på sikt løfte kompetanse i hele sektoren. Andre eksempler på digitale kompetansmiljøer og infrastrukturer er SIMULA (Oslo), IRES (Stavanger) og ELIXIR i Bergen, Oslo, Trondheim og Tromsø.

#### Digital bioteknologi

##### – Kompetanseområder og muligheter

Bioinformatikk er et veletablert fagfelt for behandling og analyse av biologiske data som tradisjonelt tar for seg gensekvenser av DNA, men i økende grad også andre biomolekyler (nukleinsyrer, proteiner, lipider, og metabolitter). Systembiologi tar dette til neste nivå. Her kartlegges alle cellens gener, proteiner, metabolitter og mulige kjemiske reaksjoner, som så modelleres i ett system. Modellen kan brukes til å f.eks simulere virkningen av legemidler på en kreftcelle eller finne optimal produksjon av insulin i en bakterie. Videre kommer mulighetene i analyse av stordata og datamaskiner med «kunstig intelligens». Med det økende datatilfanget genereres det store mengder ustrukturerte og heterogene data, hvor informatikk, matematikk og programmering er verktøy som brukes for å se sammenhenger og vurdere relevant informasjon.



Mye av potensialet for økt verdiskaping i bioøkonomien kan utløses gjennom mer samarbeid i verdikjeden og kunnskapsdeling på tvers av fagområder, næringer og sektorer

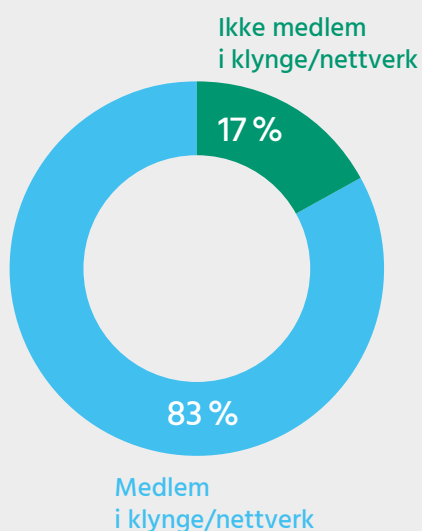




## Samarbeid og nettverk

Nesten alle aktørene er tilknyttet ett eller flere nettverk eller klynger, men oppgir at de ikke har tid og ressurser til nettverksbygging. Mange opplever for liten nytteverdi av nettverksarrangementer.

Figur 20. Fordeling av aktører som er tilknyttet en klynge eller et nettverk.



Mye av potensialet for økt verdiskaping i bioøkonomien kan utløses gjennom mer samarbeid i verdikjeden og kunnskapsdeling på tvers av fagområder, næringer og sektorer<sup>16</sup>.

De beste praksiseksempelene fra utenlandske samarbeidsmodeller omkring bioteknologisk innovasjon inkluderer ofte geografisk nærhet mellom forskningsaktører, bedrifter, virkemiddelapparat og kapital<sup>17</sup>. Norges vitenskapsintensive bioøkonomi preges imidlertid av mangel på kritisk masse og stor geografisk spredning av aktørene. Det finnes likevel geografiske sentere av nettverk for de fleste av sektorene. Majoriteten av helseaktørene befinner seg i Oslo regionen, med sterke klyngenettverk som Oslo Medtech og Oslo Cancer Cluster (OCC). Marine næringer er spredt langs norskekysten, men har et faglig tyngdepunkt i Tromsø. Landbruksaktørene er sentrert rundt Ås og i Hamar-regionen. Det har også i løpet av de siste par årene blitt opprettet nettverksinitiativer på tvers av sektorer innen livsvitenskap, som The Life Science Cluster (TLSC).

### De fleste aktørene er tilknyttet et nettverk

Av aktørene oppgir 83 % at de tilhører en eller flere klynger eller nettverk (Figur 20). Det er særlig nettverksorganisasjoner innenfor medisin og helse som OCC og Oslo Medtech som dominerer, noe som kan forklares med at majoriteten av populasjonen befinner seg innenfor denne sektoren. For øvrig oppgis tilknytning til Arena Heidner, TLSC, og diverse Arena og NCE klynger innenfor marin sektor.

<sup>16</sup> Regjeringens bioøkonomistrategi, Kjente ressurser – uante muligheter, 2016.

<sup>17</sup> BioVerdi rapporten – Slik kan bioøkonomien bli den nye oljen 2014



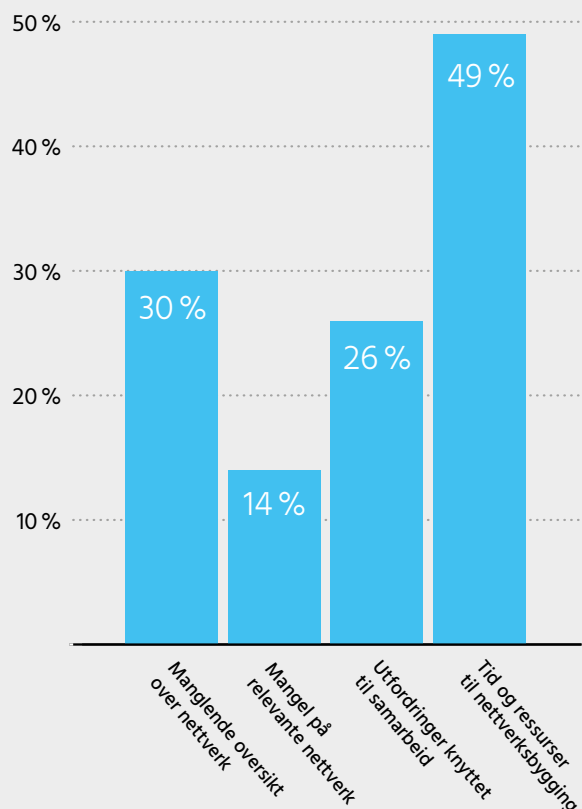
### Mangel på tid og ressurser til nettverk og partnerskap

På spørsmål om utfordringer knyttet til nettverk og samarbeid svarer 49 % av aktørene at de ikke har tid og ressurser til nettverksbygging (Figur 21). Selv om mange sier i intervjuer at nettverksmøter og klyngeaktivitet er viktig spesielt i bedriftens etableringsfase, så oppgir mange for liten nytteverdi av organiserte nettverksaktiviteter. Aktørene synes det er for mange initiativer, og at nettverksmøter enten blir for spesialiserte eller for generaliserte omkring innhold. Virksomhetene har som oftest fokus på spesifikke utfordringer og faglige problemstillinger som sjelden løses via nettverksaktiviteter.

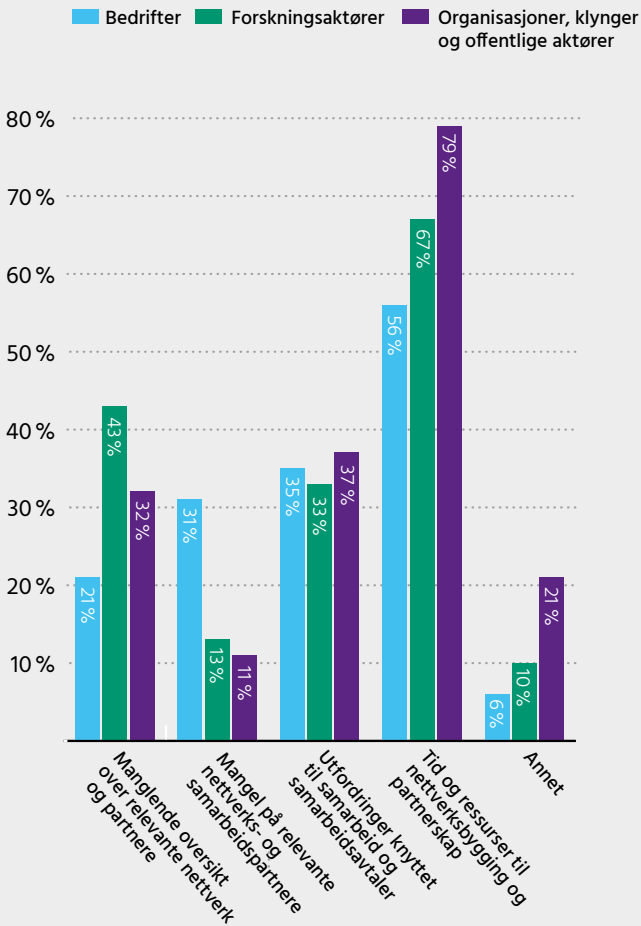
### Forskningsaktører mangler oversikt mens bedrifter mangler relevante samarbeidspartnere

Aktørgruppene vektlegger de ulike utfordringer knyttet til samarbeid og partnerskap relativt forskjellig (Figur 22). Organisasjonene opplever at tid og ressurser er mer utfordrende enn forskningsaktørene og bedriftene. Forskningsaktørene opplever manglende oversikt over relevante nettverk og partnere som mest problematisk blant aktørene, mens bedriftene oppgir størst mangel på relevante nettverk og samarbeidspartnere (Figur 22).

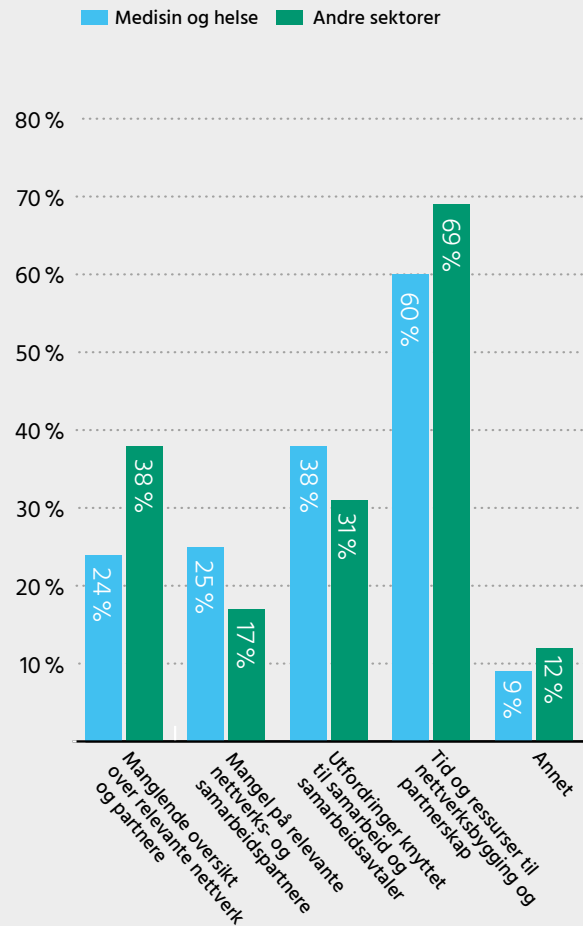
Figur 21. Aktørenes utfordringer knyttet til samarbeid og nettverk.



Figur 22. Utfordringer knyttet til samarbeid og nettverk for de ulike aktørgruppene. Søylene viser relative forskjeller blant aktørgruppene.



Figur 23. Utfordringer knyttet til samarbeid og nettverk for medisin og helse-sektoren sammenlignet med de andre bransjene (marin næring, mat og landbruk, industri og kunnskapsleverandører).



### Helseaktører har best oversikt over relevante nettverk og partnere

Aktører innen medisin- og helse sektoren opplever bedre oversikt over relevante nettverk og partnere enn aktører fra de andre sektorene (Figur 23). Av respondentene innen medisin og helse sektoren anså 24 % manglende oversikt som en utfordring vs. 38 % av aktørene fra de andre sektorene. Bedre oversikt over nettverk i helsesektoren kan skyldes sterke nettverksklynger og fagmiljøer som OCC, Oslo Medtech, Nansen Neurosciene, TLSC, UiO og OUS som alle befinner seg i Oslo regionen hvor majoriteten av de medisinske virksomhetene er lokalisert.



Kunnskap om digitale verktøy innen bioteknologi kan være en motor som stimulerer til økt samhandling på tvers av fagdisipliner, sektorer og bransjer.

# Aktørenes innspill til Digitalt Liv Norge

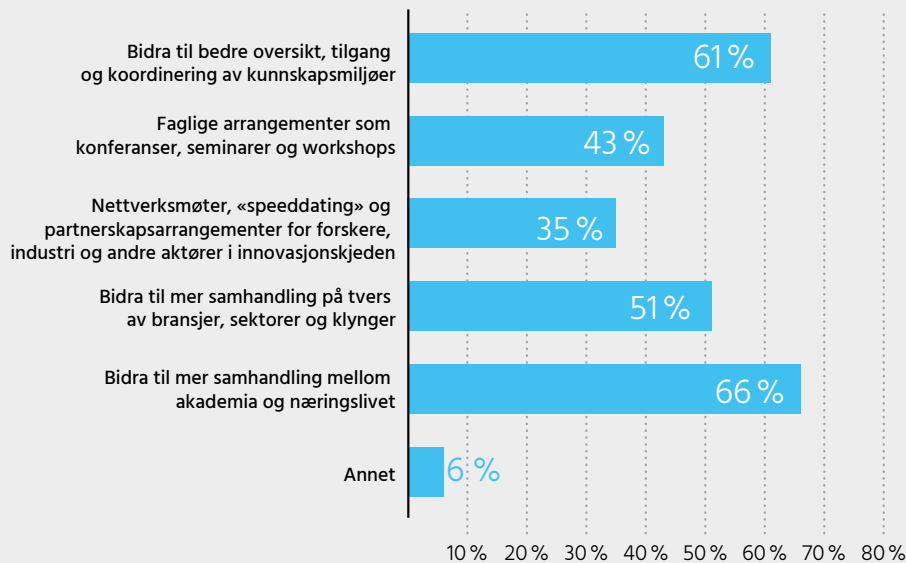
Aktørene mener at Digitalt Liv Norge bør fokusere på å gi bedre oversikt, koordinering og samhandling på tvers av bransjer og sektorer. Det er behov for bedre oversikt og samarbeid mellom de ulike kompetansemiljøene i Norge.

Bedriftene ønsker spesielt mer samhandling mellom akademia og næringsliv. DLN oppfordres til å støtte opp om eksisterende ressurser og strukturer, og koble disse til en bedre fungerende enhet. Kunnskap om digitale verktøy innen bioteknologi kan være en motor som stimulerer til økt samhandling på tvers av fagdisipliner, sektorer og bransjer.

Aktører ga innspill til hvordan DLN kan bistå interessenter og tilrettelegge for bioteknologisk forskning og innovasjon i Norge. Aktuelle tiltak som ble foreslått av DLN i spørreundersøkelsen var:

- Bidra til bedre oversikt, tilgang og koordinering av kunnskapsmiljøer
- Faglige arrangementer som konferanser, seminarer og workshops
- Nettverksmøter, «speed-dating» og partnerskapsarrangementer for forskere, industri og andre aktører i innovasjonkjeden
- Bidra til mer samhandling på tvers av bransjer, sektorer og klynger
- Bidra til mer samhandling mellom akademia og næringsliv

Figur 24. Aktørenes utfordringer knyttet til samarbeid og nettverk.



#### DLN bør fokusere på bedre oversikt, koordinering og samhandling

Majoriteten av aktørene mener at DLN bør fokusere på å gi bedre oversikt, koordinering og samhandling på tvers av bransjer og sektorer (Figur 24). Det ønskes dessuten mer samhandling mellom akademia og næringsliv. Aktørene ønsker minst fokus på nettverksmøter og partnerskapsarrangementer (Figur 24). I intervjuer sier flere at de synes det er for mange klynger og nettverksinitiativer med relativt små variasjoner omkring mål og virke, og at en bedre samkjøring av aktiviteter kunne vært hensiktsmessig. Det er behov for en bedre oversikt over de ulike initiativer og kompetansmiljøer. Bedre samkjøring mellom fagmiljøene er dessuten nødvendig for å skape synergier og unngå overlappende aktiviteter. DLN bør støtte opp om eksisterende ressurser og strukturer, og koble disse til en bedre fungerende enhet.

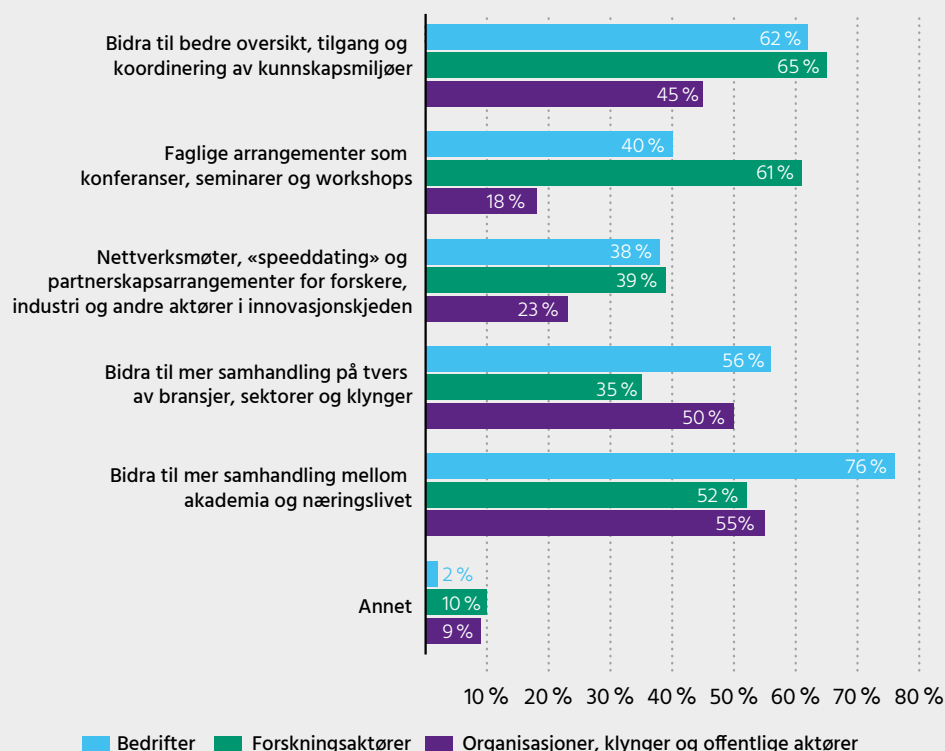
#### Bedriftene ønsker mer samhandling med akademia

Det er særlig bedriftene som ønsker mer samhandling med akademia og næringsliv. Av bedriftene ønsker 76 % mer samhandling mellom akademia og næringsliv, mens om lag halvparten av forsknings-aktørene og organisasjonene oppgir dette som et relevant fokusområde for DLN (Figur 25). Bedriftenes ønske om mer samhandling med akademia er kanskje noe overraskende ettersom dette ikke kom frem som et udekket behov i innovasjonskjeden (Figur 15). Flere bedrifter uttrykker imidlertid i intervjuer at kvalitetsforskning og kunnskap vil være viktig for fremtidig næringsutvikling, og at et faglig samarbeid med akademiske miljøer blir avgjørende.

Bedriftenes ønske om mer samhandling med akademia kan også til dels være knyttet til fordeling av offentlig støtte til FoU. Næringslivet har tidligere gitt tilbakemeldinger på spørsmål om mangler i den offentlige FoU støtten om for svake koblinger mellom forskning og næringsliv<sup>18</sup>. Bedre organisering av FoU støtte kan gi mer samfunnsøkonomisk nytte av forskningsmidlene.

<sup>18</sup> Regjeringens bioøkonomistrategi, Kjente ressurser – uante muligheter, 2016

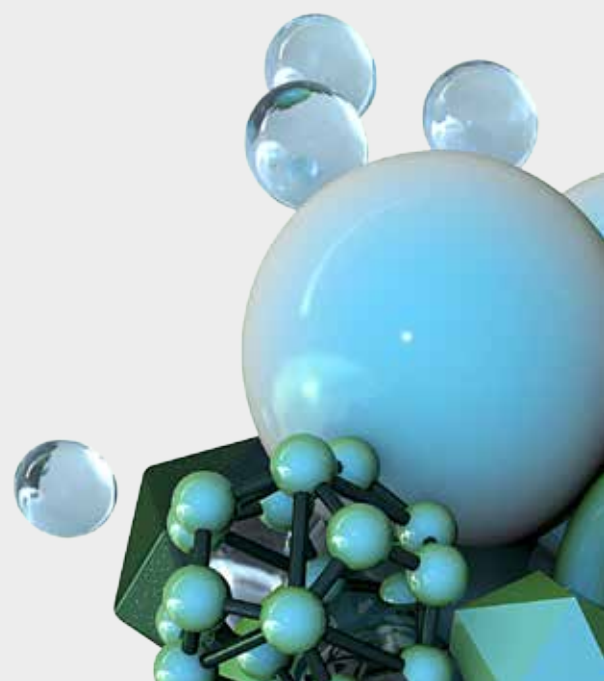
Figur 25. Respons fra de ulike aktørgruppene på aktuelle fokusområder for Digitalt Liv Norge.



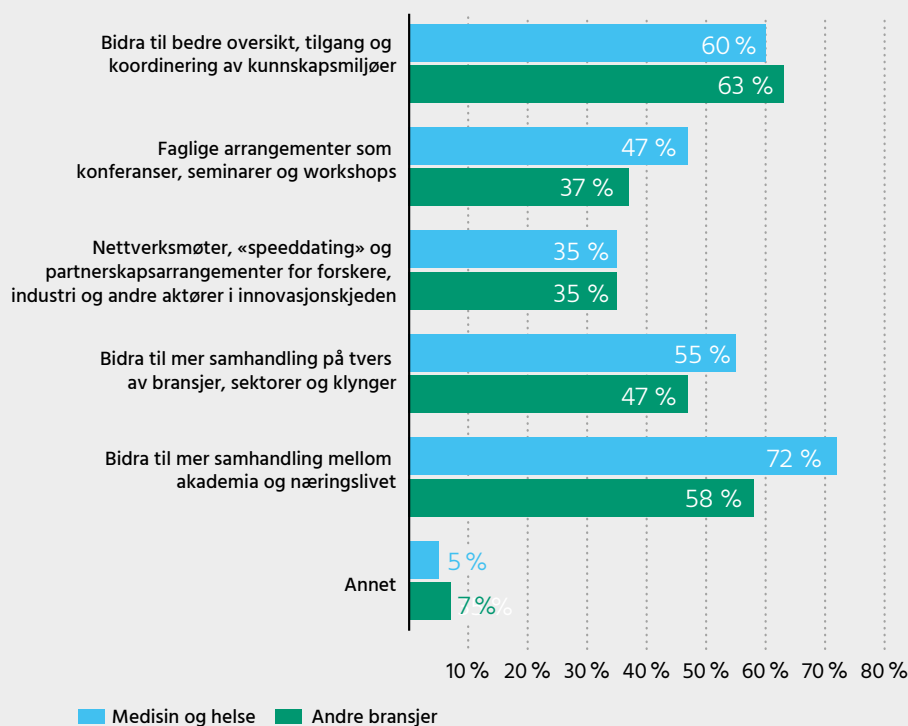
### Samhandling mellom akademia og næringslivet er viktigst for helsesektoren

Det er spesielt medisin- og helsesektoren som ønsker at DLN tilrettelegger for mer samhandling mellom akademia og næringsliv (Figur 26). Norsk helsevesen er i stor grad offentlig styrt. Flere aktører fra både akademia og næringslivet uttrykker i intervjuer at det burde bli en større aksept for at også private aktører får bidra med sin kompetanse innen akademiske institusjoner og sykehus. Mange private aktører opplever at de har mye å tilby helsenæringen, og at dette burde synliggjøres.

En annen driver for helseindustrien er kunnskapsinnhenting fra akademia. Forskning og utvikling av legemidler og medisinsk teknologi blir stadig mer kompleks. Utvikling av moderne biologiske legemidler, diagnostikk og presisjonsmedisin krever stor forståelse av molekylærbiologiske mekanismer. Legemiddelindustrien har erfaring med at grunnleggende forståelse av sykdomsmekanismer er viktig for å lykkes med legemiddelutvikling og redusere risiko for feiling under utprøving, spesielt i klinisk fase 2. Ved norske universitet og sykehus har vi sterke forskningsmiljøer som vil kunne bidra med kunnskap og nye ideer til helsenæringen.



Figur 26. Respons fra medisin- og helse sektoren sammenlignet med øvrige sektorer på aktuelle fokusområder for Digitalt Liv Norge.



### Digitale verktøy som motor for tverrsektorielt samarbeid

På spørsmål om interesse for tverrsektorielt samarbeid svarer mange aktører at dette er en god idé, spesielt siden digitale teknologier i stor grad er en generisk og muligjørende kunnskapsplattform som kan skape felles interesse på tvers av bransjer og sektorer. Tilrettelegging av nasjonale og regionale møteplasser hvor aktører kan diskutere konkrete problemstillinger og felles interesser vil være et tiltak som kan bidra til å øke samarbeid og kompetanseoverføring mellom fagdisipliner, bransjer og sektorer.

Forskningsaktørene oppgir imidlertid en større interesse for faglige arrangementer enn bedriftene og organisasjonene (Figur 25). Dette kan være et signal om at nytteverdien av kompetanseutveksling innen digital bioteknologi må synliggjøres bedre ovenfor næringslivet. Klyngeorganisasjonene som per i dag opererer innenfor tradisjonelle sektorer bør utfordres til å jobbe for mer dialog og innovasjon på tvers av fag og sektorer.

### Internasjonalt samarbeid og nordiske styrker

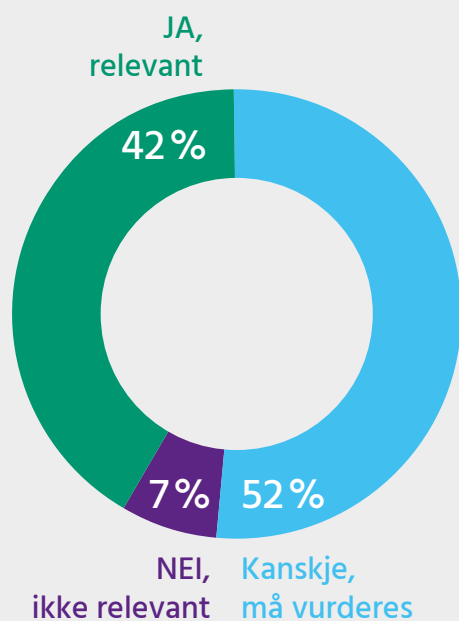
Internasjonalt samarbeid via EU prosjekter er en god måte å synliggjøre norske kunnskapsmiljøer og verdiskapningsmuligheter ovenfor globale aktører. Norge har sammen med de andre Nordiske land unike fortrinn som kan utnyttes i større grad via samhandling. Et eksempel på dette er helse- og registerdata som er knyttet til personnummer. Ved å konsolidere helsedata med utgangspunkt i Nordens 26 millioner innbyggere i forskningsprosjekter, vil vi for eksempel forsterke mulighetene for bedre behandling til pasienter med sjeldne sykdommer.

De nordiske landene er dessuten svært digitaliserte, og har en befolkning som er villig til å ta i bruk digitale teknologier. En tidligere kartleggingsundersøkelse av det nordiske digitale økosystemet og internasjonal benchmarking, viste at de nordiske landene har høyt nivå på digitale tjenester sammenlignet med de fleste andre land. Mange aktører ser store fordeler av større samarbeid omkring digitalisering innen Norden. Det kreves imidlertid flere formelle arenaer for kunnskapsdeling og koordinering av samarbeidsprosjekter<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> Nordic innovation report 2015:08



Figur 27. Aktørenes interesse for medlemskap i Digitalt Liv Norge.



#### Interesse for Digitalt Liv Norge

For å kartlegge interessenter til DLN ble aktørene spurt om interesse for medlemskap i senteret. Av aktørene svarte 42 % ja, 7 % svarte nei, mens 52 % svarte at dette måtte vurderes nærmere (Figur 27). Aktørene ga uttrykk for usikkerhet i intervjuene om hva DLN kan tilby virksomheten, og hva en tilknytning/medlemskap vil innebære. Resultatet gir et signal om at senteret må tydeliggjøre sin rolle ovenfor aktørene.



DLN har som mål å øke integrering av digital kompetanse og sørge for mer samarbeid innen hele verdikjeden av den digitale bioteknologien.



UAS: ufsb-mclerry  
c2647g

UAS: ufsb-mclerry  
27.04.16  
c2647g  
CUE

UAS: ufsb-mclerry (c2647g)  
27.04.16  
CUE

2

3

4

#19 M9  
F10

#13

#14

Diely  
13.05.16  
CUE

Integrering av digitale verktøy i bioteknologi kan gi økt kunnskap, raskere utviklingsløp, effektivisere produksjon og forbedre produktkvalitet.

2

3

4

## Konklusjoner og anbefalinger

Undersøkelsen viser at digital bioteknologi er viktig for fremtidig verdiskaping innen bioøkonomien. Integrering av digitale verktøy i bioteknologi kan gi økt kunnskap, raskere utviklingsløp, effektivisere produksjon og forbedre produktkvalitet. I tillegg muliggjør de nye teknologiene grensesprengende innovasjoner. Stadig lavere kostnader knyttet til bruk av teknologiene skaper en helt unik situasjon for lønnsomhet og forretningsutvikling. Fordelene med digitalisering kan løse noen av de tradisjonelle utfordringene for næringsutvikling innen bioteknologisektoren som langt utviklingsløp og høye kostnader. Dette vil igjen kunne tiltrekke mer risikokapital, noe som observeres i internasjonale investormiljøer og innen digital helse i Norge.

Den noe lavere bruken av avanserte digitale metoder blant bedriftene sammenlignet med forskningsaktørene, kan tyde på et umodent felt med behov for å synliggjøre verdiskapingspotensialene ovenfor næringslivet. Det er først og fremst de store industriselskapene som benytter de avanserte teknologiene som modellering og simuleringer både i FoU og i markedsleddet. SMBene trenger støtte både i innovasjonsprosesser og til integrering av digitale teknologier og kompetanse. Flere av SMBene burde dra nytte av de digitale kompetansemiljøene som finnes i forskningsinstitusjonene.

Selv om aktørene synes det er vanskelig å si noe om fremtidig kompetansebehov, så vitner dagens behov for digital kompetanse innen bioteknologien om et taktskifte innen bransjen. Foruten om de nye verdiskapingsmulighetene som digital kompetanse kan gi, så kan integreringen være fordelaktig for innovasjonsprosesser i næringslivet. De digitalt orienterte bedriftene opplevde færre utfordringer i innovasjonsskjeden enn de mer biologisk orienterte bedriftene.

Aktørenes behov for mer samarbeid mellom sektorer, klynger og bransjer står i motsetning til at de ikke har tid og ressurser til nettverksbygging. Dette gir et signal om et suboptimalt samhandlingssystem. Eksisterende initiativer og strukturer som klynger og kompetansenettverk må samhandle mer og kobles sammen til en bedre fungerende enhet, slik at aktørene opplever oversikt og nytteverdi. Klyngeorganisasjonene som per i dag opererer innenfor tradisjonelle sektorer bør utfordres til å jobbe for mer dialog og innovasjon på tvers av fag og sektorer.

DLN har som mål å øke integrering av digital kompetanse og sørge for mer samarbeid innen hele verdikjeden av den digitale bioteknologien. Senteret skal blant annet levere kompetanse og koordinering for datahåndtering og analyse-tjenester. I tillegg vil senteret være et samlende organ for ulike kompetansemiljøer, og skape møteplasser og interaksjoner mellom de ulike aktørene i verdikjeden både regionalt, nasjonalt og internasjonalt. I dag er 12 store forskningsprosjekter finansiert og tilknyttet DLN. (En oversikt over disse er gitt i appendiks). Senteret ønsker imidlertid å tiltrekke seg flere partnerprosjekter innen digital bioteknologi, både fra næringsliv og akademia, som ønsker å ta del i et innovativt og tverrdisiplinært kompetansemiljø.

Som vist i denne undersøkelsen vil møtet mellom digitale og biovitenskapelige teknologier kunne være transformativt. Koplingen mellom digitale verktøy og bioteknologi muliggjør ny kunnskap og innovasjon på en mer kostnadseffektiv måte enn tidligere, og vil således kunne representere et paradigmeskifte innen bioøkonomien.

Begrepet bioøkonomi omfatter en rekke ulike perspektiver: rettferdig fordeling av biologiske ressurser, bærekraft og det økonomiske og næringsmessige.



# Digital bioteknologi i et samfunnsperspektiv

Av arbeidsgruppen for samfunnsansvarlig forskning og innovasjon (RRI) ved DLN.

Asle H. Kiran, Ana Delgado, Roger Strand og Heidrun Åm.

Begrepet **bioøkonomi** omfatter en rekke ulike perspektiver: rettferdig fordeling av biologiske ressurser, bærekraft og det økonomiske og næringsmessige. Disse tre perspektivene finner vi for eksempel igjen i den norske regjeringens tre prioriterte prinsipper for hvordan Norge skal utnytte våre fornybare biologiske ressurser. Denne rapporten tar primært tak i det næringsmessige perspektivet fordi den ønsker å peke på de mulighetene for verdiskaping som finnes i digital bioteknologi. Mer samfunnsrettede perspektiver som rettferdig fordeling og bærekraft er ikke nødvendigvis relevante når et slikt potensial skal kartlegges. Men et samfunnsrettet perspektiv blir allikevel sentralt når dette potensialet skal omsettes til faktisk verdiskaping. Arbeidsgruppen for samfunnsansvarlig forskning og innovasjon (RRI) ved DLN har derfor blitt bedt om å kommentere rapporten ut fra et slikt perspektiv.

RRI (etter det engelske «Responsible Research and Innovation»), har de senere år blitt et gjennomgående prinsipp for mange kilder for forskningsfinansiering, for eksempel i EUs Horizon2020 og i enkelte av Forskningsrådets større programmer, så som BIOTEK2021 og IKTpluss/SAMANSVAR. En sentral tanke i RRI er at forskning og forskere i større grad enn tidligere må ta inn over seg hvordan forskning – og innovasjonspotensialet som finnes i forskningsresultater – påvirker samfunnet og samfunnsutviklingen. I grove trekk legger dette opp til at forskere a) bør adressere konkrete samfunnsutfordringer, og b) bør engasjere samfunnsaktører i utforming og gjennomføring av forskningsprosjekter. Slik kan forskningen sikre både samfunnsrelevans og forankring i reelle samfunnsverdier.

Denne rapporten legger til grunn et premiss om at «møtet mellom kraftfulle digitale verktøy og bioteknologi kan gi store muligheter for norsk bioøkonomi». Dette er fordi digitalisering «kan gi økt kunnskap, raskere utviklingsløp, effektivisere produksjon og forbedre produktkvalitet ... og muliggjøre grensesprengende innovasjon» Slik sett kan digitalisering «løse noen av de tradisjonelle utfordringene for næringsutvikling innen bioteknologisektoren som er langt utviklingsløp og høye kostnader». Imidlertid er det slik at «for å realisere verdiskapingspotensialet innen digital bioteknologi er det viktig med tett interaksjon mellom ulike aktører i innovasjonskjeden», og rapporten avdekker at noe av utfordringen nettopp ligger i manglende samhandling i denne kjeden, spesielt når det kommer til integreringen av biologisk og digital kompetanse. Det holdes imidlertid frem at DLN er i en unik posisjon til å legge rette for ulike former for samarbeid i den bioøkonomiske verdikjeden.

Det er helt naturlig at søkelyset rettes mot innovasjonskjeden når spørsmålet er hvordan det kommersielle potensialet ved digital bioteknologi best mulig skal utnyttes, fordi det da pekes på reelle og tekniske utfordringer som må løses om potensialet overhodet skal utløses.

Samfunnsperspektivet kommer tydeligere til sin rett når disse utfordringene skal møtes gjennom konkrete handlinger og konkrete satsninger, dvs. når samfunnet skal investere mye penger i å realisere et slikt potensial. Hva er da ønskelig, hva er forsvarlig? Hva bør vi – som samfunn – bruke offentlige midler på? For eksempel må man være klar over at ny teknologi kan medføre tap så vel som vekst i arbeidsplasser, eller negative så vel som positive miljøkonsekvenser (og endatil begge deler). I et samfunnsperspektiv må innovasjonsskjedens linearitet holdes opp mot andre politiske mål; hvilke samfunnsområder som satses på er ikke kun et teknisk spørsmål («hva kan vi?»), men er et politisk og etisk spørsmål («hva ønsker vi?»).

Ut ifra dette perspektivet er det derfor betimelig å stille noen spørsmål som ikke har vært en del av undersøkelsen som rapporten bygger på. Hva innebærer det å digitalisere bioteknologien – hva krever det for eksempel av potensielt kostnadskrevede muligjgørende teknologi (for modellering, design, datahåndtering med mer)? Slike teknologier vil ofte være overlappende og krever slik sett en plan for koordinering for å unngå unødig bruk av offentlige midler (her kan DLN spille en rolle). Et annet spørsmål om, og når, digitalisering er en lovende vei til å løse de tradisjonelle utfordringene som finnes for næringsutvikling i bioteknologisektoren. En storsatsing på utvikling og tilrettelegging av slike teknologiske systemer vil nødvendigvis være heftet med usikkerhet om fremtidige rammebetingelse og nye, ennå ikke utviklede eller implementerte teknologier som kan gjøre det mer hensiktsmessig å velge alternative måter å effektivisere utnyttelsen av bioressursene på. Her trengs det rom for alternative eller i det minste fleksible måter å løse de nevnte utfordringene på hvis store offentlige midler skal settes i spill.

Til sist, hva innebærer egentlig begrepet verdiskaping, og for hvem skal denne verdiskapingen komme til gode? I hvilken grad tas det hensyn til fellesskapet og offentlige interesser når man snakker om bioøkonomien som «den nye oljen»?<sup>20</sup> Mens utnyttelsen av oljeressursene i stor grad har kommet Norges befolkning til gode, er dette mer uklart når det kommer til satsningen på bioøkonomien. Dette er uansett i minst like stor grad et politisk som et teknisk spørsmål. Derfor, når det sies at «mulighetsrommet for verdiskaping innen bioteknologi er enormt og kan gi løsninger på globale samfunnsutfordringer knyttet til mat, klima og helse», så vil ikke dette være kun et spørsmål om potensialet som finnes i teknologien (digitalisering av bioteknologisk kunnskap), men det vil nødvendigvis innebære vurderinger av politisk og etisk art. Og samfunnsmessige hensyn vil noen ganger, som for eksempel i regjeringens bioøkonomistrategi, gå foran markedshensyn og kommersielle interesser. Det er altså all grunn til å anta at når potensialet i bioressursene skal realiseres gjennom digital bioteknologi, så vil næringsperspektivet uvilkårlig suppleres med samfunnsperspektivet.

<sup>20</sup> BioVerdi rapporten - Slik kan bioøkonomien bli den nye oljen (2014).

## Referanser

- National Human Genome Research institute. Available at: <https://www.genome.gov>
- BioVerdi rapporten – Slik kan bioøkonomien bli den nye oljen (2014).
- Mot bioøkonomien. NHOs innspill til et nytt internasjonalt og konkurransedyktig næringsliv.
- HelseOmsorg 2021. Et kunnskapssystem for bedre folkehelse;  
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/HelseOmsorg21/id764389/>
- Kompetansebarometer for NHO bedriftene, NIFU rapport 2014
- Strategisk initiativ, Digitalt Liv – konvergens for innovasjon. Forskningsrådet.
- European Commission, Research and Innovation, Bioeconomy policy,  
<http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/index.cfm?pg=policy>
- Nasjonal strategi for bioteknologi (2011-2020) Kunnskapsdepartementet.
- [www.e-helse.no](http://www.e-helse.no)
- Lien et al., 2016. The Atlantic salmon genome provides insights into rediploidization. *Nature*, 533, (200–205).
- Star B et al., 2011 The genome sequence of Atlantic cod reveals a unique immune system. *Nature*, 477 (207-210).
- Verdiskaping i helsenæringen. Menon publisasjon 27/2016.
- Enklere tilgang- mer forskning.  
Status og forbedringsmuligheter for norske persondata til helseforskning. Forskningsrådet (2016).
- Nordic innovation report 2015:08
- Bains, S.J. et al., 2016. Aspirin as Secondary Prevention in Patients with Colorectal Cancer An Unselected Population-Based Study. *J. Clin Oncol.*, 34, (2501-8).

# Appendiks

## Forskningsprosjektene i Senter for digitalt liv Norge

Foreløpig er det 12 store forskningsprosjekter som er finansiert og tilknyttet DLN. Prosjektene omhandler ulike tema fra forskning på fisk til identifisering av nye antibiotika. En oversikt over prosjektene samt eksempler på verdiskapingspotensialer er beskrevet.

### Marin verdiskaping og forvaltning

I prosjektet DigiSal arbeider forskere sammen med AquaGen, som er en ledende aktør på produksjon av befruktede lakseeegg for oppdrettsnæringen. Prosjektet skal utvikle en digital modell av laksens stoffskifte. Hensikten er å simulere betydningen av endringer i fôr og andre tiltak i oppdrettsnæringen på stoffskiftet, slik at omfattende testing og utprøving kan erstattes i stor grad. Målet er en bedre og mer bærekraftig lakseproduksjon, samt mer kostnadseffektiv produktutvikling. På sikt kan det også implementeres som verktøy i produksjonen, og integreres med tilnærmingen i prosjektet FindIT (Omtalt på s 24).

For marine næringer er det viktig med tilgang på ressurser av god kvalitet. I prosjektet dCod utvikles modeller for miljøeffekter på torsk. I samarbeid mellom biologiske og matematiske miljøer kartlegges torskens reaksjon på endringer i miljøet, og en digital modell for torskens respons på miljøgifter og klimaendringer utvikles. Her samarbeider forskerne med kommersielle aktører innen dataanalyse, Ayasdi Inc, for å forstå miljøendringenes effekt på torskebestanden og sikre en god miljøovervåkning.

Både DigiSal og dCod prosjektet har en systembiologisk tilnærming hvor simulering i digitale modeller utfyller biologiske eksperimenter og feltarbeid.

### Digitale verktøy for bioprospektering

Prosjektene InBioPharm, DigiBiotics og OxyMod benytter digitale verktøy i kombinasjon med eksperimentelle data for å finne nyttige stoffer i naturen (bioprospektering). I de to førstnevnte prosjektene fokuseres det på marin bioprospektering for fremtidige legemidler. DigiBiotics samarbeider med AstraZeneca for å utforske og modellere nye antibiotika basert på naturlige marine stoffer. I OxyMod er utgangspunktet marine bakterier, men fokuset er på enzymer som kan bryte ned trevirke. Felles for prosjektene er koblingen mellom marin bioprospektering og bruk av digitale verktøy.

### Medisinsk teknologi for bedre helse

Tre av senterets prosjekter retter seg mot medisinsk teknologi. DIAP prosjektet utvikler en kunstig bukspyttkjertel for kontinuerlig måling av blodsukker og regulering av insulin. I prosjektet BioSens utvikles en biophotonisk sensor for sensitiv diagnostikk i små volumer. Målet er å utvikle raske engangstester som kan erstatter kostbare og tidkrevende analyser i helsevesenet. I prosjektet 3DLife utvikles 3D-cellekultur av mammalske celler for bruk i medisinsk forskning. Modellen skal ha større relevans for betingelsene in vivo (i kroppen) enn dagens cellekultursystemer.



Tabell 1. Prosjekter som er tilknyttet Digitalt Liv Norge.

| Prosjekt   | Institusjon | Prosjektleder              |
|--|-------------|----------------------------|
| Double intraperitoneal artificial pancreas   | NTNU        | Sven M Carlsen             |
| Lab-on-a-chip biophotonic sensor platform for diagnostics  | NTNU        | Astrid Aksnes              |
| dCod 1.0: decoding systems toxicology of cod   | UiB         | Anders Goksøyr             |
| DigiBrain: From genes to brain function  | UiO         | Marianne Fyhn              |
| Towards the Digital Salmon   | NMBU        | Jon Olav Vik               |
| Integrated novel natural product discovery platform for accelerated biopharmaceutical innovation   | SINTEF      | Alexander Wentzel          |
| Optimized oxidative enzyme systems for efficient conversion of lignocellulose to valuable products | NMBU        | Vincent Eijsink            |
| BioZement 2.0  | UiO         | Anja Røyne                 |
| DigiBiotics  | UiT         | John Sigurd Mjøen Svendsen |
| 3DLiv  | NTNU        | Berit Løkensgard Strand    |
| Auromega   | NTNU        | Per Bruheim                |
| Responsibility, practice and the public good across Digital Life                                   | NTNU        | Heidrun Åm                 |

## Metode

### Den kvantitative spørreundersøkelsen

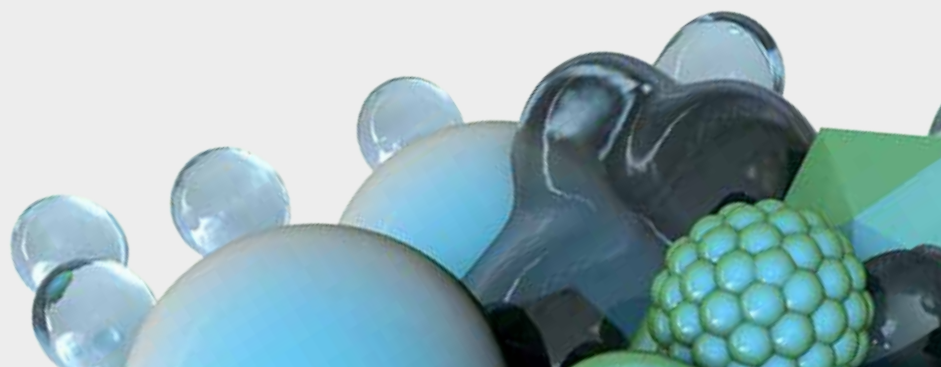
Det er utført en interessentanalyse med mål om å kartlegge aktører innenfor digital bioteknologi i Norge. Interessentanalysen ble utført som en spørreundersøkelse, og fokuserte på følgende fire tema:

- Kartlegging av aktørene innenfor digital bioteknologi
- Utfordringer knyttet til marked og innovasjon
- Digital kompetanse og udekkede kompetansebehov
- Behov for nettverk, samarbeid mellom aktørene og Digitalt Liv Norge

Undersøkelsen ble utarbeidet som en sekvensiell prosess der representanter for Digitalt liv Norge og Menon har vært deltakende. Det er gjennomført flere møter og revideringer av spørreundersøkelsen med tanke på at undersøkelsen skulle være relevant for en stor og heterogen populasjon.

### Konstruksjon av populasjonen

Det er ikke en definert populasjon av digitale bioteknologi-aktører i Norge, og ett av målene med undersøkelsen var å få kartlagt aktører som anser digital bioteknologi som relevant. Det ble derfor brukt flere tilnærminger for å konstruere en populasjon med aktuelle aktører. Menon bidro med næringslivsaktører innen livsvitenskap fra sine databaser. Populasjonen ble kvalitetssikret og irrelevante NACE-koder og bedrifter ble utelukket fra populasjonen. Digitalt Liv Norge bidro med aktuelle aktører både innenfor bedriftssegmentet, forskningsaktører, organisasjoner, offentlige aktører og virkemiddelaktører. Deretter ble det gjort en nøye vurdering av disse aktørene og en kvalitetssikring av kontaktinformasjon der vi hadde flere representanter per aktør. Totalt ble undersøkelsen sendt ut til 488 respondenter.



### Gjennomføring av spørreundersøkelsen

Undersøkelsen ble sendt ut via Questback til respondentenes e-postadresser. Det ble sendt ut to påminnelser på undersøkelsen, en uke og to uker etter første utsendelse. Deretter ble populasjonen gjennomgått og særskilt viktige respondenter som ikke hadde svart ble identifisert. Disse respondentene ble deretter kontaktet av Digitalt liv Norge og oppfordret til å svare. Totalt mottok vi 135 svar. Responsraten var på 28 prosent.

### Intervjuer

Det ble utført drøye 30 semi-strukturerte intervjuer av utvalgte aktører som representerte ulike sektorer og bransjer (se aktørliste under). De fleste intervjuer ble utført via fysiske møter, mens noen ble utført per telefon. Intervjuene varte ca. 30 min-1 time.

### Intervjuliste

#### Aktør:

KD metrix

Pubgene AS

Big Insight

Microsoft

Usit, UiO

Link Medical

Smerud medical

Bayer

Ultimovax

Biobankene (Hunt)

DNV-GL

OCC

Kreftregisteret

Legemiddelverket

Folkehelseinstituttet

Pharmaq

Skretting

Akvadivisjonen NOFIMA

NCE aquaculture

Universitetet i Nord

Spermvital

Geno

Arena Heidner

NIBIO

Biosmia

Høyskolen i Hedmark

NOFIMA – avd. biotek/plante

NOFIMA

Borregård

Norsk nettverk for industriell bioteknologi

Bergen Teknologioverføring AS

Norges Forskningsråd

Nærings- og fiskeridepartementet

Northzone

**Utgitt av:**

Senter for digitalt liv Norge  
Universitetet i Oslo

**Foto:**

Bilder side 4, 10, 26, 30, 49 og 50: Christian Koehler  
Bilder side 6, 16 og 37: 123RF Stock Photo  
Bilde side 25: iStock  
Bilder side 21, 40 og 44: Jo Michael  
Bilder side 42 og 52: F. Saggio, UiO

**Design:**

Miksmaster Creative, [www.miksmaster.no](http://www.miksmaster.no)

**Fotnoter:**

- <sup>1</sup> For mer informasjon om DLN, se <https://www.ntnu.no/web/dln/senter-for-digitalt-liv-norge>.
- <sup>2</sup> National Human Genome Research institute
- <sup>3</sup> BioVerdirapporten – Slik kan bioøkonomien bli den nye oljen (2014). Mot bioøkonomien, NHOs innspill til et nytt internasjonalt og konkurransedyktig næringsliv. HelseOmsorg 2021, Et kunnskapssystem for bedre folkehelse. Kompetanse barometer for NHO bedriftene, NIFU rapport (2014).
- <sup>4</sup> Regjeringens bioøkonomistrategi, Kjente ressurser – uante muligheter, 2016 Strategisk initiativ, Digitalt Liv – konvergens for innovasjon. Forskningsrådet. For mer informasjon se: [http://www.forskningsradet.no/prognett-biotek2021/Sentrale\\_dokumenter/1253970728198](http://www.forskningsradet.no/prognett-biotek2021/Sentrale_dokumenter/1253970728198)
- <sup>5</sup> European Commission, Research and Innovation, Bioeconomy policy. For mer informasjon se: <http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/index.cfm?pg=policy>. Regjeringens bioøkonomistrategi, Kjente ressurser – uante muligheter, 2016
- <sup>6</sup> Regjeringens bioøkonomistrategi, Kjente ressurser – uante muligheter, 2016
- <sup>7</sup> Nasjonal strategi for bioteknologi (2011-2020) Kunnskapsdepartementet
- <sup>8</sup> Accenture 2016 research report «Patients wants a heavy dose of digital – Norway».
- <sup>9</sup> Bains, S.J. et al., 2016. Aspirin as Secondary Prevention in Patients with Colorectal Cancer An Unselected Population-Based Study. *J. Clin Oncol.*, 34, (2501-8).
- <sup>10</sup> Lien et al., 2016. The Atlantic salmon genome provides insights into rediploidization. *Nature*, 533, (200–205)
- <sup>11</sup> Star B et al., 2011 The genome sequence of Atlantic cod reveals a unique immune system. *Nature*, 477 (207-210)
- <sup>12</sup> BioVerdi rapporten- Slik kan bioøkonomien bli den nye oljen (2014), Verdiskaping i helsenæringen. Menon publisasjon 27/2016.
- <sup>13</sup> BioVerdi rapporten- Slik kan bioøkonomien bli den nye oljen (2014), Verdiskaping i helsenæringen. Menon publisasjon 27/2016.
- <sup>14</sup> Verdiskaping i helsenæringen, Menon-publisasjon NR 27/2016.
- <sup>15</sup> Enklere tilgang – mer forskning. Status og forbedringsmuligheter for norske persondata til helseforskning. Forskningsrådet (2016).
- <sup>16</sup> Regjeringens bioøkonomistrategi, Kjente ressurser – uante muligheter, 2016.
- <sup>17</sup> BioVerdi rapporten – Slik kan bioøkonomien bli den nye oljen 2014
- <sup>18</sup> Regjeringens bioøkonomistrategi, Kjente ressurser – uante muligheter, 2016
- <sup>19</sup> Nordic innovation report 2015:08
- <sup>20</sup> BioVerdi rapporten - Slik kan bioøkonomien bli den nye oljen (2014).





UiO : **Universitetet i Oslo**



ISBN trykt versjon: 978-82-93591-00-9

ISBN elektronisk versjon: 978-82-93591-01-6

