

NITO

Bioingeniørfaglig
institutt - BFI



Bioingeniørene – *bærebjelke og mangelvare*

Rapport fra NITO Bioingeniørfaglig institutt

Innhold

Visuelt sammendrag	7
Forord	9
Mål og problemstillinger	11
Metode og gjennomføring	11
1. Om bioingeniørprofesjonen	13
<i>Bioingeniør – med en fot i helse og en fot i teknologi</i>	14
1.1 Utdanning	15
1.2 Autorisasjon	15
1.3 Studietilbud i Norge	16
2. Bærebjelke og mangelvare	19
2.1 Den optimale verden	19
2.2 Bærebjelker i medisinsk diagnostikk og helseberedskap	19
2.3 Mangelsymptomer	20
<i>Laboratoriet er helsevesenets hjerte</i>	21
2.4 utfordringer i helseregionene	23
Færre årsverk i Helse Sør-Øst	23
Helse Nord har store utfordringer	24
Helse Vest med regional plan for laboratorietjenester	25
Helse Midt-Norge forventer høy behovsvekst	26
2.5 Riksrevisorens bekymring	27
Få laboratorier planlegger bemanning på lengre sikt	28
2.6 Statistikk om bemanning	28
<i>Svak vekst av bioingeniører på nasjonalt og regionalt nivå</i>	28
<i>Kun fire prosent vekst i årsverk på fem år</i>	29
Organisasjonsgrad	31
Demografiske skjevheter	31
<i>Helsemod – et planleggingsverktøy fra SSB</i>	32
Faktisk utvikling 2000–2014	32
Faktorer som påvirker laboratorier	33
NAVs bedriftsundersøkelse	34
Nordisk bekymring	34
2.7 Fakta om bioingeniører	35
Medlemsutvikling i NITO BFI 2017–2022	35
Flere bioingeniører blir pensjonister	35
Antall personer med bioingeniørutdanning, alder, kjønn og sektor	36
Hver fjerde bioingeniør arbeider utenfor helsesektoren	36
3. Om utdanningsbehov	37
3.1 Styrte eller søkerstyrte	37
3.2 Dimensjonering av tilbudet	37
<i>Mange aktører styrer utdanning av bioingeniører</i>	39
<i>Hvordan høyere utdanning blir finansiert</i>	40
Tilstrekkelige økonomiske rammer	40
Mer areal til undervisning og ferdighetstrening	41

Nok og riktig fagkompetanse i lærerstaben	41
<i>Hvor blir studentene av?</i>	42
Gode digitale undervisningsverktøy	42
Flere praksisplasser	43
3.2 Praksis er en flaskehals	43
<i>Hvorfor bioingeniørutdanning er kostbar</i>	45
4. Bærekraft og framtidstrender	49
4.1 Nasjonale perspektiver	49
Analyser fra SSB	50
Tilbud og etterspørsel	51
Venter 40 prosent vekst	51
<i>Trenger 110 000 flere årsverk i følge Perspektivmeldingen</i>	52
4.2 Framtidsscenarioer – HelseNorge 2040	54
«Konkurransedyktig velferd»	54
«Trygghet framfor alt»	55
«Livsstil på eget ansvar»	55
«Effektivitetssamfunnet»	56
4.3 Hva driver etterspørselen etter bioingeniører?	57
En eldre befolkning	57
Mer sammensatte lidelser og flere kreftdiagnoser	58
Teknologisk utvikling	58
Presisjonsmedisin	59
<i>Skal bidra med å heve kvaliteten på kreftdiagnostikk</i>	60
Diagnostikk nærmere pasienten	61
Utbrudd av infeksjonssykdommer	62
Antibiotikaresistens – den stille pandemien	63
<i>Norge i verdenstoppen i antall tarmkrefttilfeller</i>	64
Screening og masseundersøkelser	64
4.4 Smartere bruk av bioingeniører	65
Diagnostisk samarbeidspartner	65
Veiledning av pasienter og helsepersonell	65
<i>Diagnostisk samarbeidspartner</i>	66
Forvaltning av biobanker	67
Oppgaveglidning	67
Bioingeniører i forskning	67
5. Briste eller bære – konsekvenser	69
5.1 Konsekvenser for pasienten	69
Prøvesvaret kan bli forsinket	69
<i>Medhjelpere</i>	70
Pasienten kan møte ukvalifisert laboratoriepersonell	70
Tilbudet kan bli dårligere og dyrere	71
Underbemanning kan føre til feil analysesvar	71
<i>Noklus og hjemmetjenesteprojektet</i>	72
5.2 Konsekvenser for bioingeniøren og laboratoriet	73

Økt sykefravær og psykososial belastning	73
Store utskiftninger og tap av realkompetanse	74
Konkurransen om arbeidskraft og inntekter	75
Fag- og arbeidsmiljø ved laboratoriet utfordres	75
Økte krav til effektivitet og teknologiutvikling	76
5.3 Konsekvenser for samfunnet	77
Økt liggetid og problemer med å ivareta hovedoppgaver	77
Dårligere helseberedskap i kriser	77
Bioingeniører søker seg ut av offentlige sykehus	78
Påvirker kvalitet og kostnader	78
Helsetilbudet i landet blir ulikt fra kommune til kommune	78
Økt konkurranse	79
Sykefravær koster	80
Etterord	81
6. Vedlegg	83
6.1 Helsemod-rapportene	83
Helsemod 2002: Beskjeden vekst i utdanningskapasitet	83
Helsemod 2005: Forventer underskudd	83
Helsemod 2008: Tyder på framtidig underdekning	84
Helsemod 2012: Forventer underskudd på 2400 årsverk	84
6.2 Informasjon fra helseregionene	85
Helse Sør-Øst melder om behov for 35 prosent flere bioingeniører.	85
Tillitsvalgte er bekymret for manglende bærekraft	86
Økt kompetanse- og utdanningsbehov	87
Stort behov for praksisplasser	87
Varsler om store utfordringer	88
Tillitsvalgte etterlyser mulighet for medvirkning	88
Strategi for å møte utfordringene	88
Regional plan for laboratorietjenester	89
Forventer rekrutteringsutfordringer	91
Forventer høy behovsvekst	91
Ikke bærekraft til å møte framtiden	92
Helsetjenesten må bidra aktivt i utdanningene	92
6.3 Oversikt over helseforetakene i Norge	93
6.4 Vedlegg til utdanningstema	98
Praksisundervisning ved Universitetssykehuset Nord-Norge	99
<i>Signaturkompetanse for bioingeniører</i>	97
Forskrift om nasjonal retningslinje for bioingeniørutdanning	98
6.5 Referanser	102

NITO

Bioingeniørfaglig
institutt - BFI

Støperigata 1
Postboks 1636 Vika
0119 Oslo

bfi@nito.no

3. utgave 2022

Rapporten er utarbeidet av NITO BFIs fagstyre, sekretariat og fagutvalg.

Redaktør: Margrete Tennfjord, politisk rådgiver, NITO BFI

Alle foto (der ikke annet er nevnt): Annette Larsen

Design og infografikk: Margrete Tennfjord

Visuelt sammendrag



Det er generelt vanskelig å få besatt bioingeniørstillinger i alle helseregioner i 2022

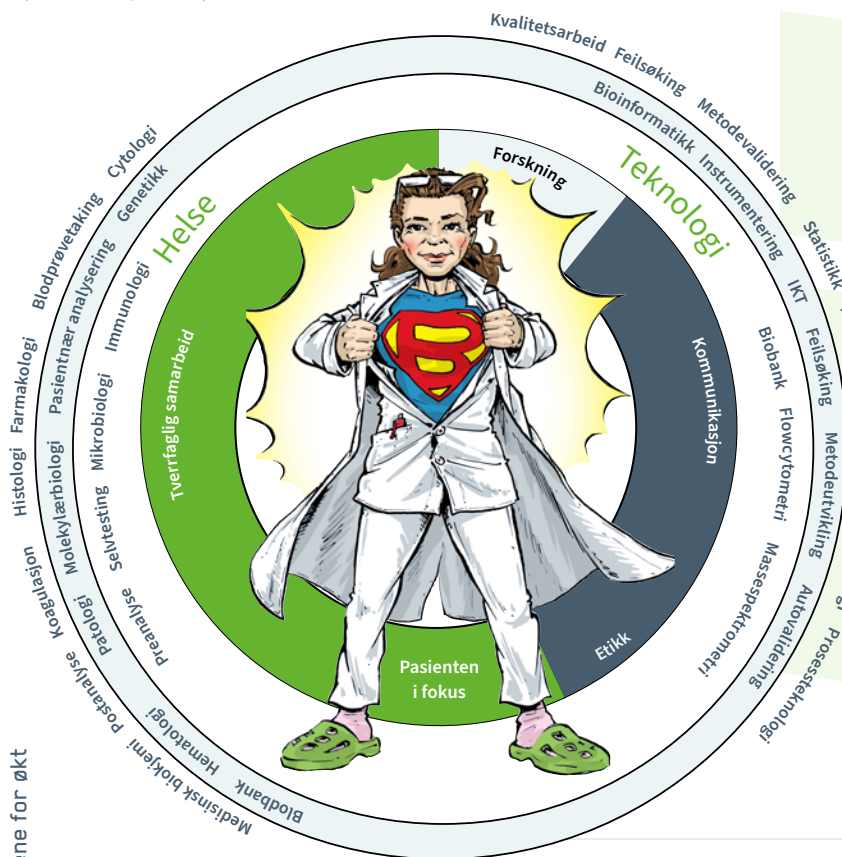


Bioingeniørprofesjonen har overvekt av kvinner.

Det er omlag 12 prosent mannlige bioingeniør i spesialisthelsetjenesten. 

Laboratoriemedisinen er en bærebjelke i vårt moderne helsevesen. Men det er først når vi mangler laboratoriediagnostiske tilbud – som i pandemiens første fase – at vi tenker over hvor viktig god laboratoriediagnostikk er.

(H. Akselsen, side 21)



Hvor blir studentene av?

Om vi følger 100 studenter som blir tatt opp på bioingeniørutdanningen:



25 %

av bioingeniørstudentene vil slutte før studietiden er over.

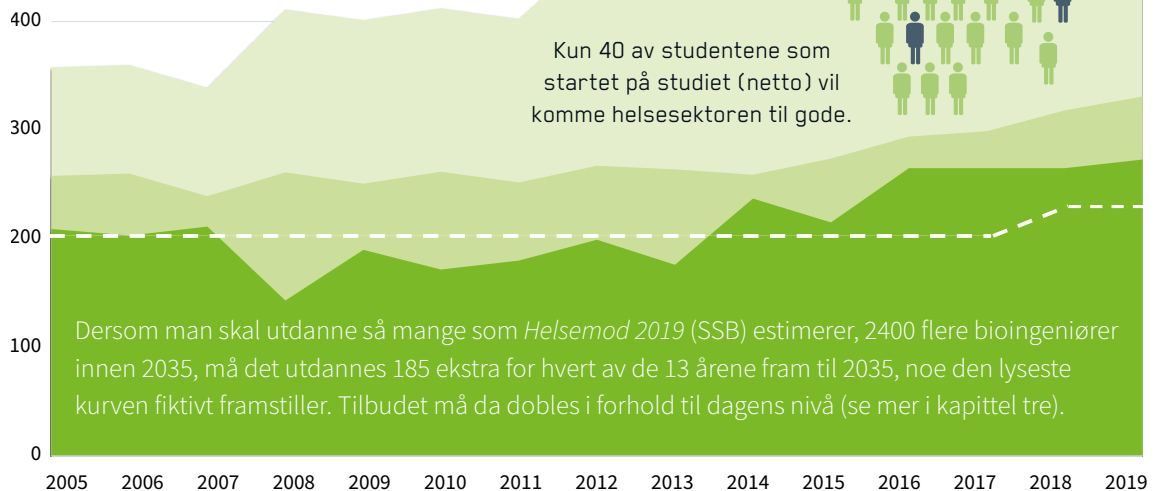
26 prosent av bioingeniørene som blir utdannet vil bli sysselsatte i andre sektorer enn helse (SSB).



Blant bioingeniører som er sysselsatte i helsesektoren vil 23 prosent passere 62 år de neste ti år og trenger å erstattes.

Teknologisk utvikling er en av de viktigste drivkreftene for økt aktivitet ved medisinske laboratorier

Bioingeniører har en fot i helse og en fot i teknologi



Forord

Norges ingeniør- og teknologorganisasjon (NITO) organiserer de fleste av landets bioingeniører og følger spesielt med på utviklingen for denne helseprofesjonen. NITO Bioingeniørfaglig institutt (BFI), arbeider med fagutvikling og aktuelle helsepolitiske spørsmål som angår bioingeniører. NITO BFI har et fagstyre, et yrkesetisk råd og åtte rådgivende utvalg for ulike fagområder innen profesjonen. I en årrekke har NITO sett med bekymring på at det utdannes færre bioingeniører enn det helsemyndighetene selv estimerer at Norge trenger. I januar 2020 sendte NITO en bekymringsmelding i forbindelse med innspill til ny Nasjonal helse- og sykehusplan for 2021-2023, da den var på høring i Stortingets helse- og omsorgskomite. I den nye planen er ikke bioingeniørene nevnt, noe som gjør NITO urolig for at de kan bli glemt når bemanning i helseforetakene skal planlegges.

NITO ønsker i likhet med våre helsemyndigheter å ha et best mulig tilbud til norske innbyggere. Pasientene skal være like trygge på å bli møtt av kvalifisert helsepersonell, uansett om prøven blir tatt på kommunesenteret eller på sykehuset – og uavhengig av hvilken helseregion eller helseforetak de tilhører. De skal møte kompetente bioingeniører som inngår i tverrfaglige team. De vil i større grad bli veiledet i egenmålinger og pasientnære analyser av bioingeniører som arbeider i kommunene. Pasienten skal oppleve

at helsedata og prøvesvar blir lettere tilgjengelig på digitale plattformer som er trygge og forsvarlig sikret.

I 2020 ble verden rammet av koronapandemien, som naturlig nok overskygget annen aktivitet. Men krisen fikk demonstrert hvor viktige bioingeniørene er for landets helseberedskap. Over natten økte behovet for bioingeniører som kunne delta i den storstilte testingen av syke og smittede. Laboratorier over hele landet har måttet utvise stor fleksibilitet og kreativitet for å løse de praktiske problemene som har dukket opp. Bioingeniørene har jobbet mye for å bidra til å håndtere den nasjonale krisen. Med denne rapporten ønsker NITO BFI å bidra til å kartlegge tilgjengelige fakta og informasjon om denne profesjonen.

Det er ikke bærekraftig at veksten i helsesektoren fortsetter slik behovsprognosene i Perspektivmeldingen (Stortingsmelding 14 2020/2021) antyder, med en av fem innbyggere sysselsatt innen helse. Det er likevel viktig at Norge utdanner mange nok bioingeniører, og at de som er utdannet brukes på smartest mulig måte og at de gjennom hele arbeidslivet får anledning til å tilegne seg ny kompetanse. Slik kan man sikre at helse-Norge har høy faglig kvalitet, at personalet er faglig oppdatert og at Norge er best mulig beredt for å møte både nye kriser og behovene hos en eldre befolkning.

Uten at det utdannes flere bioingeniører vil helsevesenet få store problemer med å få satt rett diagnose til rett tid



Mål og problemstillinger

Målet med denne rapporten har vært å kartlegge og samle de fakta og kunnskaper som finnes om behov for bioingeniører i Norge fram mot 2035. NITO har ønsket å se på hvilke flaskehalsar og utfordringer helseforetakene har med

å bemanne de ulike laboratoriene i 2022. Videre ser rapporten på hva som finnes av framskrivninger og drivere av behovet for bioingeniører fram mot 2035 og til sist ser vi på hva vi tror kan bli konsekvensene av for få bioingeniører i Norge.

Metode og gjennomføring

På **nasjonalt nivå** har NITO gjennomgått rapporter fra Statistisk sentralbyrå (SSB) og Helsedirektoratet som sier noe om helsesektorens behov for flere bioingeniører. I tillegg har vi sett på Riksrevisorens rapport fra november 2019 om bemanningsutfordringer i helseforetakene. Den ser på andre profesjoner enn bioingeniørene, men problemstillingene og funnene er også aktuelle for bioingeniører. Og ikke minst har vi sett på de nasjonale helse- og sykehusplanene - samt *Kompetanse-reformen - lære hele livet* (NOU 2020:3).

På **regionalt nivå** har vi sett på de fire regionale helseforetakenes utviklingsplaner, andre rapporter fra ulike helseforetak, høringsuttalelser fra de tillitsvalgte og vi har møtt representanter fra alle helseregioner.

NITO organiserer de aller fleste bioingeniører i Norge og NITO BFI har rundt 5700 yrkesaktive medlemmer, samt pensjonistmedlemmer og studenter. På **lokalt nivå** har NITOs medlemsregister vært en god kilde til informasjon. NITO BFI har også gjennomført to medlemsundersøkelser under pandemien.



Om bioingeniørprofesjonen

Bioingeniører er autorisert helsepersonell og har et selvstendig ansvar for forsvarlig yrkesutøvelse.

Bioingeniørene utfører det aller meste av de daglige driftsoppgavene, samt lederfunksjoner i de medisinske laboratoriene i Norge. De er den desidert største yrkesgruppen i sykehusenes medisinske laboratorier. Kombinasjonen av laboratoriekompetanse, teknologi- og systemforståelse, samt helsefaglig utdanning gjør bioingeniøren helt unik, både blant teknologi- og helseprofesjonene. I tillegg er bioingeniører med videreutdanning også godt kvalifisert til andre stillinger i helsetjenesten. Bioingeniører innehar blant annet stillinger som klinikkledere, kvalitetsledere, kvalitetsrådgivere for flere yrkesgrupper, diagnostisk samarbeidspartner og som IKT-rådgivere¹.

Bioingeniører innehar en biomedisinsk laboratorieprosesskompetanse som kvalifiserer til arbeid i alle typer medisinske laboratorier. Bioingeniørens arbeid utgjør et viktig ledd i forebygging, screening, diagnostisering, behandling og oppfølging av sykdom. Bioingeniørens teknologiske og metodiske kompetanse gjør dem også kvalifisert til oppgaver innenfor andre typer laboratorier og industriell virksomhet.

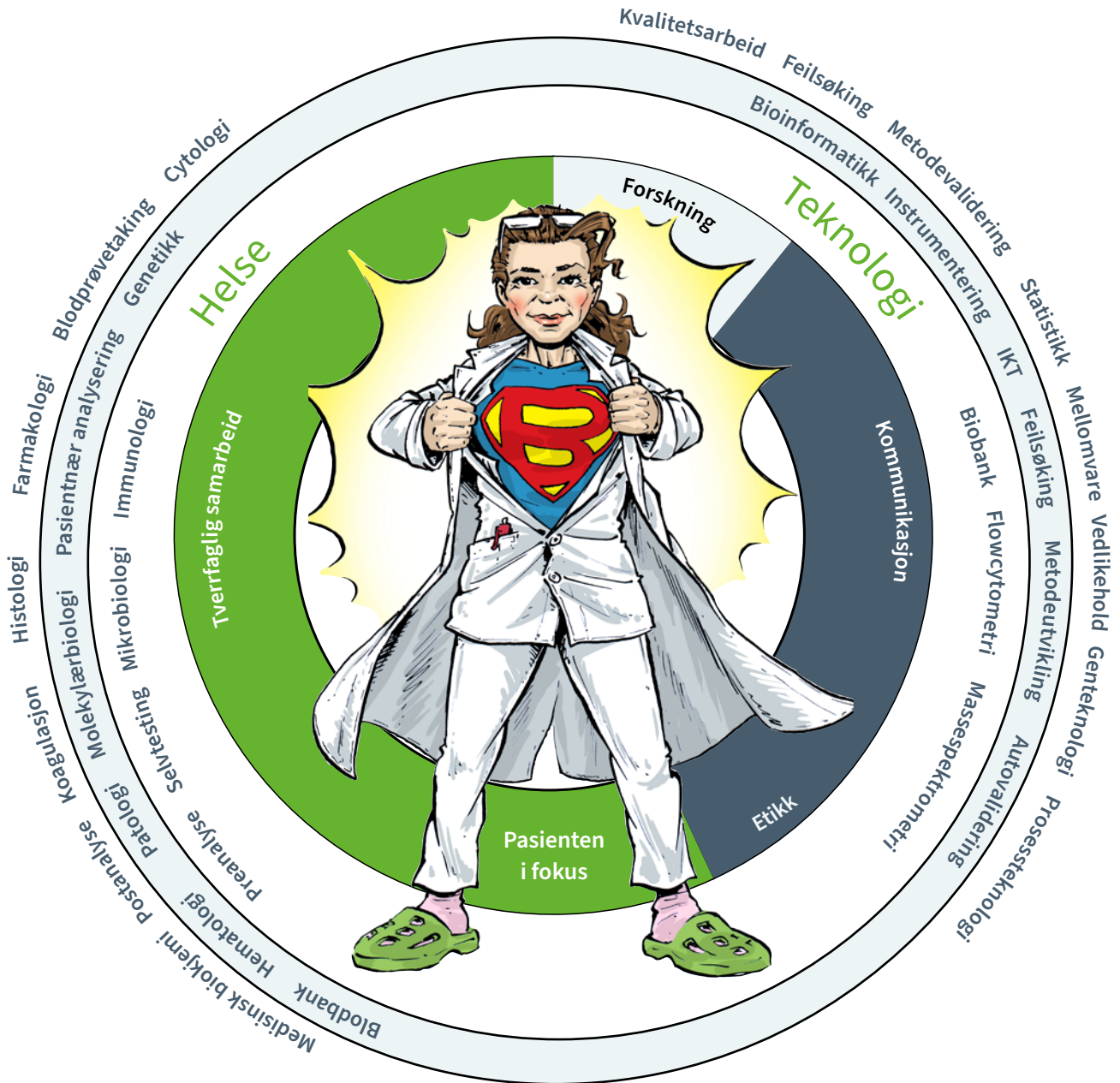
Bioingeniørens ansvarsområder er blodprøvetaking og preanalytisk arbeid, samt å utføre analyse av biologisk materiale ved hjelp av avansert teknologisk utstyr. Bioingeniørene kan ha ansvar for alle prosedyrer fra en laboratorieanalyse rekvireres til et godkjent svar foreligger. For å kunne utføre dette arbeidet er kunnskaper om metodevalidering, statistikk, vurdering av daglig analysekvalitet samt kontinuerlig kvalitetsutviklings- og akkrediteringsarbeid nødvendig. I tillegg er bioingeniørene med på å utvikle og lage kunnskapsbaserte prosedyrer ved å forske på eget fag.

I utdanningen legges det stor vekt på at bioingeniører skal være nøyaktige og kvalitetsbevisste. Den raske utviklingen innen laboratoriemedisinen forutsetter en stor grad av endringsvilje og medfører at bioingeniørens ansvarsområder utvides. Eksempler er håndtering av avansert apparatur, metodeutvikling, beskrivelse av blodutstryk- og elektroforesesvar, cytologiscreening, DNA-sekvensering og behandling av store mengder biologiske data. Bioingeniører har kompetanse som gjør det naturlig å ta ansvar for ny tekno-

Den raske utviklingen innen laboratoriemedisinen forutsetter en stor grad av endringsvilje og medfører at bioingeniørens ansvarsområder utvides



Bioingeniør – med en fot i helse og en fot i teknologi



Kombinasjonen av laboratoriekompetanse, teknologi- og systemforståelse, samt erfaring med pasientkontakt gjør bioingeniøren helt unik, både blant teknologi- og helseprofesjoner

Illustrasjon av bioingeniør: Sven Tveit, infografikk: Margrete Tennfjord

logi i tillegg til arbeidsoppgaver som prosessovervåking og arbeidsflyt, evaluering av analysesvar og sporbarhet.

I 2012 utførte Almås og Ødegård² en kartlegging av bioingeniørens kjernekompetanse. De antydte i diskusjonen en mulig rolleendring for bioingeniørers fagområde, at bioingeniørene kanskje vil «gå fra å først og fremst ha en spesialisert rolle i helsevesenet til å bli en diagnostisk samarbeidspartner i et pasientforløp, i et nært samarbeid med andre helseprofesjoner. En slik rolle vil i så fall bestå både av høy spisskompetanse og en generell samarbeidskompetanse». Se også faktaboks om diagnostisk samarbeidspartner side 66.

1.1 Utdanning

Bioingeniørutdanningen er en treårig høyere utdanning som fører fram til bachelorgrad i bioingeniørfag. Innholdet i bioingeniørutdanningen reguleres av nasjonale retningslinjer for helse- og sosialfagutdanningene (RETHOS)³, som definerer sluttkompetansen for hver utdanning og utgjør en minstestandard for kompetanse. Bioingeniørstudiet omfatter totalt 180 studiepoeng fordelt på samfunnsvitenskapelige og humanistiske emner, naturvitenskapelige og medisinske laboratorieemner, der den siste er den mest omfattende. Praksisstudier i utdanningsinstitusjonens laboratorier og i medisinske laboratorier inngår som en integrert del av studiet. Utdanningen gir grunnlag for å få autorisasjon som bioingeniør. I utøvelsen av bioingeniøryrket er innsamling, bearbeiding og analyse av humanbiologisk prøvemateriale sentralt. I yrkesutøvelsen integreres medisinske,

tekniske og metodiske kunnskaper og ferdigheter i bioingeniørfaglige arbeidsmåter. Det analytiske arbeidet bioingeniørene utfører henger nøye sammen med en medisinsk forståelse.

Bioingeniørutdanningen gir kunnskap, ferdigheter og holdninger knyttet til å:

- Ivareta preanalytiske forhold og behandle biologisk prøvemateriale
- Utføre blodprøvetaking av pasienter
- Tappe blodgivere og framstille blodprodukter
- Finne årsak til infeksjoner og overvåke mikrobers resistensutvikling
- Finne mutasjoner i tumorvev slik at kreftpasienter kan få persontilpasset behandling
- Anvende avansert teknologi og analyseinstrumenter som benyttes i medisinske laboratorier
- Vurdere laboratoriemetodenes muligheter, begrensninger og feilkilder og implementere disse i drift
- Vurdere analyseresultatets pålitelighet, og deres statistiske og medisinske sannsynlighet
- Arbeide med kvalitetsutvikling av laboratorietjenestene
- Forstå laboratoriemedisinens plass i helsetjenesten
- Følge yrkesetiske retningslinjer
- Kontinuerlig oppdatere og videreutvikle kunnskap og gjennomføre forsknings- og utviklingsarbeid

1.2 Autorisasjon

Norge har 29 yrkesgrupper med yrkestittel som krever autorisasjon, der bioingeniør er en av dem. Man kan ikke bruke yrkestittelen bioingeniør uten å ha norsk



Autorisasjonen viser at en bioingeniør har den faglige kompetansen og oppfyller de formelle kravene som tittelen tilsier

autorisasjon. De lovbestemte kravene for å ha rett til autorisasjon framgår av helsepersonelloven § 48. Autorisasjon er et kvalitetsstempel som blant annet innebærer at en bioingeniør gjennom hele sin grunnutdanning har blitt skikket-hetsvurdert. Skikket-hetsvurdering inngår i en helhetsvurdering av studentens personlige og faglige forutsetninger for å kunne fungere i yrket.

Autorisasjonen viser at en bioingeniør har den faglige kompetansen og oppfyller de formelle kravene som tittelen tilsier. Man kan bli fratatt autorisasjon som bioingeniør for en periode – eller permanent – ved alvorlige overtredelser av helsepersonelloven.

1.3 Studietilbud i Norge

Det er åtte universiteter og høyskoler som i 2022 tilbyr utdanning som bioingeniør. Studiene er organisert under både helse- og teknologifag og gjenspeiler at utdanningen har en solid fot i hver leir.

Kandidatmåltallene angir et minstekrav om antall uteksaminerte kandidater den enkelte institusjonen skal ha.

Den eldste utdanningen er ved **Oslo-Met Storbyuniversitet**, som hadde sin opprinnelse ved Rikshospitalet og Ullevål sykehus. Ved OsloMet er 50 studieplasser for bioingeniører tildelt ved kandidatmåltall og basisfinansiering ved *Institutt for naturvitenskapelige helsefag* ved *Fakultet for helsevitenskap*. Det blir tilbudt studie-plass til flere studenter, som da blir finansiert gjennom den resultatbaserte komponenten.



Ved **Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet** (NTNU) er bioingeniørutdanningen organisert under *Fakultet for naturvitenskap* og foregår på *Institutt for bioingeniørfag* på studiested Trondheim og *Institutt for biologiske fag* i Ålesund.

Kunnskapsdepartementet har de siste årene tildelt 73 studieplasser til NTNU. De har blitt fordelt på 49 studieplasser ved NTNU Trondheim og 24 ved NTNU Ålesund. Utdanningene har utdannet flere studenter enn minstekravet fra KD, slik at det er 80 bioingeniørstudenter ved NTNU Trondheim og 35 studenter ved NTNU Ålesund.

Ved **Høgskulen på Vestlandet** (HVL) har KD tildelt 39 studieplasser. Ved denne høyskolen er bioingeniørutdanningen lagt til *Institutt for sikkerhet, kjemi- og bioingeniørfag* ved *Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap*. Måltallet for utdanningen var 52 studenter i 2021, men høyskolen har normalt tatt opp flere studenter grunnet erfaringsmessig frafall.

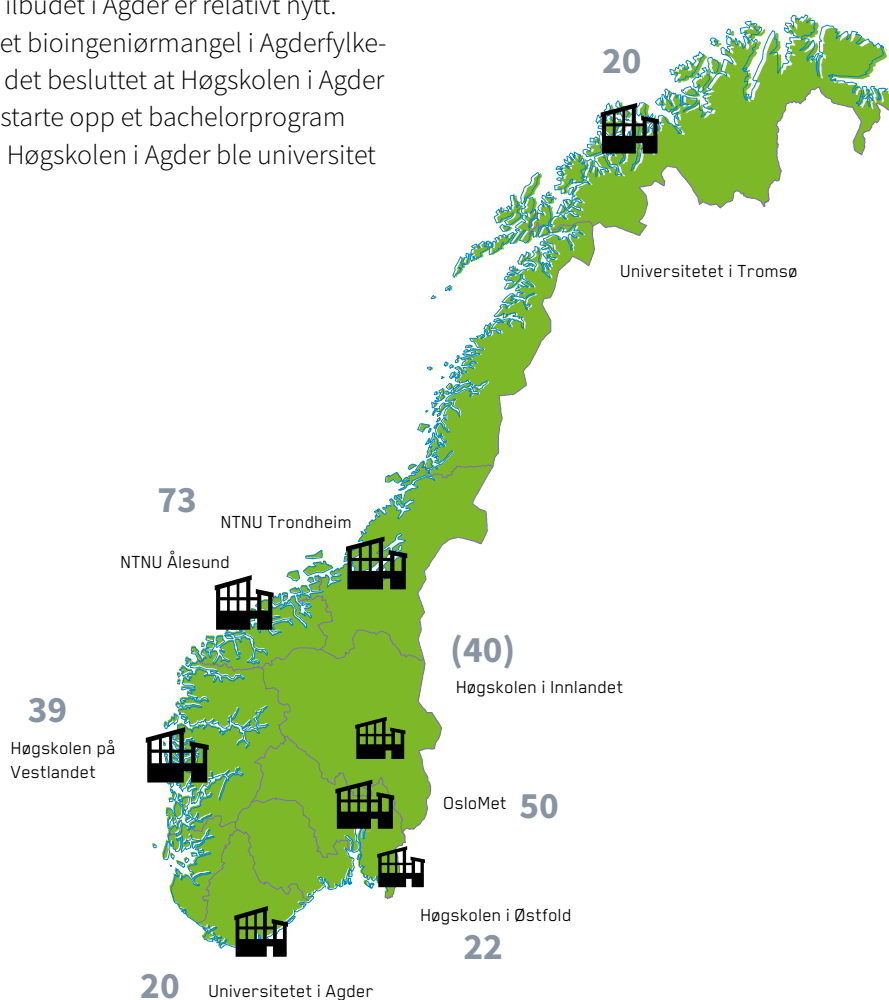
Tromsø startet med å utdanne fysio-kjemikere i 1974. Bioingeniører utdannes i dag ved *det helsevitenskapelige fakultet* på **Universitetet i Tromsø**, Norges arktiske universitet (UiT) der *Institutt for medisinsk biologi* tilbyr studieplass til 29 bioingeniørstudenter med mål om 20 uteksaminert kandidater. KD ga i 2021 UiT oppdrag om å tilby 20 studieplasser for bioingeniører, fastsatt ved kandidatmåltall i tildelingsbrev.

Ved *Fakultet for helse, velferd og organisasjon* på **Høgskolen i Østfold** utdannes bioingeniører ved *Institutt for sykepleie, helse og bioingeniørfag*. Siden

2010 gjennomføres alle tre studieårene i Østfold, med unntak av eksternt praksis som gjennomføres i Vestfold for deler av kullet. KD tildelte 22 studieplasser i 2021 for bioingeniører Høgskolen i Østfold. Det blir gitt tilbud om studieplass til flere enn de som er finansiert via basisfinansiering.

På Sørlandet er det *Instituttet for naturvitenskapelige fag ved Universitetet i Agder (UiA)* som utdanner bioingeniører. Her er utdanningen lagt til *Fakultet for teknologi og realfag* og KD gir UiA i oppdrag å utdanne 20 bioingeniører årlig. Tilbudet i Agder er relativt nytt. Grunnet bioingeniørmangel i Agderfylkene ble det besluttet at Høgskolen i Agder skulle starte opp et bachelorprogram i 2004. Høgskolen i Agder ble universitet i 2007.

Fra høsten 2021 fikk Norge et nytt tilbud når **Høgskolen i Innlandet** startet opp bioingeniørutdanning med 40 studieplasser. Disse plassene har ikke fått basisfinansiering og er avhengig av å få det på plass for å være sikret drift i framtiden. Her er bioingeniørutdanningen lagt til *Institutt for bioteknologi* som ligger på Hamar og hører til *Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi*.



Illustrasjonen viser de åtte studiestedene for bioingeniørutdanning i Norge, med de studieplasser som finansieres over statsbudsjettet. Det blir utdannet flere kandidater, men grunnet overbooking og frafall er det vanskelig å presentere faktiske tall. Høgskolen i Innlandet har tatt inn 40 studenter uten støtte over statsbudsjettet.



Bærebjelke og mangelvare

Laboratoriemedisin er en bærebjelke i dagens helsetjeneste. Flere rapporter og funn viser at det er en stadig større mangel på bioingeniører i laboratoriene. Med liten oppmerksomhet på mangelen gir det grunn til en viss bekymring for «det norske sykehus».

I dette kapitlet skal vi se på hva som finnes av informasjon om den nåværende tilstanden i laboratoriene (2022). Vi har som beskrevet i målet for rapporten forsøkt å kartlegge og samle de fakta og kunnskaper som finnes om bioingeniører i Norge. Bioingeniørene er en liten helseprofesjon som sprang ut fra sykepleierfaget for over 70 år siden og teller i underkant av 10 000 personer. Om lag hver fjerde bioingeniør er sysselsatt i andre sektorer enn helse og andelen pensjonister øker.

2.1 Den optimale verden

Vi har i det innledende kapitlet sett på hva en bioingeniør gjør, hvilke ferdigheter og kompetanse en autorisasjon innebærer. Det er flere forhold som må være på plass for at et helsevesen skal kunne fungere tilfredsstillende og for at helsepersonell skal kunne gjøre den jobben de er utdannet til. Dette gjelder for bioingeniører også. I den optimale verden er det nok areal til å utføre arbeidet. Premisser for god utdanning er lagt med gode lærere, store nok lokaler, intern laboratorietrening og tilstrekkelig

med praksisplasser. Det er nok personer på jobb og det tas høyde for sykdom og ulike permisjoner. Lederne har tid til å tenke utvikling og ledelse, både av organisasjon og enkelte medarbeidere. Bioingeniørene er viktige som ressurser i landets helseberedskap. De blir gitt muligheter til å kunne utvikle seg utover det som forventes i laboratoriet.

I den ideelle laboratorieverdighet blir det gitt muligheter for i større grad å kunne drive forskning og utvikling.

2.2 Bærebjelker i medisinsk diagnostikk og helseberedskap

Etter nesten to år med pandemi har befolkningen lært hvor nødvendige bioingeniørenes kompetanse er for samfunnets helseberedskap og hvor viktige laboratorienes rolle er i helsetjenesten. Uten bioingeniører ville vi ikke klart å teste så mange for Sars-Cov2-viruset eller fått vite hvilke varianter som sprer smitte. Se artikkel *Laboratoriet er helsevesenets hjerte* side 19, om hvordan pandemilaboratoriet ved Oslo Universitetssykehus var en bærebjelke for testkapasiteten.

En tysk undersøkelse⁴ hevder at så

En tysk undersøkelse hevder at så mange som to av tre medisinske avgjørelser blir tatt på bakgrunn av et laboratoriesvar





Det er generelt vanskelig å få besatt bioingeniørstillinger i alle helseregioner i 2022

mange som to av tre medisinske avgjørelser blir tatt på bakgrunn av et laboratorievar. For å kunne operere, trenger legene å ha autoriserte bioingeniører på vakt som kan levere ut blod til pasienten dersom det er nødvendig. For å kunne behandle infeksjoner, trenger medisinske avdelinger å få svar på hvilke bakterier det er som forårsaker sykdommen. For å kunne gi riktig dose medisin, trenger sykepleiere og leger svar på hvilke nivå av legemiddel som blir tatt opp i kroppen. For å kunne vite om vevsprøven som blir tatt ved tarmscreeningsundersøkelser er normal eller inneholder kreftceller, trenger gastrokirurgen en bioingeniør til å snitte, farge og kvalitetssikre vevsprøven.

2.3 Mangelsymptomer

Dagens situasjon er dessverre ikke optimal. Det er generelt vanskelig å få besatt bioingeniørstillinger i alle helseregioner i 2022. Det skyldes at det har vært et økt behov under pandemien, økt pensjonering, lavere gjennomføringsgrad ved utdanningene, flere bioingeniører som velger å jobbe utenfor helsetjenesten og ikke minst at det utdannes for få bioingeniører. Mangelen gjenspeiles i at *Tidsskriftet Bioingeniøren* aldri har hatt flere stillingsannonser enn nå og at jobbsøkerportalen *finn.no* har fått doblet antall utlyste stillinger for bioingeniører de siste to årene.

NITO organiserer over 90 prosent av de sysselsatte bioingeniørene i Norge. Gjennom NITO Bioingeniørfaglig institutt har NITO kontakt med fagmiljøer som medisinsk biokjemi, patologi, mikrobiologi, immunologi og transfusjonsmedisin og bioingeniører som arbeider med forskning, kvalitetsstyring, ledelse, etikk,

utdanning, IKT og pasientnær analyse-
ring (PNA).

Utregnet blant NITO BFIs medlemmer er det i gjennomsnitt 104 bioingeniører per 100 000 innbygger i Norge. Når vi ser hvor i landet våre bioingeniørmedlemmer arbeider, framkommer det tydelige geografiske variasjoner. Det typiske bildet er at de store byene med universitetssykehus har flest bioingeniører, mens mindre sykehus har langt færre bioingeniører. Universitetssykehusene har mer spesialisert laboratoriedrift og til dels regionale og landsdekkende funksjoner. I de store byene finner vi også mange av utdanningsstedene, som gir en bedre tilgang på ny arbeidskraft i området. En av årsakene til at det er forskjell mellom landsdeler og regioner er at også variasjon i hvor mange sykehus det er i forhold til innbyggertallet.

For å kunne forstå dagens situasjonen bedre har vi sett på de regionale utviklingsrapportene i helseforetakene, lyttet til våre tillitsvalgte og sjekket «mangeltilstander» med laboratoriene. Både på nasjonalt, regionalt og lokalt plan meldes det om økt behov for bioingeniører og vansker med å rekruttere. En stadig vekst i antall utlyste stillinger støtter denne diagnosen. Ved flere helseforetak står bioingeniørstillinger ubesatt og antall bioingeniører som utdannes er ikke nok til å kunne gi en bedring med det første. Enkelte regioner har store utfordringer og arbeider aktivt med å finne løsninger. Tall fra SSB (se side 29) viser at det ved enkelte helseforetak faktisk har vært en nedgang i antall årsverk for bioingeniører, i stedet for den nødvendige økningen som er etterspurt fra helseforetakene.

Laboratoriet er helsevesenets hjerte

Laboratoriefagene er vant til å være i bakgrunnen, men i mars 2020 ble de med ett veldig synlige.

Av Hanne Akselsen, leder for Fag og kvalitet, Klinikk for laboratoriemedisin, Oslo Universitetssykehus
Artikkelen stod først på trykk i Tidsskrift for den norske legeforening, juni 2021. Gjengitt med tillatelse.

Fredag før påske i 2020 fikk *Klinikk for laboratoriemedisin* ved Oslo universitetssykehus (OUS) et viktig oppdrag: Laboratoriet skulle øke testkapasiteten for SARS-CoV-2 fra 1500 analyser per døgn til å kunne kjøre 10.000 analyser i døgnet. Dette høykapasitetslaboratoriet skulle bistå med SARS-CoV-2-testing, og dermed bidra til raskere smittesporing, raskere avklaring av sykdomsstatus og dermed bedre behandlingsmuligheter. Høyere testkapasitet og raskere svar kunne også bidra til kortere karantenetid og dermed lavere sykefravær hos arbeidstakere.

Det hastet med å finne kvalifisert personell, identifisere arealer, etablere infrastruktur og gå til innkjøp av nytt utstyr og reagenser. «Pandemilaben» ble etablert med pipetteringsroboter, PCR-instrumenter og med hjelp av en innovativ protokoll for RNA-ekstraksjon basert på magnetiske kuler utarbeidet ved NTNU (1). Ekstraksjon med magnetiske kuler er en velkjent metode for isolering av DNA og RNA fra virus. NTNU bruker mindre partikler enn det som er kjent fra før, magnetiske nanopartikler. NTNU-reagensen var helt avgjørende for at prosjektet skulle lykkes.

Avdeling for mikrobiologi bidro med egenutviklet, validert PCR-test basert på en metode som ble distribuert fra Corman i Berlin, ofte referert til som Berlin-protokollen (2).

Det var få som trodde at det var mulig å etablere et slikt høykapasitetslaboratorium, men etter krevende utviklingsarbeid kunne *Pandemilaben* stolt åpne for analysering av de første Covid-19 pasientprøvene 27. mai 2020. Den 11. mars 2021 nådde *Pandemilaben* sin høyeste svarutgivelse med 11 263 analyser per døgn.

Til sammenlikning kan den største plattformen for Chlamydia, Gonore og Mycoplasma ved OUS analysere 50 000 prøver i året, og ved en influensaepidemi er kapasiteten ca. 300 prøver per dag.

Kravet om stadig kortere svartider førte til at vi allerede i april 2020 etablerte et tilbud om PCR-basert hurtigdiagnostikk til utvalgte pasientgrupper. Disse testene brukes primært på inneliggende pasienter ved OUS. Hurtigdiagnostikk ble også raskt etablert på de andre mikrobiologiske laboratoriene i Norge.

Hurtigtesten tar en drøy time fra den ankommer laboratoriet, og den raske svartiden er testens viktigste fortrinn. Begrensningen er at man kun kan analysere en prøve ad gangen. Til sammenlikning er svartiden for en poliklinisk prøve etter ankomst i *pandemilaben* ca. fire timer, men da analyseres 300 prøver samtidig.

Pandemien har lært oss viktigheten av å være tilpassningsdyktige. Viruset vi trodde vi hadde lært oss å kjenne muterte til nye, mer smittsomme varianter. Sekvensering av virusgenomet ble aktualisert i nyhetsbildet hvor vi alle lærte om «britiske», «sørafrikanske» og «brasilianske» virusvarianter (3, 4, 5, 6) Da det ble klart at FHIs referanselaboratorium ikke hadde tilstrekkelig kapasitet til å håndtere den økte etterspørselen etter covidsekvensering (7) fikk *Klinikk for laboratoriemedisin* ved OUS igjen en forespørsel om å bidra.

Avdeling for medisinsk genetik, OUS, leder den nasjonale forskningsinfrastrukturen for DNA-sekvensering i Norge. På rekordtid ble covidsekvensering etablert som metode ved OUS gjennom et samarbeid mellom avdeling for medisinsk





Laboratoriemedisinen er en bærebjelke i vårt moderne helsevesen. Men det er først når vi mangler laboratoriediagnostiske tilbud – som i pandemiens første fase – at vi tenker over hvor viktig god laboratoriediagnostikk er

genetikk og avdeling for mikrobiologi. Via den nasjonale forskningsinfrastrukturen for DNA sekvensering – *Norsk konsortium for sekvensering og persontilpasset medisin* (NorSeq)(8) ble metoden også eksportert til NorSeq-noder i Bergen, Trondheim og Tromsø som etablerte metoden lokalt hos seg. Per i dag sekvenseres gjennomsnittlig 700 virusprøver ukentlig i OUS, og antallet prøver kan uten store problemer dobles dersom behovet oppstår.

Testkapasiteten i Europa (9) er god. I vestlige land brukes sekvensering aktivt for å overvåke nye mutasjoner som oppstår. I den tredje verden er testkapasiteten veldig varierende og de færreste blir testet. De fleste diagnostiseres ut ifra symptomer.

Den britiske koronamutasjonen (4) med Lineage B.1.1.7 var en av de første variantene av SARS CoV-2 hvor en mutasjon i virusmembranen øker graden av smittsomhet. Den ble først oppdaget i Storbritannia oktober 2020 og spredde seg raskt i hele Europa.

I Europa og Norge har dette blitt den dominerende varianten, og ved OUS utgjør denne varianten nå ca. 100 prosent av de positive prøvene. I India er det nå «Indiavarianten» Lineage B.1.617 som er helt dominerende. På OUS har vi per 26.5.2021 påvist 7 stk.

Klinikk for laboratoriemedisin deltar med stor iver i laboratoriedugnaden sammen med de andre helseforetakene. Vi har alle et felles mål, nemlig å tilby høy testkapasitet og levere raske og kvalitetssikrete svar for å ha kontroll på antall smittetilfeller og påfølgende smittesporing. I motsetning til i mars 2020 har vi nå oversikt over smittesituasjonen – en direkte følge av ny og forbedret diagnostikk. Enhver lege i akuttmottak vet hvor viktig laboratoriediagnostikken er for å kunne ta informerte behandlingsvalg. Laboratoriemedisinen er en bærebjelke i vårt moderne helsevesen. Men det er først når vi mangler laboratoriediagnostiske tilbud – som i pandemiens første fase – at vi tenker over hvor viktig god laboratoriediagnostikk er.

1. Norges Teknisk-naturvitenskaplige universitet. NTNU COVID-19 test. <https://www.ntnu.edu/ntnu-covid-19-test/> Lest 7. April, 2021.

2. Corman VM, Landt O, Kaiser M et al. Detection of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) by real-time RT-PCR. *Eurosurveillance* 2020;25:2000045.

3. Leung K, Shum MH, Leung GM et al. Early transmissibility assessment of the N501Y mutant strains of SARS-CoV-2 in the United Kingdom, October to November 2020. *Eurosurveillance* 2021;26:2002106. 5.

4. Davies NG, Abbott S, Barnard RC et al. Estimated transmissibility and impact of SARS-CoV-2 lineage B.1.1.7 in England. *Science* 2021;372:eabg3055.

5. Sabino EC, Buss LF, Carvalho MPS et al. Resurgence of COVID-19 in Manaus, Brazil, despite high seroprevalence. *Lancet* 2021;397:452–5.

6. Vogels CBF, Breban MI, Alpert T et al. PCR assay to enhance global surveillance for SARS-CoV-2 variants of concern. *MedRxiv* <https://doi.org/10.1101/2021.01.28.21250486>.

7. Munnink BBO, Nieuwenhuijse DF, Stein M et al. Rapid SARS-CoV-2 whole-genome sequencing and analysis for informed public health decision-making in the Netherlands. *Nat Med* 2020;26:1405–10.

8. The Norwegian Consortium for Sequencing and Personalized Medicine. www.norseq.org/ Lest 18.5.2021.

9. European Centre for Disease Prevention and Control. <https://www.ecdc.europa.eu/en/geographical-distribution-2019-ncov-cases/> Lest 18.5.2021.

2.4 utfordringer i helseregionene

De regionale utviklingsplaner er en viktig kilde til informasjon om behov for bioingeniører og tilstanden på laboratoriene rundt om i landet. Tillitsvalgte og andre aktører har også tilført viktig informasjon i høringssvar.

Helseregionene har i 2022 startet arbeidet med revidering og utarbeiding av nye planer for de neste fire årene. Vi skal i de følgende avsnittene se på de viktigste innspillene som gjelder laboratoriene i de eksisterende regionale utviklingsplanene. Mer detaljer om hver av de fire regionale helseforetakene finnes i vedlegg, kapittel seks, side 87.

Færre årsverk i Helse Sør-Øst

Helse Sør-Øst RHF er det største av landets fire regionale helseforetak med rundt tre millioner innbyggere i fem fylker. Det er elleve helseforetak i regionen.

NITO har totalt 3075 bioingeniører som medlemmer i NITO BFI som geografisk hører til Helse Sør-Øst sitt område. Av disse arbeider 2277 medlemmer i helsesektoren. SSB har registrert 2471 sysselsatte bioingeniører i sykehus og øvrige somatiske institusjoner i sin oversikt fra 2021. De er fordelt på 2096 årsverk.

Når arbeidet med regional utviklingsplan startet i 2017, var det 2135 årsverk registrert i Helse Sør-Øst (SSB). Som SSB sine tall i tabellen på side 29 viser, er det spesielt Oslo Universitetssykehus, Sykehuset Innlandet og Sykehuset Telemark som har størst utfordringer, med en nedgang i antall årsverk for bioingeniører. For Helse Sør-Øst samlet er det 39 færre

årsverk i 2021 enn i 2017, når arbeidet med regional utviklingsplan startet.

Helse Sør-Øst RHF skriver i sin regionale utviklingsplan⁵ at vekstraten for bioingeniører er beregnet til 35 prosent for perioden 2017-2035. Det er derfor urovekkende at SSB sin statistikk viser at tallene har gått ned de siste to årene, i stedet for å øke i takt med det behovet som er beskrevet i Helse Sør-Øst sin regionale utviklingsplan.

De tillitsvalgte i NITO Helse Sør-Øst skriver i sitt høringssvar⁶ til den regionale utviklingsplanen at de er bekymret for manglende bærekraft i møtet med framtiden: *«I driften opplever vi et stort gap mellom oppgaver og ressurser. (...) Aktiviteten og behovet for helsetjenester har økt veldig i omfang.»* De tillitsvalgte ønsker seg også mer fokus på behovet for teknologikompetanse og kompetanseutvikling.

I sin årsrapport for 2017⁷ påpekte Helse Sør-Øst at den regionale behovsanalysen indikerte behov for økt utdanningskapasitet for blant annet bioingeniører. I årsrapportene for 2018 og 2019 er ikke bioingeniører nevnt. Den nye regionale utviklingsplanen er sendt på høring. I den nevnes rekrutteringsutfordringer for flere profesjoner og at helseforetakene blant annet etterspør bioingeniører.

For Helse Sør-Øst samlet er det færre årsverk i 2021 enn i 2017, når arbeidet med regional utviklingsplan startet





Helse Sør-Øst er også opptatt av det store behovet for praksisplasser og har tatt initiativ til et eget prosjekt for organisering av praksis, se side 87.

Helse Nord har store utfordringer

De fire sykehusforetak i Helse Nord RHF skal sørge for spesialisthelsetjenester til innbyggerne i Nordland, Troms, Finnmark og Svalbard, med til sammen rundt en halv million nordmenn. Landsdelen opplever en negativ trend i folketallet. SSB har registrert 527 sysselsatte bioingeniører i denne regionen, fordelt på 447 årsverk. NITO BFI har 523 medlemmer i området til Helse Nord. Av dem er 435 sysselsatte i helseforetakene. Mer informasjon om de fire sykehusene i nord er å finne i vedlegg i kapittel seks.

Helse Nord RHF skriver i sin regionale utviklingsplan⁸: «Utdanning, kompetanse og rekruttering er områder hvor det må arbeides langsiktig for å oppnå resultater.» I et felles høringssvar fra fagorganisasjonene (inkludert NITO) og verneombudet ved Universitetssykehuset i Nord-Norge (UNN) vedrørende den regionale utviklingsplanen, ble det uttrykt bekymring både for sykehuset som regionalt kraftsenter og for prosessen med utviklingsplanen. De tillitsvalgte

etterlyste mulighet for medvirkning.

For å møte utfordringene har Universitetssykehuset (UNN) syv definerte strategiske hovedretninger. Disse skal være førende for utvikling av den faglige virksomheten i perioden 2015-2025. En strategiretning omhandler utdanning, rekruttering og stabilisering, oppgaveguidning, bedre bruk av kompetanse og teknologistøttet kunnskapsutvikling. I tillegg ønsker de å prioritere teknologi og e-helse med vekt på økt bruk av teknologi i den kliniske virksomheten.

I en strategisk kompetanseplan Helse Nord⁹ publiserte i 2014 ble behovet for bioingeniører beskrevet slik: «Årlig tilvekst i Nord-Norge er langt under antatt behov.»

UNN har en egen rekrutteringsgruppe og sykehuset satser aktivt på strategisk utvikling og vedlikehold av eksisterende kompetanse. De ønsker også å stabilisere personellbehovet gjennom fokus på autonomi, sosial tilhørighet og mestring av arbeidsoppgavene. I en intern rapport fra UNN fra 2017, er bioingeniørene den profesjonen som er øverst på listen over personell det anbefales å ha økt fokus på.

I UNNs strategiske utviklingsplan 2015-2025¹⁰ trekkes spesielt spesialsykepleiere, bioingeniører, helsefagarbeidere



og legespesialister fram som grupper det i årene framover vil være særlig behov for.

Helse Vest med regional plan for laboratorietjenester

I denne helseregionen er det fire helseforetak – Helse Førde, Helse Bergen, Helse Stavanger og Helse Fonna. I tillegg har Helse Vest RFH driftsavtale med tre private, ideelle sykehus. SSB har registrert 998 sysselsatte bioingeniører i 2021 tilhørende regionen til Helse Vest, fordelt på 869 årsverk. NITO BFI har 1076 medlemmer i området til Helse Vest RHF, derav 869 sysselsatte i helseforetakene.

Helse Vest RHF har i den regionale utviklingsplanen¹¹ for 2019-2035 ikke tallfestet noen vekstrate for bioingeniører. Men som det eneste av de regionale helseforetakene har de utarbeidet en egen regional plan for laboratoriene, *Regional plan for laboratorietjenester (2015-2025)*¹². I arbeidet med dette bidro ansatte fra ulike helseforetak i fagspesifikke arbeidsgrupper. En faggruppe etterlyste en helhetlig plan for rekruttering av nøkkelpersonell som leger og bioingeniører i Helse Vest. Denne planen må ta hensyn til ulike behov som finnes ved større og mindre institusjoner. Innenfor mikrobi-



logi ble konkrete behov for utdanning og rekruttering av bioingeniører til dette fagområdet etterlyst. Rapporten uttrykker bekymring for rekruttering til Helse Stavanger HF og fagområdene immunologi og patologi. Mer bakgrunnsmateriale er å finne i vedlegg, kapittel seks.



Det er en utfordring at materialet som finnes om behov for bioingeniører er såpass gammelt og at oppmerksomheten i hovedsak er på de store profesjonene

Det er en utfordring at materialet som finnes om behov for bioingeniører er såpass gammelt og at oppmerksomheten i hovedsak er på de store profesjonene. Tillitsvalgte informerer om at det i 2022 er vanskelig å rekruttere bioingeniører i alle helseforetakene, og at planen for laboratorietjenestene ikke har blitt så godt fulgt opp som intensjonen var. Når den regionale utviklingsplanen skal revideres neste gang, er det en god anledning til å bygge videre på dette. Denne måten å arbeide på kan også være en inspirasjon for andre helseregioner.

Helse Midt-Norge forventer høy behovsvekst

Helse Midt-Norge har tre helseforetak: St. Olavs hospital HF, Helse Møre og Romsdal HF og Helse Nord-Trøndelag HF.

SSB oppgir at Helse Midt-Norge RHF sysselsatte totalt 767 bioingeniører i sykehus og øvrige somatiske institusjoner, fordelt på 647 årsverk. I NITOs medlemsregister finner vi til sammen 970 bioingeniører i denne regionen, derav

761 bioingeniører som arbeider i helseforetakene.

I helseregionens utviklingsplaner for 2019-2022¹³ skriver Helse Midt-Norge RHF at de forventer en generell vekst i bemanningsbehov på omtrent 23 prosent for alle yrkesgrupper i 2035 med dagens organisering. «Det forventes særlig stor vekst for pleiepersonellgruppen der spesialsykepleiere (anestesi-, intensiv- og operasjonssykepleiere) skiller seg ut. Radiografi, ambulanspersonell og bioingeniører er også yrkesgrupper med høy forventet behovsvekst.»

Vekstraten for bioingeniører er på 32 prosent i regional utviklingsplan for Helse Midt-Norge. I strategidokumentet *Strategi 2030*¹⁴ fra 2016 skriver Helse Midt-Norge RHF at det er viktig å utdanne nok leger og annet personell med spesialkompetanse – som bioingeniører. I høringssvaret fra NITOs tillitsvalgte¹⁵ uttrykkes det bekymring for at det ikke er bærekraft til å møte fremtiden. Se mer i kapittel seks.





Det er alvorlig at helseforetakene har så store bemanningsutfordringer



2.5 Riksrevisorens bekymring

I november 2019 kom Riksrevisjonen med rapporten *Undersøkelse av bemanningsutfordringer i helseforetakene*¹⁶, der målet var å vurdere om helseforetakene og de regionale helseforetakene arbeidet målrettet og systematisk for å sikre tilstrekkelig tilgang på sykepleiere, jordmødre og spesialsykepleiere i spesialisthelsetjenesten.

Rapporten konkluderte med et alvorlig kritikknivå. Riksrevisoren uttalte at «det er alvorlig at helseforetakene har så store bemanningsutfordringer» og at «det er kritikkverdig at mange helseforetak mangler oversikt over bemanningsbehov og planer for å løse bemanningsutfordringene sine.» Riksrevisjonens rapport kom med anbefalinger både til helseforetakene, de regionale helseforetakene og Helse- og omsorgsdepartementet. Undersøkelsen omfattet alle helseforetak som driver med somatisk virksomhet, med unntak av Helgelandssykehuset, som ikke leverte data.

Selv om rapporten ikke tok for seg bioingeniører, er likevel problemstillingene overførbare.

Noen sentrale funn i rapporten:

Nesten alle helseforetakene sendte informasjon om deres behov for stillingstypene på kort sikt og var i hovedsak i prosess med å vurdere behovet for utdanningsstillinger det kommende år. De hadde i liten grad dokumentert sine vurderinger av behov med analyser.

- Ti helseforetak kunne dokumentere at de kartla behovet for spesialsykepleiere og jordmødre på mellomlang sikt (3–5 år). Dette tilsvarer perioden det tar for en sykepleier å ta videreutdanning og bygge opp nok kompetanse til å erstatte en ansatt som slutter.
- Ni helseforetak kunne dokumentere beregninger av det langsiktige bemanningsbehovet (fram mot 2040) ved hjelp av Nasjonal bemanningsmodell. Enkelte av disse helseforetakene laget ulike scenarier som viste hvordan de forutsetningene de la inn i modellen, påvirket det framtidige bemanningsbehovet.
- 40 prosent av lederne svarte at helseforetaket ikke hadde oversikt over, eller at de ikke visste om helseforetaket hadde oversikt over, bemanningsbehovet for deres stillingstype 3–5 år fram i tid.

- Å overføre oppgaver mellom stillings-typer ble ansett for å være et viktig virkemiddel for å løse bemannings-utfordringer for stillingstyper det mangler personell til.

Riksrevisoren kommenterer at de regionale helseforetakene **ikke sa hvor mye kapasiteten bør økes**. De skriftlige innspillene fra de regionale helseforetakene var uensartede både i form og innhold, noe bestillingen fra Helsedirektoratet ga rom for. Innspillene fra de regionale helseforetakene varierte når det gjaldt om de er baserte på behovet for ansatte eller antallet praksisplasser helseforetakene selv kunne håndtere, om de uttalte seg om den faktiske utdanningskapasiteten eller kandidatmåltallene, og **om behovet for økt utdanningskapasitet gjaldt først-kommende år, på mellomlang sikt eller på lengre sikt**.

Alle de fire regionale helseforetakene har brukt Nasjonal bemanningsmodell for å estimere behovet for sykepleiere, operasjonssykepleiere, intensivsykepleiere og leger hvert femte år fram mot 2040.

Få laboratorier planlegger bemanning på lengre sikt

NITO BFI gjennomførte to spørreundersøkelser i 2020 knyttet til arbeidsmiljø under pandemien. I den siste ble det også stilt spørsmål til ledere knyttet til bemanning og planlegging av rekruttering. Det var 133 ledere på alle ledernivåer og fagområder som har svart på spørsmålne. Alle landsdeler var representert.

Når det kom til kartlegging av beman-

ningsbehov, svarte kun i underkant av fem prosent av laboratorielederne at de kjente til at sykehusledelsen hadde gjennomført en systematisk gjennomgang av grunnbemanningen. 42 prosent svarte at laboratorielederen kjenner til behovet på kort sikt og bare 14,5 prosent kjente til behovet de kommende tre til fem årene.

Av lederne på laboratoriene svarte 33 prosent at de fikk flere godt kvalifiserte bioingeniører når de lyste ut en bioingeniørstilling, mens de resterende 67 prosent svarte at de får få eller ingen kvalifiserte søkere.

2.6 Statistikk om bemanning

Svak vekst av bioingeniører på nasjonalt og regionalt nivå

Tall fra Statistisk sentralbyrå (SSB) viser at det har vært en svak utvikling i antall årsverk for bioingeniører over flere år, selv om både SSB og de regionale helseforetakene har satt seg mål om vekst opp mot 40 prosent fram til 2035. SSB har valgt 2017 som et utgangspunkt for sine framskrivninger i *Helsemod 2019*¹⁷. Vi har derfor også tatt utgangspunkt i endringer i antall årsverk i perioden fra 2017 til 2021.

Tall hentet fra SSB viser at det i utgangsåret i alle helseregionene samlet var 3979 årsverk for bioingeniører i spesialisthelsetjenesten og øvrige somatiske institusjoner, fordelt på 4652 sysselsatte. Se tall for helseforetakene i tabell på side 29. I 2021 var tallet endret til 4059 årsverk for bioingeniører i spesialisthelsetjenesten, fordelt på 4764 sysselsatte bioingeniører i helseregionene i Norge.



NITO BFI sin kartlegging viser at det er store variasjoner i helseforetakenes eget arbeid med å identifisere behov for bioingeniører.

Kun fire prosent vekst i årsverk på fem år

NITO BFI har hentet ut statistikk fra SSB¹⁸ over hvor mange årsverk for bioingeniører som er registrert i de ulike helseforetakene i spesialtisthelsetjenesten de siste fem år. Utgangsåret er 2017, når de første regionale utviklingsplanene ble laget. Målene var satt for perioden 2018–2035. SSB har også 2017 som et utgangså for sine behovsframskrivninger.

	Antall årsverk:					Endring i intervaller:	
Helseforetak i Helse Nord	2017	2018	2019	2020	2021	2017-2020	2017-2021
Helgelandssykehuset	41	44	44	44	43	3	2
Finnmarkssykehuset	31	30	29	31	29	0	-2
Nordlandssykehuset	113	112	117	121	116	8	3
Universitetssykehuset Nord-Norge (UNN)	250	256	262	263	260	13	10
Helse Nord totalt	434	443	452	458	447	24	13

Helseforetak i Helse Midt-Norge	2017	2018	2019	2020	2021	2017-2020	2017-2021
Helse Nord Trøndelag	75	73	73	75	70	0	-5
Helse Møre og Romsdal	184	189	175	191	185	7	1
St Olavs Hospital	339	357	382	392	392	53	53
Helse Midt-Norge totalt	598	620	630	658	647	60	49

Helseforetak i Helse Vest	2017	2018	2019	2020	2021	2017-2020	2017-2021
Helse Bergen	406	423	429	445	437	39	31
Helse Fonna	93	97	95	95	103	2	10
Helse Førde	64	65	70	70	69	6	5
Helse Stavanger	197	203	207	216	215	19	18
Helse Vest totalt	812	840	858	870	869	58	57

Helseforetak i Helse Sør-Øst	2017	2018	2019	2020	2021	2017-2020	2017-2021
Oslo universitetssykehus	768	763	781	793	705	25	-63
Akershus universitetssykehus	196	207	230	233	221	37	25
Vestre Viken	219	223	231	240	257	21	38
Sykehuset Innlandet	220	230	196	205	191	-15	-29
Sykehuset Østfold	205	203	206	211	209	6	4
Sørlandet sykehus	227	225	224	217	223	-10	-4
Sykehuset i Vestfold	146	147	152	149	148	3	2
Sykehuset Telemark	87	84	84	88	81	1	-6
Helse Sør-Øst totalt	2135	2149	2167	2200	2096	65	-39

Hele landet	3979	4052	4107	4186	4059	207	80
--------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	------------	-----------

Kilde: SSB, tabell 09549: Sykehus og øvrige somatiske institusjoner. Årsverk, etter region, helseutdanning, statistikkvariabel og år. Årsverk i denne artikkelen viser til avtalte årsverk eksklusive lange fravær. Det vil si summen av antall heltidsjobber og deltidsjobber omregnet til heltidsjobber, eksklusive årsverk tapt på grunn av legemeldt sykefravær og foreldrepermisjon. Hentet fra nettsiden til SSB 07.02.22. Tall for 2021 er hentet ut 27.04.22



Denne veksten er kun fire prosent av SSB sitt estimerte behov på 2400 flere årsverk for bioingeniører innen 2035. I enkelte helseforetak har det blitt færre årsverk siden 2017. SSB sine uttrekk viser også at det skjer store endringer fra 2020 til 2021. I dette året forsvant det rundt 100 årsverk for bioingeniører i Helse Sør-Øst totalt. Helse Sør-Øst skriver i sin regionale utviklingsplan⁵ at det trengs 35 prosent flere bioingeniører innen 2035. Med utgangspunkt i de 2135 årsverkene de hadde for bioingeniører i 2017, vil det utgjøre 750 årsverk. Resultatet etter fem år er 39 færre årsverk. De fleste årsver-

kene forsvinner ved Oslo Universitetssykehus (OUS) i tillegg til at Sykehuset Innlandet og Sykehuset Telemark har fått færre bioingeniører. I Helse Nord Trøndelag HF og ved Finnmarkssykehuset er det også en nedgang i antall årsverk.

NITO er bekymret for at endringen skyldes at bioingeniørstillinger gjøres om til andre stillingstitler og at arbeidsgivere på den måten omgår kravet til å ansette autoriserte bioingeniører. Omgjøring av bioingeniørstillinger kan være et uttrykk for bioingeniørmangel eller at innholdet i stillingen har endret seg.



Fra 2020 til 2021 forsvant det rundt 100 bioingeniørårsverk fra Helse Sør-Øst

Det typiske bildet er at de store byene har flest bioingeniører, mens mindre sykehus har atskillig lavere antall bioingeniører



Demografiske skjevheter

Når vi ser på hvor i landet bioingeniørmedlemmene våre arbeider, framkommer demografiske skjevheter. Det er også variasjonene innad i regionene mellom helseforetakene. Det typiske bildet er at de store byene har flest bioingeniører, mens mindre sykehus har atskillig lavere antall bioingeniører. Det kan være flere naturlige årsaker til de geografiske forskjellene. Hovedårsaken til at deknin-gen er bedre i byene skyldes nok først og fremst at større sykehus har mer spesialisert laboratoriedrift og at de har noen regionale og landsdekkende funksjoner.

Videre vet vi at det finnes samarbeidsavtaler mellom sykehus, spesielt innenfor samme region, knyttet til deler av diagnostikken. Laboratorieanalyser med høy grad av hast gjøres lokalt, mens analyser med små volum eller prøver ved utredning av mindre akutt sykdom kan sendes til større sykehus. Dette er imidlertid en trend som er i ferd med å snu, siden mer og mer diagnostikk flyttes nærmere pasienten og forventningene om større analyserepertoar og raske svar øker.

Vi ser også en sammenheng mellom antall bioingeniører og plassering av bioingeniørutdanning. Byer med lettere tilgang på studenter og nyutdannede bioingeniører har lettere for å rekruttere til ledige stillinger.

B-tall

NITO har under arbeidet med rapporten utarbeidet en oversikt over hvor mange bioingeniører helseforetakene har i forhold til folketallet. Det har vært nyttig og lærerikt å få denne oversikten for å vite hvor utfordringene er størst og hvor man må følge ekstra godt med på utviklingen. Det er likevel en utfordring å bruke dette tallet som et styringsverktøy, da vilkårene varierer i de ulike landsdelene og ved de ulike helseforetakene. I gjennomsnitt har Norge 104 bioingeniører pr. 100 000 innbyggere.

Organisasjonsgrad

Bioingeniører	Årsverk (SSB, 2021)	Sysselsatte (SSB, 2021)	BFI-medlemmer sysselsatt i helseforetak	Prosent andel *	Alle medlemmer i NITO BFI 2022
Helseregion Sør-Øst	2096	2471	2277	92,1	3075
Helseregion Vest	869	998	869	87,1	1076
Helseregion Midt-Norge	647	767	761	99,2	970
Helseregion Nord	447	527	435	82,5	523
Hele landet	4059	4763	4342	91,2	5690

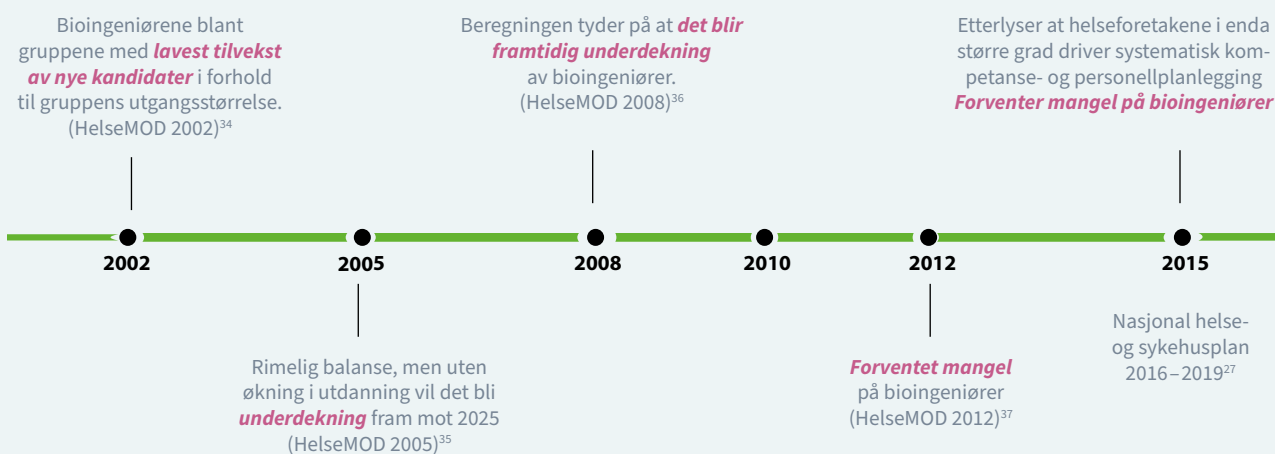
* Prosentandel som er medlem i NITO BFI blant alle sysselsatte bioingeniører i helseregionene

Kilde: SSB, tabell 09549: Sykehus og øvrige somatiske institusjoner. Årsverk, etter region, helseutdanning, statistikkvariabel og år (ref. 18).

Helsemod – et planleggingsverktøy fra SSB

Helsemod er et planleggingsverktøy SSB benytter til framskrivinger av tilbud og etterspørsel for ulike typer helsepersonell. Modellen ble tatt i bruk av SSB på midten av 1990-tallet på oppdrag fra Helse- og sosialdepartementet (HOD). I 2000 startet et større arbeid med å få bedre oversikt over arbeidsmarkedet for helse- og sosialpersonell. Målet var å utnytte eksisterende registre best mulig, og som følge av det har den løpende statistikken over sysselsetting av helse-

og sosialpersonell vært registerbasert fra og med 2004. Den første rapporten som brukte denne modellen, ble utgitt i 2002 og så på arbeidsmarkedet for helse- og sosialpersonell fram til 2020. Både i 2005, 2008 og 2012 ble nye framskrivinger publisert og i økende grad har de varslet om behov for flere bioingeniører. Ser mer om konkret innhold i disse rapportene i vedlegg til sist i rapporten. *Helsemod 2019* er omtalt i kapittel fire der vi ser på framtiden.



Faktisk utvikling 2000–2014

I 2016 ble de tidligere framskrivingene evaluert i SSB-rapporten *Helse- og sosialpersonell 2000-2014 – Faktisk utvikling mot tidligere framskrivinger*¹⁹. Den viste at veksten i etterspørsel etter helsepersonell hadde vært undervurdert. Sysselsettingen i helse- og sosialtjenestene vokste med nær 100 000 årsverk i dette tidsrommet. Økningen ble en god del sterkere enn SSB la til grunn ved årtusenskiftet. For bioingeniørene var veksten 48 prosent i denne

perioden. Noe av veksten skyldes omlegginger i rapportering hos SSB. For NITO BFI var veksten i antall yrkesaktive medlemmer i NITO BFI 32 prosent for den samme perioden.

Fra 2014 til 2018 fortsatte antallet årsverk i helsesektoren å øke, fra 334 000 til 425 251 (Tall fra SSB sin nettside, hentet ut 01.03.2019). I kapittel tre, avsnitt 3.1, vil vi se videre framover med *Helsemod 2019*.

Befolkningssammensetningen som sogner til sykehuset og ikke minst sykehusets oppdrag vil ha betydning for hvor mange bioingeniører som er på laboratoriet og hva slags kompetanse de har



Faktorer som påvirker laboratorier

Prøvegrunnlaget ved sykehuslaboratorier avgjøres av antall inneliggende pasienter ved sykehuset og antall polikliniske prøver fra egen poliklinikk, legekontor, spesialister, helsestasjoner og lignende. Generelt sees en økning i etterspørselen etter analyser, men de siste årene rapporteres det at fastleger og spesialister utenfor sykehus i økende grad sender prøver til private laboratorier. Det påvirker prøvegrunnlaget ved helseforetakene, og dreier behovet for bioingeniører fra offentlig til privat virksomhet.

Både befolkningssammensetningen som sogner til sykehuset, og ikke minst sykehusets oppdrag, vil ha betydning for hvor mange bioingeniører som er på laboratoriet og hva slags kompetanse de har. Vi har flere både private og offentlige spesialiserte sykehus. Ved LHL-sykehuset er laboratoriet spesialisert opp mot lunge- og hjerteutredninger, mens for eksempel Rikshospitalet har bygd opp kompetanse innen transplantasjonsimmunologi og analyser knyttet til det.

Til sist er det verdt å nevne at åpningstidene til laboratorier og vaktbelastning har noe å si for antall bioingeniørstillinger. Laboratorier med døgnkontinuerlig drift trenger langt flere bioingeniører enn laboratorier med kortere åpningstid.

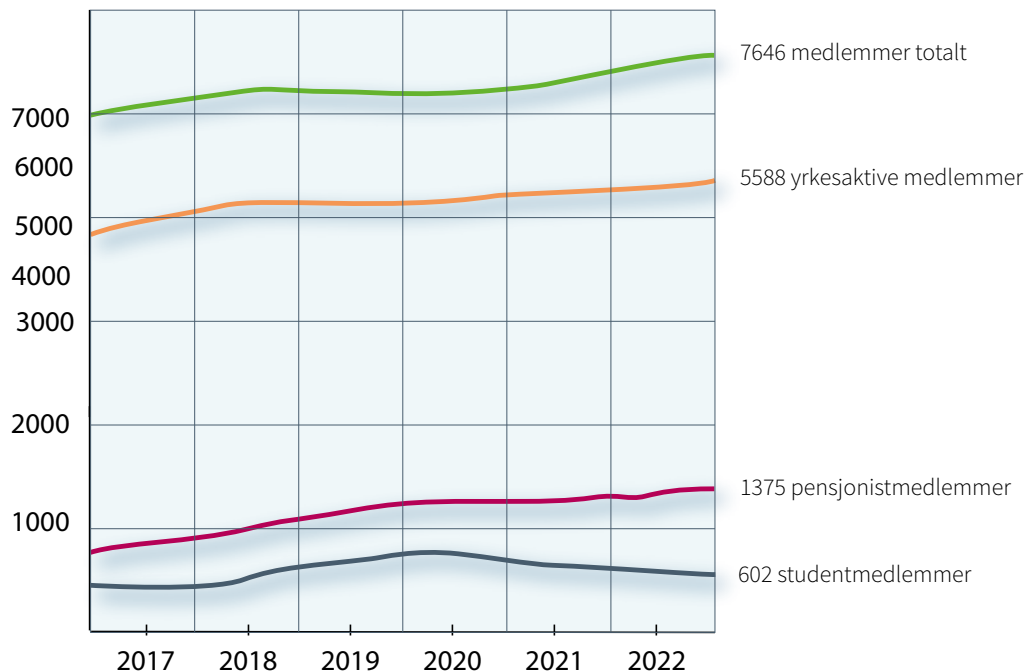
Ikke alle forskjellene i fordeling av bioingeniører har naturlige forklaringer. Vi kjenner til at grunnbemanningen er dårlig flere steder og tillitsvalgte, spesielt fra laboratorier utenfor de store byene, melder om at dette går ut over arbeidsmiljøet, faglig utvikling, sykefravær og muligheten for å rekruttere sårt tiltrenge nyansatte. Videre vil bemanning av bioingeniører være påvirket av historisk tilgang på bioingeniører. I Helse Midt-Norge er det for eksempel to bioingeniørutdanninger, noe som har gjort rekrutterings-situasjonen enklere. Bedre tilgang til bioingeniører gjør også at bioingeniører får stillinger i andre deler av sykehuset utenom de medisinske laboratoriene, som i fagavdelinger, i logistikkfunksjoner, IKT-stillinger og kvalitetsrådgiverstillinger.



2.7 Fakta om bioingeniører

Medlemsutvikling i NITO BFI 2017–2022

Illustrasjonen viser medlemsutviklingen i NITO BFI i årene 2017–2022, både totalt antall (grønn linje), andel yrkesaktive (oransje linje), andel pensjonister (rød linje) og andel studentmedlemmer (grå linje).



Flere bioingeniører blir pensjonister

De siste fem årene har NITO BFI sine pensjonistmedlemmer vært den medlemskategorien som har økt mest, fra 876 pensjonistmedlemmer i 2017 til 1376 pensjonistmedlemmer ved nyttår i 2022 – en økning på 57 prosent.

NITOs medlemstall viste i mars 2022 at om lag 600 av 5669 yrkesaktive bioingeniører var 62 år eller eldre, og er på slutten av

sin yrkeskarriere. Ifølge våre beregninger vil om lag 20-25 prosent av de yrkesaktive bioingeniørene kunne pensjonere seg i løpet av de neste 10 årene. Da vil kompetanse, kunnskap og ferdigheter gå tapt ved de medisinske laboratoriene. Utdanningen og opplæringen som trengs for å kunne utføre arbeid i medisinske laboratorier er avhengig av de ledende fagpersonenes erfaring, kunnskap og kompetanse.

De siste fem årene har NITO BFI sine pensjonistmedlemmer vært den medlemskategorien som har økt mest



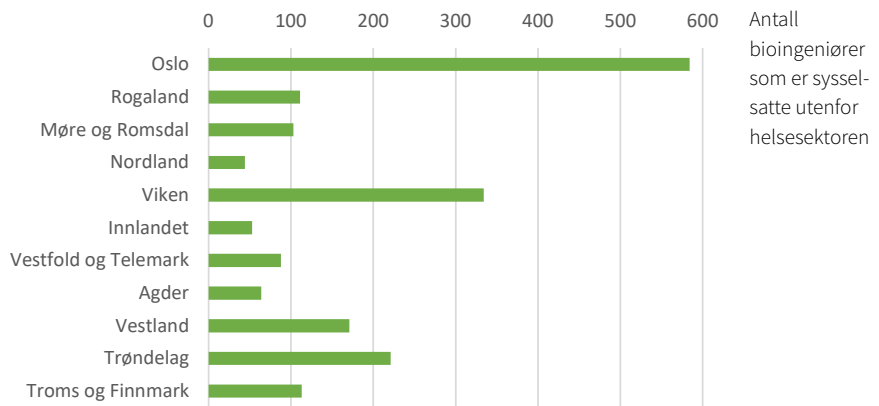
Hver fjerde bioingeniør arbeider utenfor helsesektoren

SSB har beregnet hvor mange som er utdannet lege, sykepleier, vernepleier eller helsefagarbeider og som arbeider utenfor helse- og sosialsektoren. Dette er presentert i nettartikkelen *Så mye helsepersonell har vi i «reserve»*²¹. Det er nesten 35 000 leger, sykepleiere, vernepleiere og helsefagarbeidere som jobber utenfor helse- og sosialtjenesten. Tilsvarende tall for bioingeniørene har ikke vært publisert, men NITO fikk utarbeidet tall for 2020 fra SSB på forespørsel. I aldersgruppen 15-64 år var 7219 bioingeniører

registrert som sysselsatte. Av disse er 1869 bioingeniører sysselsatt i andre sektorer enn helse- og sosial, noe som utgjør 26 prosent av arbeidsstyrken. Ut fra informasjonen vi fikk, ser vi at de fleste som arbeider utenfor helse er bosatt i Oslo (584) og Viken (334). Deretter følger Trøndelag (221) og Vestland (171). De arbeider med forskning og utviklingsarbeid innen naturvitenskap og teknikk, undervisning, engroshandel, offentlig administrasjon og forvaltning.

Figuren viser antall bioingeniører som er sysselsatte utenfor helsesektoren og hvordan de fordeles i fylkene.

Tallene er utarbeidet av SSB på forespørsel.



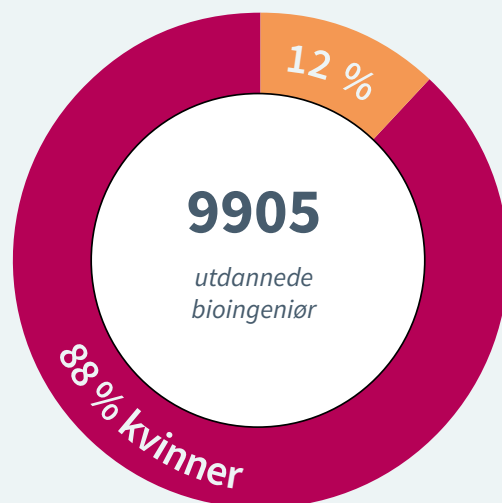
Antall personer med bioingeniørutdanning, alder, kjønn og sektor

360 157

personer med helse- og sosialfaglig utdanning er i 2021 sysselsatte i helse- og sosialtjenester²²

I 2021 var det 9905 bioingeniører i Norge, blant disse 12 prosent menn og 88 prosent kvinner. Av disse var det 7373 sysselsatte bioingeniører fordelt på 6978 årsværk. De fleste arbeider innen spesialisthelsetjenesten (4764 sysselsatte).

Kilde: SSB



Om utdanningsbehov

Mangel på bioingeniører kan i hovedsak løses på en måte – ved å utdanne flere. Foreløpig er det ikke problem å rekruttere søkere til studiet. I dette kapittelet skal vi se på hva som styrer utdanningstakten og hvilke enkeltfaktorer som må på plass for å utdanne flere.

Når vi ser SSB sine framskrivninger og faktorene som driver aktivitetsøkningen på norske laboratorier, er det ingen tvil om at det utdannes for få bioingeniører både i forhold til helsesektorens og samfunnets behov. NITO mener at staten må ha det overordnede ansvaret for dimensjonering av høyere utdanning og sikre at arbeidsmarkedsbehovene blir en avgjørende faktor for den reelle fordelingen av studieplasser.

3.1 Styrt eller søkerstyrt

Ulike hensyn må veies mot hverandre når det gjelder dimensjonering av studietilbud. *Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning* (NIFU) publiserte rapporten *Styrt eller søkerstyrt*²³ i 2019 der de peker på fem sentrale faktorer som påvirker dimensjonering av utdanning:

- Samfunnets og arbeidslivets behov for kandidatene
- Statlig akkreditering og finansiering av utdanningen
- Fagstaben ved universitetene og høyskolene
- Søkningen

- Statlig styring av omfang og retning
NIFU-rapporten konkluderte med at søkertallene har større betydning for studietilbudet enn de politiske styrings-signalene. Dagens bioingeniørutdanning opplever god søkning og et høyt karakternivå blant søkerne. Dette har bidratt til at vi faktisk har fått utdannet noen flere bioingeniører enn det KD har pekt på som et samfunnskritisk behov. En faktor NIFU-rapporten ikke nevner er tilgangen på praksisplasser. Det er sannsynligvis den enkeltfaktoren som har mest å si for dimensjonering av bioingeniørutdanning, og vi diskutere dette mer i neste avsnitt.

3.2 Dimensjonering av tilbudet

De regionale helseforetakene skal gjennom de regionale utviklingsplanene og årsrapportene melde behov for personell til Helse- og omsorgsdepartementet (HOD), slik at HOD kan gi Kunnskapsdepartementet (KD) tilbakemelding på sektorens behov. Se illustrasjon side 39 over de mange aktørene som påvirker dimensjonering av bioingeniørutdanningen.

Alle de regionale helseforetakene har

Søkertallene har større betydning for studietilbudet enn de politiske styringssignalene





Siden 2004 har det kun blitt opprettet 22 nye studieplasser for bioingeniører finansiert ved kandidatmåltall

i sine regionale utviklingsplaner meldt om økt behov for bioingeniører. Disse omtales mer i avsnitt 2.4 og i vedlegg i kapittel seks.

Til tross for at alle de fire regionale helseforetakene i sine utviklingsplaner forventer økt behov av bioingeniører, så gjenspeiles ikke dette i kandidatmåltallene. Siden 2004 har det kun blitt opprettet 22 nye studieplasser for bioingeniører finansiert ved kandidatmåltall. De kom så sent som i 2018. Det er de ulike studiestedene, som etter egne vurderinger av behov og søkning til bioingeniørstudiene, har tatt inn flere studenter og som gjør at det er likevel en viss økning i antall utdannede bioingeniører. De får disse studieplassene finansiert via den resultatbaserte komponenten i budsjettet.

NITO BFIs kartlegging tyder på at det utdannes betydelig færre bioingeniører enn det samfunnet og arbeidslivet trenger. Både SSB og de regionale helseforetakene har over flere år meldt om stadig økende behov. Som det ble vist på side 32 har det helt siden den første Helsemod-rapporten kom i 2002 vært meldt om økt behov for bioingeniører. SSB viste i rapporten

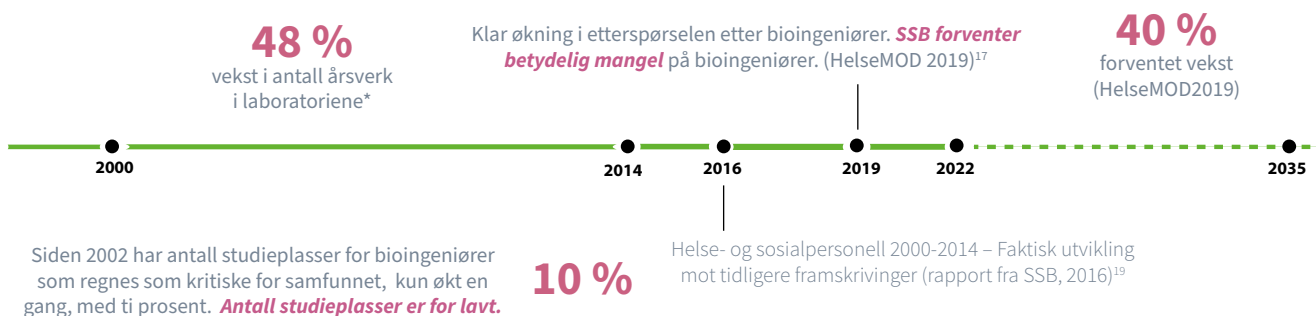
Helse- og sosialpersonell 2000-2014 – Faktisk utvikling mot tidligere framskrivninger (2016)¹⁹ at det fra 2000-2014 var en utvikling i antall årsverk for bioingeniører på 48 prosent. Noe av veksten skyldes omlegginger i rapportering hos SSB. For NITO BFI var veksten i antall yrkesaktive medlemmer i NITO BFI 32 prosent for den samme perioden. Kandidatmåltallene som settes av KD har vært nesten uendret i de samme årene, med en beskjeden vekst på kun ti prosent.

3.3 Hva kreves for å utvide studiekapasiteten?

Søkertallet til bioingeniørutdanningene har vært stabilt høyt over år, og det er ikke vanskelig å tiltrekke seg kandidater. Planlegging av opptak er likevel ingen enkel øvelse, det viser et eksempel fra Universitetet i Tromsø. For å utdanne 20 bioingeniører ble 40 søkere tilbudt plass. Av disse takket 30 søkere ja og 24 møtte opp ved studiestart. Tre år senere ble det uteksaminert 20 bioingeniører.

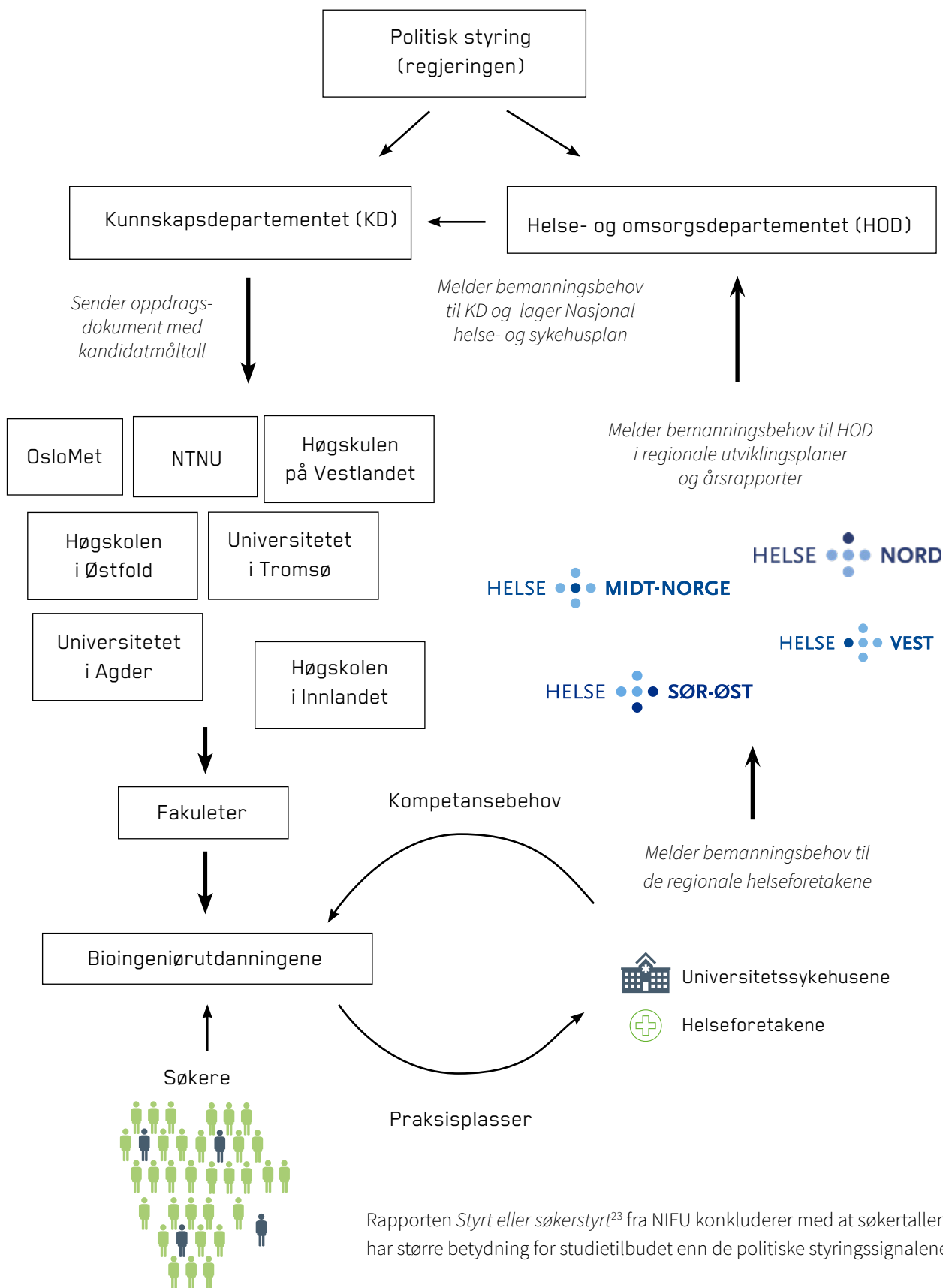
Muligheten for å utdanne flere bioingeniører vil være avhengig av tilstrekkelig finansiering og en rekke lokale rammer ved studiestedet. Utdanning av bioingeniører

Vekst i laboratoriene sammenlignet med vekst i studieplasser



* Noe av veksten skyldes omlegginger i rapportering hos SSB. For NITO BFI var veksten i antall yrkesaktive medlemmer 32 prosent i samme periode.

Mange aktører styrer utdanning av bioingeniører



Infografikken er utarbeidet av NITO BFI.

Hvordan høyere utdanning blir finansiert

Rammebevilgningen til universiteter og høyskoler er i budsjettet delt inn i basismidler, som for sektoren samlet utgjør 67 prosent, og resultatbaserte midler på 33 prosent.

Basismidlene skal sikre stabil og langsiktig finansiering og er satt sammen av midler til faglig profil og bredde i fagtilbudene, midler til husleie, drift og vedlikehold, midler til særskilte nasjonale oppgaver, øremerking av midler til rekrutteringsstilling og studieplasser med mer. Midlene til nye studieplasser er lagt inn i basisdelen og med satser i kategoriene A til F basert på kostnader ved de ulike studiene.

Den **resultatbaserte** finansieringen er basert på hva institusjonene har oppnådd på åtte ulike kvantitative indikatorer. For de fire indikatorerne som er knyttet til utdanning av studenter tildeles midlene i en åpen ramme, det vil si at en institusjons uttelling er uavhengig av de øvrige institusjonenes uttelling. Disse indikatorerne er:

- Antall studiepoeng
- Antall utvekslingsstudenter
- Antall fullførte kandidater
- Antall doktorgradskandidater

Kostnadskategoriene A til F gjelder også for indikatorene studiepoeng og kandidater innenfor den resultatbaserte delen av finansieringen. Studiepoeng er den indikatoren som slår sterkest ut for institusjonene. Innenfor disse budsjettrammene kan institusjonene selv regulere antall studenter. I en lukket ramme mottar institusjonene en finansiering ut fra egne resultater på andre områder, men da avhengig av de samlede resultatene i sektoren. Dette er basert på midler fra EU, midler fra Forskningsrådet og regionale forskningsfond, inntekter fra bidrags- og oppdragsaktiviteter og vitenskapelig publisering. Veksten i høyere utdanning er drevet av et stadig større behov blant unge om å ta høyere utdanning. I 2021 var det følge SSB 318 1050 studenter i Norge. Spørsmålet er om de velger den utdanningen samfunnet og arbeidslivet trenger mest. De høyere utdanningsinstitusjonene har blitt pålagt å etablere et råd for samarbeid med arbeidslivet. Det kommuniseres på ulike vis fra staten at det må legges større vekt på arbeidslivets behov, også i dimensjoneringen.

Finansieringsutvalget ble satt ned av regjeringen i 2021 med oppdrag om å gå gjennom finansieringssystemet for å fremme det brede samfunnsoppdraget til institusjonene og øke måloppnåelsen.

er ressurskrevende. Studiet innebærer undervisning i laboratorier, som krever plass og utstyr i form av avanserte analyseinstrumenter og tilhørende reagenser. Ved laboratoriearbeid er det dessuten behov for mer undervisningspersonell enn ved forelesninger, og dette er med på å gjøre studiet kostbart (se mer side 45).

Tilstrekkelige økonomiske rammer
Kunnskapsdepartementets mål for hvor mange bioingeniørkandidater de mener det er samfunnskritisk å utdanne, *kandidatmålet*, har nesten ikke økt de siste to tiårene. Flere av studiestedene

finansierer selv ekstra studieplasser. Det er vesentlig at kandidatmålet justeres og gjenspeiler det faktiske behovet for rekruttering av bioingeniører slik at utdanningsstedene opplever at basisbevilgningene blir tilstrekkelige, og at overføringene til praksisstedene justeres tilsvarende.

For å kunne gi studentene tilstrekkelig kvalitet i ferdighetstrening og laboratorieaktiviteter kreves kostbare instrumenter, utstyr og spesialtilpassede øvingslokaler. For å utdanne bioingeniører kreves også skikkethetsvurdering, som fordrer en tettere oppfølging av studentene enn de øvrige ingeniørutdanningene. NITO



For å kunne gi studentene tilstrekkelig kvalitet i ferdighetstrening og laboratorieaktiviteter kreves det kostbare instrumenter, utstyr og spesialtilpassede øvingslokaler.

Å ansette personell er en langsiktig investering for universiteter og høyskoler



mener at finansieringen slik den er i dag hvor bioingeniørstudiet er plassert i finansieringskategori D ikke er tilstrekkelig og bør løftes til nest høyeste kategori. Studieledeere rapporterer at det er særskrevende å argumentere for nok midler internt ved studiestedene, blant annet fordi basisfinansieringen er for lav. Se mer om hvordan høyere utdanning finansieres i faktaboks side 40.

Mer areal til undervisning og ferdighetstrening

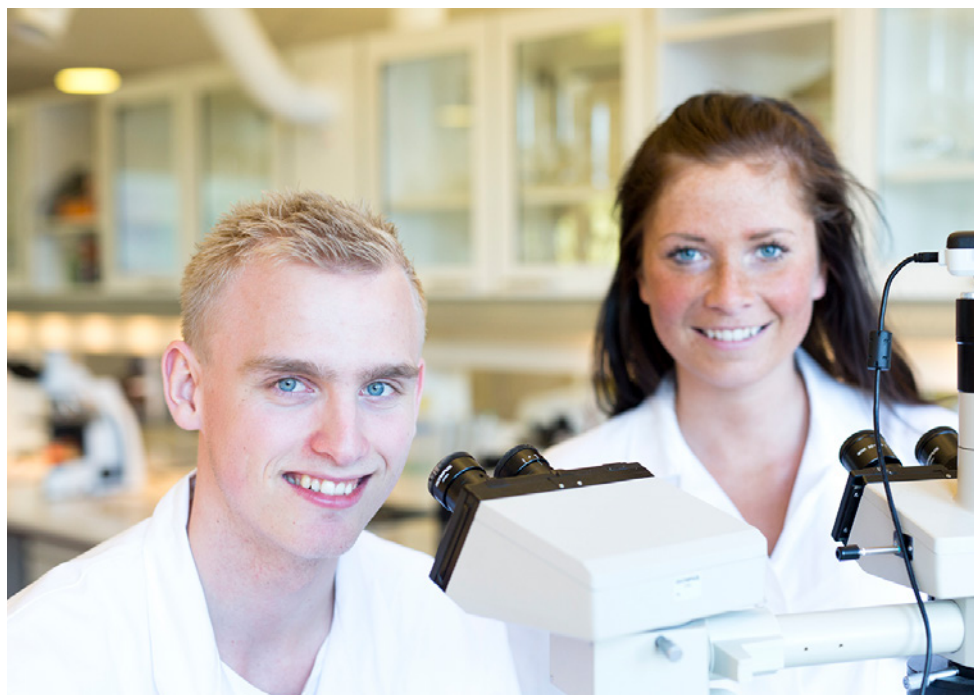
For at studiestedene skal kunne ta inn langt flere studenter enn de gjør i dag, må det settes av større areal til undervisning og ferdighetstrening. Det er spesielt plass til ferdighetstrening på skolens laboratorier som vil kreve langt større areal enn i dag.

Ved utdanning av bioingeniører sier de nye nasjonale retningslinjene for helse- og sosialfagutdanninger (RETHOS)²⁶ at det skal det være totalt 60 studiepoeng praksis, hvorav 40 studiepoeng er interne

laboratorieøvelser og 20 studiepoeng skal være i ekstern praksis. Det er en læringsarena der ansvaret i stor grad ligger på studentene selv. De må forberede seg før de kommer, de skal gjennomføre forsøket sammen med en medstudent på laboratoriet, de skal diskutere hva de skal gjøre gjennom hele eksperimentet og de skal vurdere resultatene de har fått. I tillegg gir det lærerne mulighet til å observere, diskutere og evaluere hvordan studentene planlegger og gjennomfører øvinger. Sistnevnte er viktig med tanke på skikkethetsvurderingen som kreves underveis i studiet for at studentene skal kunne uteksamineres og tildeles autorisasjon.

Nok og riktig fagkompetanse i lærerstaben

For å tilby et studium må utdanningsinstitusjonen ha den riktige kompetansen i fagstaben. Å ansette personell er en langsiktig investering for universiteter og høyskoler. Dersom de ikke har den riktige



Hvor blir studentene av?

Om vi følger 100 studenter som blir tatt opp på bioingeniørutdanningen:



25 %

av bioingeniørstudentene slutter før studietiden er over.*

26 prosent av bioingeniørene som blir utdannet vil bli sysselsatte i andre sektorer enn helse (SSB).



Blant bioingeniører som er sysselsatte i helsesektoren vil 23 prosent passere 62 år de neste ti år og trenger å erstattes (fra NITOs medlemsinfo).



Kun 40 av studentene som startet på studiet vil komme helsesektoren til gode.



Bioingeniørutdanning har overvekt av kvinnelige studenter.

Det er omlag 12 prosent mannlige bioingeniørstudenter.



kombinasjonen av fagkompetanse i staben, er det vanskelig å utvide tilbudet. Undervisningsbelastningen er allerede høy for lærere ved bioingeniørutdanningene. Mye av undervisningen gjøres ved skolens laboratorier, hvor studentene arbeider med ferdighetstrening i mindre grupper. Flere bioingeniørstudenter vil blant annet kreve at det ansettes flere lærere med profesjonskompetanse til å veilede studentene i praktisk laboratoriearbeid.

Det er viktig at lærerstabene blir satt sammen på en slik måte at undervisningen tilfredsstiller kravene fra arbeidslivet om relevant kunnskap, samtidig som den er forskningsbasert og stimulerer til innovativ tenkning. I en profesjonsutdanning kan ikke profesjonen være fraværende på lærersiden. En stor del av den faglige staben ved bioingeniørutdanningene må derfor være utdannet bioingeniør med erfaring fra praksisfeltet.

Vi trenger også lærere med oppdatert kunnskap innen nye emner. For eksempel etterlyser helseforetakene mer teknologifag som digitalisering, bioinformatikk, robotisering og prosesseteknologi. NITO BFI sitt rådgivende utvalg for utdanning etterlyser at fagene og behovet beskrives nærmere.

Gode digitale undervisningsverktøy

Fysisk undervisning er essensielt for en god bioingeniørutdanning. Studentene må lære praktisk laboratoriearbeid. De må kunne utføre, observere og vurdere analysearbeid. Det gir et bedre grunnlag

* Frafall blant studenter er en trend som ikke er unik for bioingeniørutdanningene.



for læring og forståelse – målt mot ren teoriundervisning. Under nedstengingen av Norge i 2020 ble mye av den fysiske undervisningen og laboratoriekursene avlyst. Utdanningsstedene måtte finne andre måter å lære studentene bioingeniørfag og bruken av digitale læringsaktiviteter akselererte enormt. Lærerne erfarte at digital undervisning, brukt på riktig måte, kan være med å styrke læringsutbyttet til studentene. Digitalisering av både teoretisk undervisning, men også laboratorieundervisning er avgjørende for å kunne ta imot langt flere bioingeniørstudenter ved studiestedene i årene framover.

Flere praksisplasser

Vi kjenner til at utdanningssteder har avslått forespørsler fra Kunnskapsdepar-

tementet om å utvide antall plasser på grunn av usikkerheten knyttet til praksisplasser. På grunn av det høye arbeidspresset ved mange sykehuslaboratorier, er det utfordrende for utdanningsinstitusjonene å skaffe praksisplasser til alle studentene. Mangel på praksisplasser er et kjernespørsmål når det skal utdannes flere bioingeniører og vi skal se mer på dette i neste avsnittet.

3.4 Praksis er en flaskehals

Bioingeniørutdanningen har studiepoenggivende praksis som en del av rammeplanen. For bioingeniørutdanningene gjelder at praksisstudier og ferdighetstrening skal utgjøre minimum 60 studiepoeng, hvorav 20 studiepoeng skal være ekstern praksis i medisinske laboratorier. Praksisen blir gjennomført alle tre årene

Digital undervisning, brukt på riktig måte, kan være med å styrke læringsutbyttet til studentene





fordelt etter når emnene gjennomføres etter studieplan. Studiestedene har avtaler med helseforetakene, men ofte må de bruke egne kontakter for å komme i mål. Tilgang på relevante praksisplasser for bioingeniørstudenter er sannsynligvis den enkeltfaktoren som påvirker utdanningskapasiteten mest, ifølge våre kontakter. Helseforetakene har en plikt til å utdanne helsepersonell.

Spesialisthelsetjenesten har «sørge for-ansvar» når det gjelder å dekke behovet for undervisning og opplæring av helsefaglige studenter innen helseregionene. For de medisinske laboratoriene som skal utdanne blant annet bioingeniører, er den største utfordringen at de ikke er dimensjonert for og ikke har nok ressurser til å ta imot studenter. Selv om det er stor velvilje til å ta imot studenter, er det krevende i en hektisk arbeids hverdag. I dag preges dialogen mellom arbeidsplasser som tilbyr studenter praksisopphold og utdanningsinstitu-

sjonene til dels av uformelle kanaler. Noen sykehus vil helst ikke ha studenter i høst- og vinterferier og de vil helst ha noen lengre, «studentfrie» perioder i løpet av året. En annen utfordring som våre kontakter nevner, er at de opplever at praksisopphold kan bli kansellert på kort varsel. Studielederne ønsker seg mer forpliktende avtaler med sykehusene og at sykehuslaboratoriene bygger sterke veiledernetter. Sykehuslaboratoriene på sin side, etterlyser tydelig og transparent finansieringsordning fra Kunnskapsdepartementet som gjør det mulig å dedikere bioingeniørressurser til veiledning.

Universitets- og høgskolerådet (UHR) leverte i 2016 rapporten *Kvalitet i praksisstudiene i helse- og sosialfaglig høyere utdanning: Praksisprosjektet*²⁴ der de også så på finansiering: «Utdanningene er finansiert av KD ut fra ulike finansieringskategorier, som ikke synes å ha noen sammenheng med omfang, type



Praksis er sannsynligvis den enkeltfaktoren som har mest å si for dimensjonering av bioingeniørutdanning

Hvorfor bioingeniørutdanning er kostbart

Bioingeniørutdanning er en dyr utdanning som krever mange ressurser.

Artikkelen er skrevet med hjelp av studieledere ved bioingeniørutdanninger i Norge.

Bioingeniørutdanningen har særskilte nasjonale krav som utgjør merarbeid for studiekonsulent, emneansvarlig, studieprogramleder og fagenhetsleder. En time-ressurs for et emne som gir 10 studiepoeng innenfor bioingeniørutdanningen, kan ikke sammenlignes med behovet for timeressurser for et emne med 10 studiepoeng for utdanninger som ikke er bestemt av rammeplan.

I tillegg til «ordinær undervisning» har bioingeniørutdanningen krav om løpende skikkethetsvurdering, hospitering for praksisnær undervisning og krav om at omtrent en tredjedel av studiet skal være praksisstudier, hvorav to tredjedeler av dette skal være intern praksis. I tillegg kommer det for noen emner krav om integrert ekstern praksis som kompliserer arbeidsoppgavene ytterligere, ettersom emneansvarlig må følge opp det faglige for hver enkelt student, samt organisere samtaler før og etter praksisperioden med studenter og praksisveiledere.

Bioingeniørutdanningen kan med hensyn til utgifter ikke sammenlignes direkte med de fleste andre helsefag, da den skal utdanne kandidater som blant annet skal settes i stand til å anvende avansert teknologisk utstyr. Til sammenligning har sykepleieutdanningen 50 prosent av studiet som ekstern praksis og er i mindre grad en teknologisk utdanning.

Bioingeniørutdanningen er omfattet av krav til fagmiljø og fagets egenart innenfor bioingeniørfaget, som må reflekteres i ressursfordeling. En flat emneressursfordeling kan ikke forsvares. Krav til profesjonskompetanse fra ulike laboratoriespesialiteter hos de ansatte krever høyere lønnsutgifter for å rekruttere undervisere, slik at utdanningen samlet skal ha nok og riktig kompetanse. Krav om førstekompetanse og forskningsandel gir økt behov for antall ansatte for å dekke undervisningen.

Antall studenter

Rapporten *HelseNorge 2040*²⁵ fra 2018, laget av **Samfunnsøkonomisk analyse** for Helsedirektoratet, viser at det trengs minst 13 000 bioingeniører i 2040 (se mer om denne rapporten i avsnitt 4.2). Det er omtrent dobbelt så mange bioingeniører som er sysselsatte i dag. Antallet studieplasser har økt og må sannsynligvis økes mer for

å imøtekomme framtidens behov for bioingeniører.

Det økte behovet for bioingeniører fører igjen til økt behov for mer areal, flere lærerressurser, instrumenter og driftsutstyr. Studiestedene risikerer å bruke mer ressurser per student enn det som finansieres. Dette er felles for alle utdanningene og tyder på at basisfinansieringen er for lav. Bruken av resultatbasert finansiering skyver investeringskostnadene og risikoen over på studiestedene.

Fasiliteter og drift

Rask endring i teknologi på laboratoriene gjør at bioingeniørutdanningene har behov for å fornye instrumentparken for å holde utdanningen arbeidslivsrelevant. Instrumentparken er også ressurskrevende å drifte og vedlikeholde.

Studiestedene mangler tilgang på laboratorieinformasjonssystemer, slik at de er avhengige av eksterne praksisplasser for å utdanne kandidater med kompetanse som tilfredsstiller kravene til læringsutbytte fra nasjonal forskrift om bioingeniørutdanning. Dette bør studiestedene ha økonomisk handlingsrom for å kunne investere i. Koronapandemien har vist at det er sårbart å være så avhengig av praksisfeltet som studiestedene er. Under pandemien har mange studenter fått avkortet eller avlyst ekstern praksis.

Fasilitetene til bioingeniørutdanningene har ikke vært oppgradert på flere år og det er ikke nok økonomi til å planlegge framtidig oppgradering uten andre kilder til finansiering.

Særskilte krav til bioingeniørutdanningen

Krav om intern praksis (60 studiepoeng) betyr en stor andel med laboratorieundervisning, som igjen innebærer behov for ekstra lærekrefter, reagenser og analyseutstyr.

Økt antall studenter gir økt behov for eksterne praksisplasser. Det innebærer at studiestedene må sende studenter til andre byer, noe som kan gi økte kostnader til reise og opphold for studiestedet.



Med tanke på rekruttering til mindre sentrale helseforetak kan praksistiden være en anledning til å komme i kontakt med kandidater til stillinger i laboratoriene.

eller krav til de respektive utdanningers praksisstudier. Prosjektgruppen erfarer at det finnes få incitamenter i praksisinstitusjonene for å ta imot studenter, det være seg i form av honorar/frikjøp, ressurser (tid, rom og utstyr), status eller karriereveier. I spesialisthelsetjenesten, hvor utdanningsoppgaven er lovpålagt, ligger det midler i den årlige budsjetttrammen og som skal kompensere for sykehusenes merkostnader ved å motta studenter i den kliniske virksomheten. Det er ikke mulig å identifisere disse midlene. Hvorvidt en avdeling tar imot få eller mange studenter i løpet av budsjettåret, utgjør ingen forskjell på avdelingens budsjett. Derved blir det heller ikke synliggjort i regnskapet. Fortsatt har man ikke beregnet hva det faktisk koster å ha studenter i praksis. Dette til tross for at HOD i sitt oppdragsdokument til de regionale helseforetakene flere år på rad ba om at det skulle etableres et nasjonalt system for måling av ressursbruk til utdanning i helseforetakene.» Våre medlemmer bekrefter denne utfordringen som UHR påpeker. Det er nødvendig å sette av øremerkede midler i spesialisthelsetjenesten for å kunne ha et godt praksistilbud.

De medisinske laboratoriene som tar imot bioingeniørstudenter i praksis, bør ha en ansatt som har som en del av sin

stilling å ha kontakt med utdanningsinstitusjonene. Dette bør være en person som har god oversikt over laboratoriet, ny framtidsrettet teknologi og trender innenfor fagfeltet. Jobben som praksisveileder må anerkjennes og veiledningskompetanse prioriteres. Praksisveiledere bør verdsettes via økonomisk kompensasjon (et veiledertillegg som kan gjelde likt for alle profesjoner), eller ved å tilbys høyere stilling, for eksempel som fagbioingeniør. Da blir det lettere å skape veiledere som er positive til oppgaven og motivasjon på praksisstedene for å ta imot studenter.

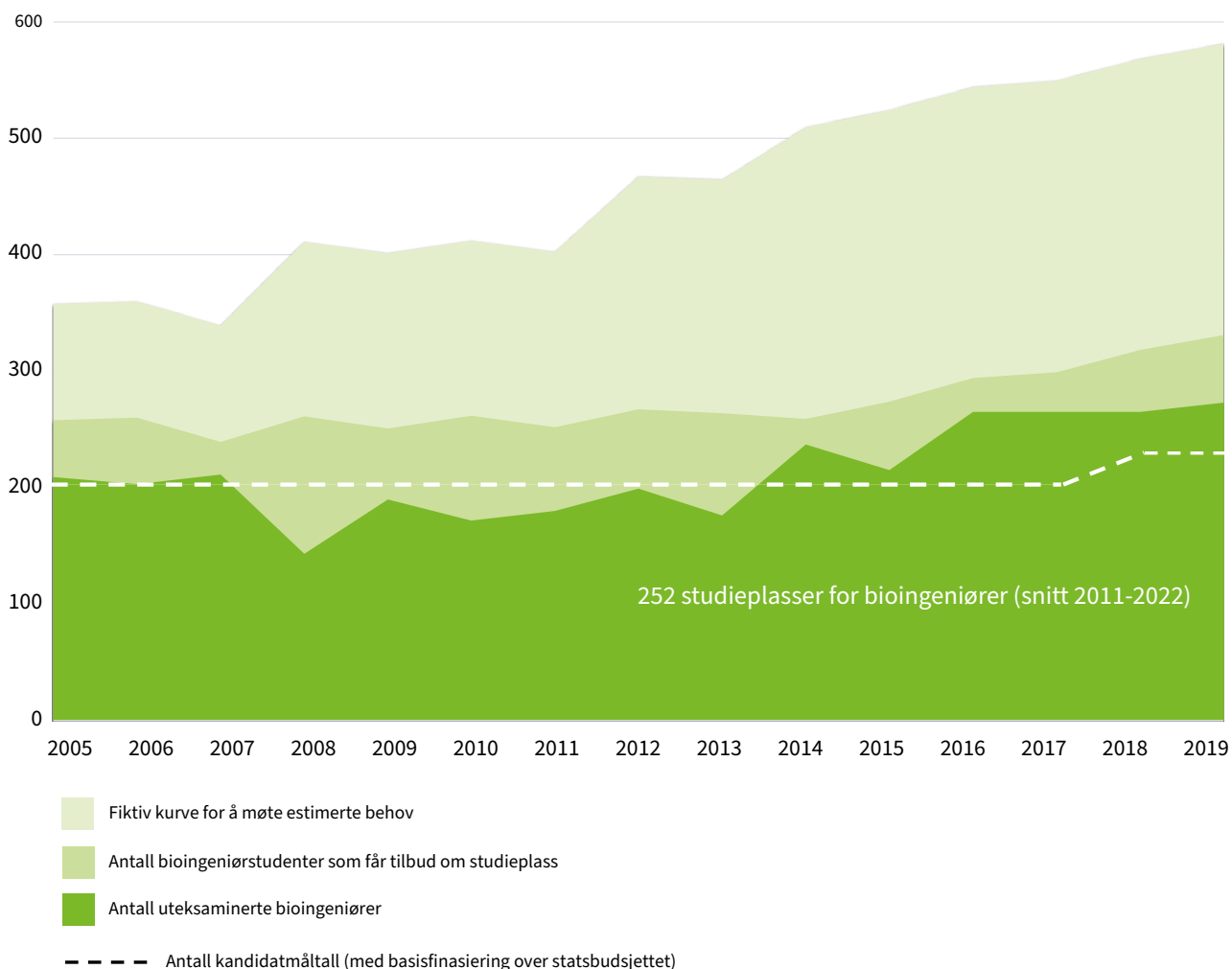
Dersom studentene ikke kan få praksis i nærheten av studiestedet må universitetene og høyskolene finansiere kostnader til boligutgifter i praksisperioder. Med tanke på rekruttering til mindre sentrale helseforetak kan praksistiden være en anledning til å komme i kontakt med kandidater til stillinger i laboratoriene. Men siden kostnaden ved å ha praksisen så langt unna studiestedet tilfaller utdanningsstedet, er det andre tiltak som må til hvis rekruttering er formålet. Bruk av stipend har vært praktisert i perioder, og kan kanskje vurderes på nytt.

Utdanning av bioingeniører

Figuren viser utviklingen av utdanningstilbud for bioingeniører i Norge. Den nederste grønne kurven viser at det i gjennomsnitt har blitt tatt opp 252 bioingeniørstudenter årlig (2011-2021). Det var kun 72 prosent som gjennomførte studiene (snitt for 2005-2017), se den mellomgrønne kurven. Resultatet har vært i snitt 190 nye bioingeniører årlig (2005-2017).

Dersom man skal utdanne så mange som *Helsemod 2019* (SSB) estimerer, 2400 flere bioingeniører innen 2035, må det utdannes 185 ekstra for hvert av de 13 årene fram til 2035, noe den lyseste kurven fiktivt framstiller. Tilbudet må da dobles i forhold til dagens nivå.

Den stiplede linjen viser antall finansiert ved kandidatmåltall over statsbudsjettet (i tildelingsbrev fra Kunnskapsdepartementet). Det har vært 202 studieplasser årlig siden 2004, med en økning på 10 i prosent 2018 til 224 studieplasser.



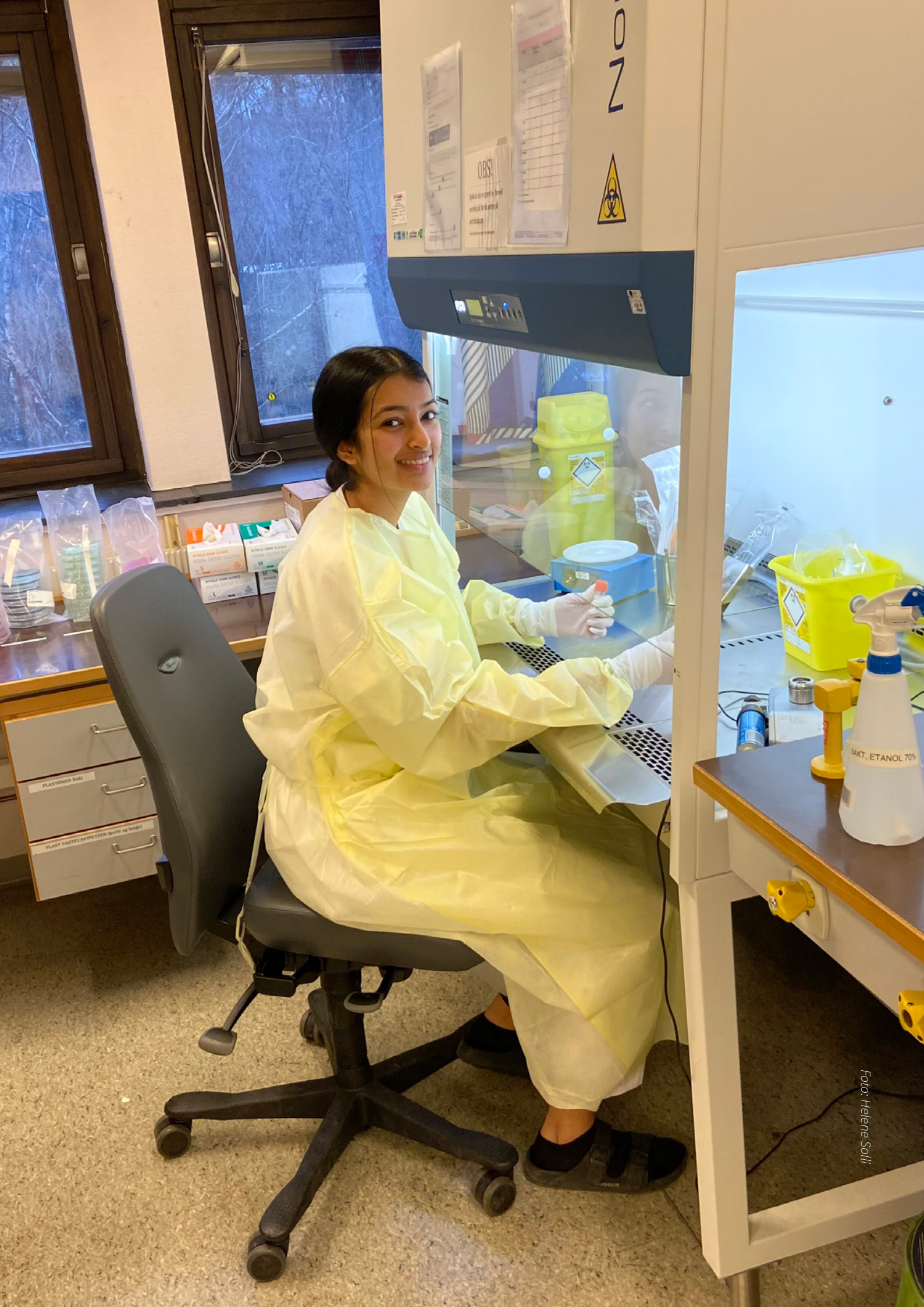


Foto: Helene Solli

Bærekraft og framtidstrender

En bærekraftig laboratorievirksomhet er avhengig av at det legges planer. I planene må det tas hensyn til lokale forhold og nasjonale perspektiver. Vi skal se nærmere på hva som styrer etterspørselen etter bioingeniører.

Vi vil igjen se til allerede utgitte rapporter som omhandler framskrivning av behov i helsesektoren. Det er mange ukjente faktorer i et slikt regnestykke. Selv om pandemier ikke er et ukjent fenomen, traff det Norge og resten av verden brått og brutalt i 2020. Vi kan komme til å oppleve det igjen. Vi starter med å se litt på hvordan regjeringen planlegger for sykehusdriften og hvilke faktorer som driver aktivitet i medisinske laboratorier og øker etterspørselen etter bioingeniører.

4.1 Nasjonale perspektiver

Regjeringen legger fram en ny nasjonal helse- og sykehusplan for Stortinget hvert fjerde år. Meldingen setter retning for utviklingen av spesialisthelsetjenesten og samarbeidet med den kommunale helse- og omsorgstjenesten. I *Nasjonal helse- og sykehusplan for 2015–2019*²⁷ etterlyste regjeringen Solberg at helseforetakene i større grad drev systematisk kompetanse- og personellplanlegging. I tillegg var det fokus på å legge til rette for best mulig bruk av personell ved å sørge for nødvendig kompetanseutvikling. Framskrivninger av personellbehovet viste forholdsvis god balanse mellom etterspørsel og tilbud av helsepersonell fram mot 2020,

men større utfordringer på lengre sikt. Ifølge meldingen ville det bli mangel på sykepleiere både med og uten videreutdanning og en rekke legespesialiteter ble vurdert som sårbare. I tillegg var det forventet mangel på bioingeniører.

NITO kommenterte i sitt høringssvar datert 7. mars 2016²⁸ at det ikke var beskrevet en plan for hvordan personellmangelen skulle løses. NITO kom med ulike forslag til tiltak for å rekruttere og beholde ingeniører og teknologer i sykehusene. Eksempel på et helt konkret tiltak var å bruke bioingeniørene smartere ved å videreutdanne bioingeniører innen patologi, så de kunne foreta makrobeskjæring av vevsprøver og slik avlaste patologene. Det ble også foreslått at bioingeniører kunne være diagnostiske samarbeidspartnere fordi dette kunne bedre pasientflyten og utnytte laboratorietjenestene mer effektivt.

I *Nasjonal helse- og sykehusplan for 2020–2023*²⁹ var det fokus på å etablere helsefellesskap hvor kommuner og helseforetak utvikler og planlegger tjenestene sammen som likeverdige partnere. Helseforetakene ble utfordret til å sette egne mål for å flytte spesialisthelsetjenester hjem til pasientene. Bemanningsutfordringer skulle vris til investering

i teknologi og kompetanse som kan redusere framtidige arbeidskraftsbehov.

I sitt høringsvar datert 16. januar 2020³⁰ kommenterte NITO den manglende referansen til bioingeniører og ingeniører til tross for at teknologi og teknologisk utvikling i helsesektoren har en sentral plass i planen. Det vises til et stort og udekket behov for helsepersonell, særlig sykepleiere og helsefagarbeidere, mens teknologi-kompetansen blir oversett.

Sykehusplanen sier at det skal opprettes helsefelleskap, men har ingen klare planer for hvordan det diagnostiske samarbeidet mellom kommune- og helsefore-

tak skal fungere. Brukes laboratorieundersøkelsene rett kan pasienten motta riktig behandling raskere. God informasjon om pasientens sykdomsstatus i kommunen kan blant annet redusere antall sykehusinnleggelses eller korte ned sykehusopphold.

Analyser fra SSB

Helsemod er, som vi så i kapittel en, et planleggingsverktøy SSB benytter til framskrivinger av tilbud og etterspørsel for ulike typer helsepersonell. Modellen ble tatt i bruk av SSB på midten av 1990-tallet på oppdrag fra Helse- og sosialdepartementet



Nasjonal Bemanningsmodell (NBM)

ble laget på nasjonalt nivå, men skulle også kunne tilpasses regionalt. Modellen tok utgangspunkt i en metodisk tilnærming som besto av fire elementer: Tilbud (framtidig kompetansebeholdning), etterspørsel (framtidig kompetansebehov basert på aktivitetsframskriving), scenarier (elementer som påvirker etterspørsel og tilbud) og kompetansegap (differansen mellom etterspørsel og tilbud). Modellen la gjeldende praksis til grunn, med visshet om at den kom til å endre seg. Modellen hadde to viktige begrensninger – datakvaliteten (hvilke data den bygget på) og modellen (hvordan den er bygget og hva den omfatter). Datakvaliteten varierte fra de ulike kildene og manglende data var en risiko. Modellen var en enkel fremstilling av realitetene basert på begrensninger som formet modellen. Modellen tar for eksempel kun for seg deler av spesialisthelsetjenesten.



(HOD). I 2000 startet et større arbeid med å få bedre oversikt over arbeidsmarkedet for helse- og sosialpersonell. Målet var å utnytte eksisterende registre best mulig, og som følge av det har den løpende statistikken over sysselsetting av helse- og sosialpersonell vært registerbasert fra og med 2004. Den første rapporten som brukte denne modellen, ble utgitt i 2002. Den så på arbeidsmarkedet for helse- og sosialpersonell fram til 2020. Både i 2005, 2008 og 2012 ble nye framskrivninger publiserte. Se mer om disse på side 32 og i avsnitt 6.1 side 83.

Tilbud og etterspørsel

Modellen til SSB har en tilbudsside og en etterspørselsside med alternative forutsetninger for utviklingen i arbeidsmarkedet fram mot 2030. På tilbudssiden tar modellen utgangspunkt i følgende forutsetninger: Sysselsetting og yrkesdeltaking etter utdanning innenfor tjenesteområdene, studiekapasitet, gjennomføringsgrad og beregnet avgang. Etterspørselen bygger på demografisk utvikling, tjenesteomfang i ulike deler av helsetjenestene, brukerefrekvenser som er spesifisert etter alder og kjønn, og økonomisk utvikling. Basert på disse forutsetningene har SSB gjort en rekke alternative beregninger for balansen i arbeidsmarkedet for gruppene av helse- og velferdspersonell. Framskrivningene i Helsemod tar utgangspunkt i dagens helsetjenester og de største personellgruppene. Forutsetningene om kompetansebehov endres i tråd med endringer i helseutfordringene.

Venter 40 prosent vekst

Rapporten *Helsemod 2019*¹⁷ er den siste framskrivningen fra SSB, og vi vil derfor vie den litt ekstra oppmerksomhet. Etterspørselen er inndelt i ti aktivitetsområder. Faktorer som er viktig for etterspørselen

etter helsepersonell er tallet på potensielle brukere, aldersfordelingen i befolkningen, om økt levealder fører til bedre helse eller mer bruk av helsetjenesten, og det avhenger av veksten i samfunnets bruk av ressurser (standardveksten). Vi skal se nærmere på hvilke drivere vi mener påvirker behovet for bioingeniører og laboratorietjenester i avsnitt 4.3 side 57.

En betydelig økning i tallet på eldre i årene fram mot 2035 er en av de viktigste faktorene bak den forventede økte etterspørselen etter helsepersonell. Det er ifølge SSB langt større usikkerhet rundt andre aktuelle faktorer. Usikkerheten går på i hvilken grad helsetilstanden bedrer seg når levealderen øker, omfanget av ubetalt pleie- og omsorgsarbeid i hjemmet og i hvilken grad det fortsatt vil finne sted standardvekst målt ved årsverk per bruker.

På tilbudssiden er omfanget av utdannet helsepersonell den viktigste faktoren. Pensjonsreformen og tiltak for å få ansatte til å arbeide i større stillingsdel er andre faktorer. SSB har brukt opplysninger om grunnutdanning, ikke yrke, når de har sett på helsepersonell. Fra 2017 til 2035 ventes en vekst på 40 prosent i antall årsverk for bioingeniører.

Selv om den kommende aldringen av befolkningen har vært kjent i lang tid, konkluderer SSB med at det blir utdannet for lite helsepersonell, blant annet for få sykepleiere. En allerede registrert mangel vil derfor forverre seg i årene framover. Situasjonen blir ikke bedre av at det samtidig ser ut til å bli voksende mangel på helsefagarbeidere, vernepleiere, ergoterapeuter og jordmødre. SSB skriver også at det ser ut til at det utdannes for få bioingeniører, radiografer og helse- og tannhelsesekretærer. For flere av disse gruppene vil selv en klar økning i antall utdannede ikke være tilstrekkelig til å møte den forventede økningen i etterspørselen. Andre tiltak på



Fra 2017 til 2035 venter SSB en vekst på 40 prosent i antall årsverk for bioingeniører

tilbudssiden vil i praksis være av mindre betydning. I framskrivning av sysselsettingen anslår SSB at det vil være behov for 2400 flere årsverk for bioingeniører fra 2017 til 2035.

SBB hadde i 2017 4900 registrerte årsverk for bioingeniører innenfor helsetjenestene og 1800 utenfor helsetjenestene, til sammen 6700 sysselsatte bioingeniører.

NITO BFI hadde 5700 yrkesaktive bioingeniører som medlemmer i 2021. Av disse arbeider 4500 innenfor helsetjenestene. SSB har ikke skilt mellom offentlig og privat finansierte helsetjenester. Det er vanskelig å sammenligne sysselsettingen

mellom 2010 og 2017 for bioingeniører, fordi plasseringen av aktivitet og sysselsettingen i medisinske laboratorietjenester i økende grad ble skilt ut fra de somatiske institusjonene.

Helsemod 2019 tar utgangspunkt i datagrunnlaget for 2017. De avtalte årsverkene blir beregnet ut fra tredje uke i november, en uke som blir sett på som representativ for hele året. Aldersfordelingen i utgangsbestanden er av stor betydning for framskrivningen. Se SSB sine tall fra helseforetakene i tabell side 29.

Trenger 110 000 flere årsverk i følge Perspektivmeldingen

I Stortingsmelding 14 2020/2021, også kalt *Perspektivmeldingen*, står det: «Den demografiske utviklingen vil gi betydelig økt personellbehov i helse- og omsorgssektoren de neste tiårene. Forskere fra SSB har fremskrevet dette arbeidskraftbehovet i ulike scenarier. Forutsatt en viss fortsatt bedring i tjenestetilbudet (såkalt standardvekst) på 1 pst. per år vil det i disse framskrivningene være behov for i overkant av 110 000 flere årsverk i helse og omsorgssektoren i 2035 sammenlignet med 2018, og i underkant av 260 000 flere årsverk i 2060.

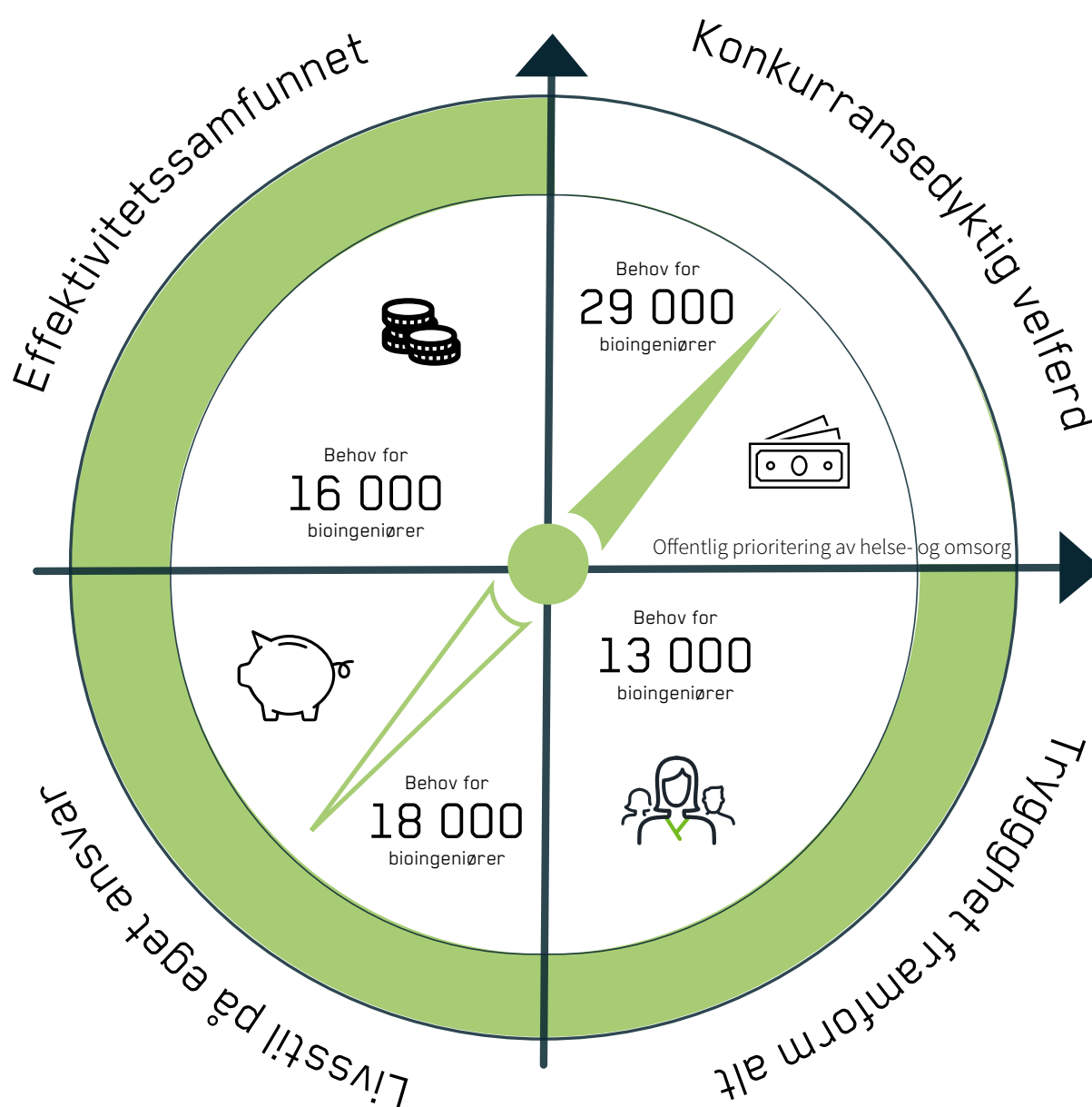
Disse anslagene innebærer at helse- og omsorgssektoren vil komme til å legge beslag på hhv. 18 og 31 pst. av årsverkene i 2035 og 2060, mot 13 pst. i dag. Selv om kvaliteten og omfanget av helse- og omsorgstilbudet holdes på samme nivå som i dag, vil over halvparten

av nye sysselsatte ifølge framskrivningene måtte komme i denne sektoren frem til 2035, gitt forutsetningene i basisforløpet i denne meldingen. I og med at befolkningen i arbeidsdyktig alder ikke ventes å vokse mellom 2035 og 2060, vil et økt arbeidskraftbehov i helse- og omsorgssektoren måtte dekkes med en betydelig overgang fra andre næringer. En del av det økte behovet vil også kunne dekkes dersom heltidsbruken i sektoren tar seg kraftig opp. Dersom helsen blant eldre bedres eller vi klarer å iverksette tiltak som reduserer behovet for tjenester som for eksempel ved å ta i bruk ulike former for velferdsteknologi, vil det bremse veksten i sektoren relativt mye. Dersom standarden i helse- og omsorgssektoren holdes på dagens nivå, vil det bremse, men ikke stoppe, veksten i personellbehovet.»

Scenarier 2040

Infografikken er basert på tall og scenarier om behov for helsepersonell i rapporten *Helse-Norge 2040*, utarbeidet av *Samfunnsøkonomisk analyse* i 2018, på oppdrag fra *Helsedirektoratet*. NITO Bioingeniørfaglig institutt har i teksten i avsnitt 4.2 satt inn våre kunnskaper og oppfatninger om hvordan ulike utviklingstrendene ved medisinske laboratorier vil utarte seg i de fire scenarioene for bioingeniører.

Den lodrette akse peker på i hvilken grad arbeidsbesparende og teknologiske løsninger tas i bruk.



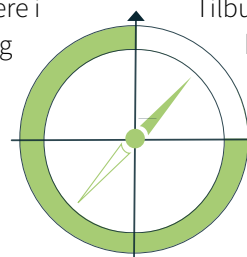
4.2 Framtidsscenarioer – HelseNorge 2040

I et scenarioprojekt fra 2018, *HelseNorge 2040*²⁵, utført av rådgivningsfirmaet *Samfunnsøkonomisk analyse* på oppdrag fra *Helsedirektoratet*, beskrives framtidens behov for helsepersonell. I arbeidet ble framskrivningene og oversikter over sys-selsatte fra SSB brukt som utgangspunkt. Det ble brukt en scenariometodikk for å analysere framtidige usikkerheter på en strukturert måte. Endringskrefter som påvirker etterspørsel etter helsepersonell, ble satt opp mot to usikkerhetsakser – usikkerheten knyttet til **det offentliges bruk av arbeidsbesparende og velferdsfremmende teknologiske løsninger** – og usikkerheten knyttet til **offentlig prioritering av helse- og omsorgssektoren**. Der de to usikkerhetsaksene krysses dannes det fire scenarioer som ble kalt **konkurransedyktig velferd, effektivitetssamfunnet, trygghet framfor alt og livsstil på eget ansvar**.

Infografikken på side 53 er basert på tall og scenarioer fra i rapporten. NITO BFI har i de følgende avsnitt satt inn våre kunnskaper og oppfatninger om hvordan ulike utviklingstrendene ved medisinske laboratorier vil kunne utarte det seg i de fire ulike scenarioene.

«Konkurransedyktig velferd»

I dette scenarioet vil Norge være i verdenstoppen for utvikling og implementering av helse-teknologi gjennom statlig satsing på teknologi og helse. Velferdsteknologi og medisinsk teknologi vil i denne modellen være



eksportvare. Det vil være få og store sykehus, men fortsatt en stor offentlig sektor med mange ansatte.

Slik kan det gå med bioingeniørene og laboratoriene i dette scenarioet:

- Det vil være stor etterspørsel etter teknisk og analytisk kompetanse i helsevesenet.
- Analyseprosesser vil være sømløse og alle ledd i produksjonen av prøvesvar blir industrialisert.
- Et paradigmeskifte har skjedd ved bruk av ny teknologi ved laboratoriene.
- IKT og infrastrukturen knyttet til forsendelse og håndtering av prøver og persondata vil være godt integrert i laboratoriehverdagen.
- Analyser vil ha høy grad av presisjon, ofte ned på molekylært nivå, og både diagnostikk og behandling av pasienter blir persontilpasset.
- Digitalisering og kunstig intelligens vil forenkle prosesser.
- Håndholdte analyseinstrumenter brukes nær pasienten og bioingeniørene veileder brukere.
- Bioingeniører vil inngå i tverrfaglige team som diagnostiske samarbeidspartnere.
- Det vil stilles høye krav til kompetanse.

Tilbudet av relevante masteremner for

bioingeniører er godt og mange bioingeniører har mastergrad.

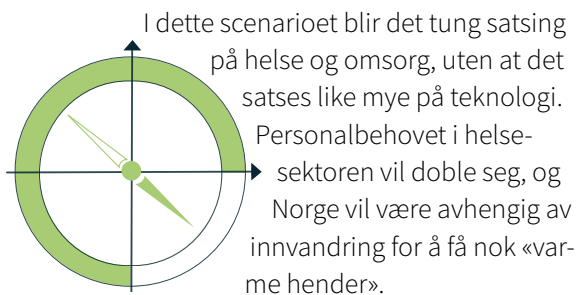
- Det blir flere yrkesgrupper i laboratoriemiljøet med ulik teknologisk kompetanse.

Dersom dette scenarioet blir realitet, spår rapporten *Helse-Nor-*

ge 2040 en firedobling av behovet for bioingeniører, fra 7000 sysselsatte bioingeniører i 2018 til 29 000 sysselsatte bioingeniører i 2040. For å kunne realisere dette behovet for bioingeniører, må hver av landets åtte bioingeniørutdanninger utdanne 153 ekstra bioingeniører fra 2021 og hvert år fram til 2040, i tillegg til de studentene de allerede utdanner.

Rapporten beskriver at økt produksjon av teknologiske løsninger vil øke etterspørselen etter både den tekniske og analytiske kompetansen til bioingeniører, provisorfarmasøyer og protese- og tannteknikere. Bioingeniørene vil i særlig grad arbeide med implementering av tekniske løsninger, men også utvikling av utstyr til diagnostisering og medisiner, skriver *Samfunnsøkonomisk analyse* i sin rapport.

«Trygghet framfor alt»



Slik kan det gå med bioingeniørene og laboratoriene i dette scenarioet:

- Bruk av laboratorieanalyser fortsetter å øke, og presset på laboratoriene blir vedvarende stort.
- Det kan bli satset på analyseinstrumenter som håndterer store volum, framfor å få utviklet nye metoder.
- Teknologiutviklingen går sakte og persontilpasset diagnostikk og behandling vil være forbeholdt små pasientgrupper.
- Det blir lite digitalisering og bruk av kunstig intelligens.

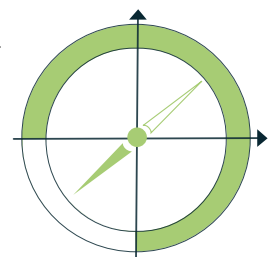
- Pasientnære analyser vil bli utbredt, men det vil være sparsomt med ressurser på laboratoriene til å sikre kvaliteten på apparater og drive opplæring av pasienter og helsepersonell.
- Bioingeniørene gjør alle oppgaver på laboratoriet, fra de enkle til de mer spesialiserte oppgavene. Kompetanseutvikling prioriteres ikke i stor grad, men det vil trolig være høyere kapasitet på utdanningene.

Dersom dette scenarioet blir en realitet, spår rapporten *Helse-Norge 2040* nesten en dobling av behovet for bioingeniører – fra 7000 i 2018 til 13 000 bioingeniører i 2040. Her ser rapporten for seg at det vil være mindre bruk for bioingeniører enn i de to teknologitunge scenarioene.

For å kunne realisere dette behovet må hver av landets åtte bioingeniørutdanninger utdanne 42 ekstra bioingeniører hvert år fram til 2040, i tillegg til de studentene de allerede utdanner.

«Livsstil på eget ansvar»

Staten vil i dette scenarioet prioritere helse- og omsorgssektoren lavere enn i de to foregående scenarioene, og økende sosiale ulikheter og oppblomstring av private tilbud vil kunne bli en konsekvens. Private helse- og omsorgstjenester vil kunne effektivisere driften ved hjelp av teknologi, men det offentlige klarer ikke å følge etter i like stor grad.



Slik kan det gå med bioingeniørene og laboratoriene i dette scenarioet:

- For å spare kostnader vil bruken av diagnostiske tester i helsevesenet måtte reduseres.
- Utstyr for egenmåling og selvtesting

- kan bli utbredt, og bioingeniørene vil kunne veilede brukerne.
- Det vil gjøres flere analyser med tanke på å forebygge sykdom.
 - Det kan bli større forskjell på teknologiutviklingen i offentlige sykehus og private laboratorier, og mer av den tradisjonelle laboratoriediagnostikken ved offentlige sykehus kan måtte kjøpes inn fra private aktører.
 - Flere bioingeniører vil jobbe i private sykehus og laboratorier.

Dersom dette scenarioet blir realitet, spår rapporten *Helse-Norge 2040* godt over dobling av behovet for bioingeniører – fra 7000 i 2018 til 18 000 bioingeniører i 2040. For å kunne realisere dette behovet må hver av landets åtte bioingeniørutdanninger utdanne 83 ekstra bioingeniører hvert år fram til 2040, i tillegg til de studentene de allerede utdanner.

«Effektivitetssamfunnet»

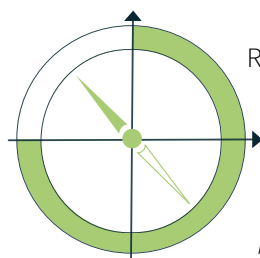
I dette scenarioet ser man for seg at mange bor i storbyer og at utdanningsnivået vil være svært høyt. Både privat og offentlig sektor vil bruke mange ressurser på arbeidssparende teknologi. Helse- og omsorgssektoren vil greie seg med betydelig færre ansatte enn i de to første scenarioene. Samfunnets høye kompetansekrav gjør at man har fått en betydelig underklasse som står utenfor arbeidslivet.

Slik går det med bioingeniørene og laboratoriene i dette scenarioet:

- For å spare kostnader vil bruken av diagnostiske tester i helsevesenet måtte reduseres.
- Analyseprosesser vil være sømløse og mer robotiserte.

- Utstyr for egenmåling og selvtesting blir utbredt, og bioingeniørene veileder brukerne.
- Det er stor forskjell på teknologiutviklingen i offentlige sykehus og private laboratorier. Mer av den tradisjonelle laboratoriediagnostikken vil trolig privatiseres.
- Bioingeniører skilles i to grupper med ulike krav til kompetanse. De som arbeider som «tekniske operatører» i store produksjonsenheter, og de som er med å utvikle og spesialisere laboratorietjenester.

Dersom dette scenarioet blir realitet, spår rapporten *Helse-Norge 2040* mer enn dobling av behovet for bioingeniører – fra 7000 i 2018 til 16 000 bioingeniører i 2040. For å kunne realisere dette behovet, må hver av landets åtte bioingeniørutdanninger fra 2022 utdanne 62 ekstra bioingeniører hvert år fram til 2040, i tillegg til de studentene de allerede utdanner.



Rapporten påpeker at det i de to scenarioene med store ressurser satt av til teknologi, vil være et økt behov for bioingeniører «da de i større grad vil benyttes i spesialisert analysearbeid knyttet til fysiske prøver, som blod- og vevsprøver, og brukerveiledning knyttet til selvdagnostiseringsverktøy. Endringene i yrkenes arbeidsoppgaver vil også skje i Effektivitetssamfunnet, men i noe mindre grad da teknologiske løsninger vil kreve en høyere faglig kompetanse på flere områder.»



4.3 Hva driver etterspørselen etter bioingeniører?

Aktiviteten innen medisinske støttefunksjoner, som laborietjenester og bilde-diagnostikk, har hatt en sterk økning over flere år. Laboratoriesvar er en viktig del av beslutningsstøtten på sykehus uansett om pasienten skal behandles ved sykehuset eller følges opp i hjemkommunen. Aktivitetsnivået ved laboratoriene øker mer enn de kliniske områdene, fordi laboratoriene også får oppgaver fra primærhelsetjenesten. Diagnostikken er kompleks og mulighetene blir stadig flere, og det gjøres flere analyser per pasient og flere analyser per prøve.

I dette avsnittet skal vi utforske hva som vil være drivere for aktivitet i årene som kommer. Det er viktig å ta høyde for aktivitetsøkningen når vi skal identifisere behovet for helsepersonell fram mot 2040, noe som blant annet er en begrensning i nasjonal bemanningsmodell.

En eldre befolkning

Fram mot 2030 øker antallet eldre over 70 år i Norge med om lag 250 000 personer (40 prosent av befolkningen). Deretter stiger både antall og andel eldre jevnt fram mot 2040. Distriktskommuner har i dag en eldre befolkning enn resten av landet og antallet personer over 80 år i distriktene forventes å nesten doble seg. I følge rapporten *HelseNorge 2040* er veksten i antall 80-åringer nesten like stor som framskrevet nedgang i antall personer i yrkesaktiv alder. Den sterke veksten skyldes først og fremst at store fødselskull fra etterkrigstiden nå er på vei inn i alderdommen.

Levealderen har aldri vært høyere. Forventet levealder var i 2020 84,9 år for kvinner og 81,5 år for menn i følge NOU 2020-15³¹. Den nevner også at medisinske framskritt vil forlenge livet

Diagnostikken er kompleks og mulighetene blir stadig flere, og det gjøres flere analyser per pasient og flere analyser per prøve





Teknologisk utvikling er en av de viktigste drivkreftene for økt aktivitet ved medisinske laboratorier

for kronisk syke. Levealderen blir høyere og andelen syke og pleietrengende øker. Framskrivninger viser at flere eldre fører til økt behov for helse- og omsorgstjenester og dermed økt behov for diagnostikk og bioingeniører på laboratoriene.

Mer sammensatte lidelser og flere kreftdiagnoser

Det er ikke bare eldre som har et behov for helsetjenester. Det har vært en stadig økning i antall personer under 67 år med komplekse diagnoser. Dette kan blant annet ses i sammenheng med økt grad av overlevelse blant personer med ulike funksjonshemninger, men også flere pasienter som lever med kreft, hjerte- og karsykdom og kroniske lidelser³¹. I framtiden vil det derfor bli et økende behov for å forstå og avdekke nye immunologiske, biokjemiske, genetiske og molekylære prosesser i kroppen som følge av mer sammensatte sykdomsbilder. Trenden er at det legges til analyser innenfor alle laboratoriespesialiteter og få trekkes fra.

Kreftregisteret har anslått at antall krefttilfeller i Norge vil øke med 42 prosent for menn og 27 prosent for kvinner fram mot 2030. Økningen i antall krefttilfeller skyldes primært at befolkningen vokser og at andelen eldre øker. Behovet for diagnostikk vil øke proporsjonalt med antall krefttilfeller. I tillegg er det et klart mål om å heve kvaliteten på kreftdiagnostikk med et stadig økende antall molekylære målrettede terapier. Presisjonsmedisin er på rask vei inn i patologifeltet og i klinisk praksis, se avsnitt om presisjonsmedisin neste side.

Teknologisk utvikling

Både legemiddelindustrien og medisinsk tekniske firma er forskningsintensive, og er som all annen industri styrt av tilbud og etterspørsel. Bioingeniørene er sentrale i implementeringen av teknologi på sykehus. Sammen med industrien og universitetslaboratoriene skaper de medisinske laboratoriene stadig nye metoder og analyserepertoaret utvides og nyanseres.

Den betydelige volumøkningen av prøver innenfor alle laboratoriespesialiteter krever sømløse systemer. Automatisasjon gjør at laboratoriet er i stand til å industrialisere flere ledd i produksjonsprosessen og dermed ta langt større prøvevolum enn tidligere. Men automatiske analyseinstrumenter frigjør i mindre grad enn man skulle tro bioingeniørressurser, fordi instrumentene krever kontinuerlig tilsyn og vedlikehold. Analysene blir også mer tilgjengelig for rekvirentene og det blir rekvirert flere prøver.

Verden har de siste 20 årene opplevd en revolusjonerende utvikling innen IKT og kunstig intelligens, noe som gjør at arbeidsprosesser i de medisinske laboratoriene endres. Digitalisering av analysepreparater som for eksempel blodutstryk, bakterieskåler, histologi- og cellepreparater, gjør det mulig å oppbevare, analysere og tolke preparatene på nye måter. Legger man til kunstig intelligens og bildegjenkjenning kan man eliminere mange menneskelige feil i tolkningen av preparater og denne type diagnostikk kan gjøres sikrere og raskere.

I tusener av år har man beskrevet



Foto: Shutterstock

Et viktig premiss for implementering av presisjonsmedisin er bioingeniørenes teknologikompetanse

kroppen i millimeterskala, i 150 år i mikrometerskala og i 50 år i nanometerskala. Framskrittene innen nano- og mikroteknologi, materialteknologi, bioteknologi og molekylærbiologi gir store muligheter innenfor laboratoriediagnostikken. Medisinsk nanoteknologi vil introdusere et nytt lag av kontroll sammenlignet med eksisterende metoder, blant annet innenfor pasientnære analysemetoder.

Teknologisk utvikling er en av de viktigste drivkreftene for økt aktivitet ved medisinske laboratorier.

Presisjonsmedisin

Mye av dagens diagnostikk går ut på å undersøke celler, måle egenskaper eller undersøke biokjemiske stoffer som gir indikasjon på sykdom. Teknologien gir oss i dag muligheter til enda høyere presisjon i både diagnostikk og behandling, slik at vi i større grad kan påvise årsaken direkte. DNA-sekvensering skaffer enorme mengder detaljert informasjon om pasientens gener eller genetisk informasjon fra virus, bakterier eller kreftceller

som pasienten er rammet av.

Innenfor patologi ser vi et paradigmeskifte hvor diagnostikken går fra anatomisk til molekylær tilnærming. I tillegg til makroskopisk og mikroskopisk undersøkelse av tumoren undersøkes nå gener og genuttrykk. Det gjør at man i større grad kan gi behandling tilpasset biologien til hver enkelt pasient, såkalt persontilpasset medisin.

Molekylærbiologiske undersøkelser, for eksempel sekvensering, krever inngående molekylærpatologisk kompetanse for å kunne skille normale genvarianter fra sykdomsgen og kunnskap om hva som regulerer genuttrykk. Slike undersøkelser genererer store mengder biologiske data, og behandlingen og tolkingen av disse er en svært ressurskrevende prosess.

Et viktig premiss for implementering av persontilpasset medisin er bioingeniørers teknologikompetanse, både innenfor genteknologiske metoder, bioinformatikk, IKT og kunstig intelligens.

Nye muligheter for presisjonsdiag-



Skal bidra med å heve kvaliteten på kreftdiagnostikk

I januar 2021 ble *seksjon for kreftgenomikk* opprettet som en egen enhet i *Laboratorieklinikken* i *Helse Bergen*. Målet er at aktiviteten ved denne seksjonen skal gi økt kvalitet på diagnostisering og dermed også behandling av kreftpasienter.

Den nyopprettede seksjonen er en sammenslåing av virksomhet som tidligere var spredt på flere avdelinger, blant annet patologi, medisinsk genetikk, medisinsk biokjemi og farmakologi.

Samling av virksomheten innenfor samme fagfelt gir bredere kompetanse, mer robust bemanning og et bedre grunnlag for å bygge for framtida innen et fagfelt det er økende behov for.

Seksjon for kreftgenomikk i *Laboratorieklinikken* skal utføre molekylære tester av kreftpasienter som muliggjør presisjonsdiagnostikk. En nasjonal satsing på infrastruktur, hvor universitetssykehusene samarbeider tett, vil gjøre at man raskere kunne etablere et godt tilbud innen presisjonsdiagnostikk.

Arbeidsgruppen er satt sammen av 24 dedikerte

molekylærbiologer, bioingeniører og leger.

Med et stadig økende antall molekylært målrettede terapier, kombinert med store framskritt i genomisk testing, bioinformatikk og nye teknikker for prøvetaking, er presisjonsmedisin nå på rask vei inn i klinisk praksis. Seksjon for kreftgenomikk vil ha en sentral rolle for å styrke presisjonsdiagnostikken ved Haukeland universitetssjukehus.

På seksjonen er målet å bygge framtidens presisjonsdiagnostikk. Haukeland universitetssjukehus skal levere rutinediagnostikk på høyt nivå og bidra i kliniske studier og forskning. Kreftpasienter vil med dette kunne få et bedre diagnostisk tilbud.

Seksjon for kreftgenomikk vil undersøke mutasjonene i pasienters kreftceller, og sammen med *Avdeling for patologi* og et nasjonalt ekspertpanel vurdere om mutasjonene kan være et mål for behandling. Disse resultatene vil danne grunnlaget for inklusjon i den nye nasjonale kliniske studien innen presisjonsmedisin (IMPRESS).

Pasientnære analyser tvinges fram av behovet for raske svar og pasientens forventning om enklere håndtering av egen sykdom



nostikk kan man også oppnå innenfor andre laboratoriedisipliner enn patologi. For eksempel i tilfeller hvor man innen medisinsk biokjemi ser etter atypiske celler, forhøyet blodsukker eller proteiner i urin, vil man ved hjelp av undersøkelser ned på molekylært nivå kunne få presise opplysninger om årsaken til de biologiske funnene. Ved å se på hele eller deler av pasientens genmateriale kan man også forutsi effekt av medikamentbehandling (farmakogenetikk) eller risiko og utfall av en genetisk sykdom (medisinsk genetikk).

Grunnforståelsen innen helse og human biologi er essensiell for å bruke teknologien til det beste for pasienten. Bioingeniører er med sin grunnutdanning innenfor både teknologi og helse viktige premissleverandører i implementeringen av flere molekylære metoder og presisjonsmedisin.

Diagnostikk nærmere pasienten

Utviklingen av laboratorietjenester er i ferd med å dreie fra spesialisthelsetjenesten til kommunehelsetjenesten – og fra institusjonell behandling til at pasientene overvåker egen sykdom. Mange utredninger og behandlinger kan utføres nærmere pasienten. På sykehuset flyttes hasteanalyser til ambulanser og akuttmottak og mer avansert laboratoriediagnostikk tas i bruk på små sykehus, lokalmedisinske sentre, legevakt og legekantor.

Utviklingen skjer som følge av flere faktorer. Presset på spesialisthelsetjeneste gjør at behandlingstiden på sykehus blir kortere og mye av oppfølgin-

gen overtas av kommunehelsetjenesten. Teknologien gir i tillegg verktøy som gjør at vi kan undersøke langt flere parametre ved hjelp av små analyseinstrumenter og strimmeltester. Koronapandemien har hatt en akselererende effekt på muligheten for selvtesting og utviklingen av pasientnære analyser (PNA) for virus og smittsomme agens. Pasientnære analyser tvinges fram av behovet for smittevern, men også fordi pasientene krever enklere håndtering og oppfølging av egen sykdom. I dag bruker sårbare pasientgrupper unødvendig mye tid på reise til og fra sykehus for rutinemessige prøver og undersøkelser.

Analyserepertoaret innenfor PNA på sykehus er ikke lenger begrenset til hemoglobin, glukose, blodgasser og urinstrimmel. Det er nå vanlig å gjøre koagulasjonsanalyser, hjertemarkører, infeksjonsanalyser, rusmiddeltester og mikrobiologiske analyser. Det er heller ikke uvanlig at det finnes flere ulike PNA-instrument for samme analytt innenfor ett sykehus. Årsaken kan være at målemetoden må være tilpasset for en spesiell pasientgruppe, eller fordi testen må kunne benyttes i et spesielt miljø,



Foto: Getty Images



Foto: Getty Images

som for eksempel i et helikopter eller i en kuvøse. Ved de fleste sykehus i Norge har laboratoriene og bioingeniører det koordinerende ansvaret for alle PNA-instrumenter ved sykehuset. De deltar i anskaffelser av instrumentene, validerer dem for bruk, utarbeider prosedyrer, kvalitetssikrer apparatene, gjør vedlikehold og, ikke minst, lærer opp og veileder helsepersonell som skal bruke instrumentene.

Med økende laboratorieaktivitet i kommunehelsetjenesten forventes også et langt større behov for bioingeniører på legevakt, lokalmedisinske sentre og legekontor med avansert laboratoriedrift. Pasientene skal oppleve sammenhengende tjenester på tvers av sektorer og bør kunne forvente de samme krav til medisinsk laboratoriedrift i og utenfor sykehus. Selv om PNA-instrumenter stadig får et enklere brukergrensesnitt, kreves det likevel håndtering av kvalifisert personell. Rett håndtering av prøvene i forkant av analysing er ofte avgjørende for et riktig resultat. I tillegg er det nødvendig med kvalifisert personell som kan sørge for kalibrering og vedlikehold av instrumentene. I dag gjøres ofte disse analysene av personell uten tilstrekkelig opplæring eller fagkompetanse, noe som kan gå på bekostning av pasientsikkerheten.

Bioingeniørene er sentrale aktører i samhandlingen mellom kommunene og helseforetakene fordi de kjenner arbeidsgangen i helseforetakene. De kan også koordinere pasientforløp gjennom å sørge for rask utredning av pasienten ved at riktig analyse utføres til riktig tid og med riktig resultat. Bedre samhandling mellom tjenestene vil gi en bedre og tryggere hverdag for mange pasienter.

Utbrudd av infeksjonssykdommer

Covid-19-pandemien er den alvorligste medisinske krisen Norge har opplevd siden andre verdenskrig. I løpet av kort tid så helsemyndighetene og befolkningen behovet for å utvikle, kvalitetssikre og ta i bruk nye diagnostiske tester, analyser og vaksiner for å begrense smitte, øke kunnskap om virusets egenskaper og gjøre mulig eksperimentell medisinsk behandling.

Bioingeniørene i sykehuslaboratoriene er ansvarlig for analysing av alle typer prøvemateriale ved en pandemi. I tillegg til å påvise og karakterisere viruset i det aktuelle prøvematerialet, undersøker bioingeniører blodprøver og andre kroppsvæsker for en rekke faktorer som er nødvendig for å følge opp pasienten, for eksempel parametere knyttet til pasientens væskestatus, respirasjonssta-

Uten effektiv testing og smitteoppsporing vil det ikke være mulig å begrense utbrudd av smittsomme sykdommer



tus og nyrefunksjon. Dette er nødvendig for å sikre riktig diagnose og tilfredsstillende behandling. Det er også bioingeniøren som undersøker eventuell utvikling av immunitet ved å påvise antistoffer i pasientenes blod.

Allerede før utbruddet av covid-19 var det dokumentert mangel på bioingeniører i Norge, og underveis i pandemien ble situasjonen kritisk for laboratoriene. Pandemien og smitteverntiltakene som ble iverksatt fikk store konsekvenser for alle deler av samfunnet. Uten effektiv testing og smitteoppsporing vil det ikke være mulig å begrense utbrudd av alvorlige smittsomme sykdommer og både kostnader og konsekvenser blir betydelige. En rekke epidemier med ulik alvorlighetsgrad og omfang har inntruffet de siste tiårene. God beredskap innebærer tilgang på kompetent personell. Mindre yrkesgrupper, som bioingeniører, har virksomhetskritiske funksjoner, men blir ofte oversett. Nok bioingeniører vil være en avgjørende del av Norges beredskap i nye utbruddssituasjoner.

Antibiotikaresistens – den stille pandemien

Antibiotikaresistens er en global trussel mot folkehelsen. Resistens innebærer at bakterier overlever og kan formere seg selv om de utsettes for antibiotika. Det fører til at bakterieinfeksjoner som i dag anses som ufarlige, kan bli svært vanskelige å behandle. Samtidig som verden forsøkte å få kontroll over Covid-19-pandemien, tok resistente bakterier i det

stille livet av minst 700 000 mennesker årlig, ifølge WHO.

I 2050 kan tallet være ti millioner, eller ett menneskeliv hvert tredje sekund. I kampen mot resistens er det to hovedstrategier: Begrense unødvendig bruk av antibiotika og hindre spredning av resistente mikrober. Bioingeniørene har en sentral rolle i begge.

For å begrense unødvendig eller feil bruk av antibiotika i behandlingen er det viktig at laboratoriene produserer raske og korrekte mikrobiologiske prøvesvar som legene kan bruke som grunnlag for riktig antibiotikabehandling. Da er det avgjørende at vi i framtida har nok bioingeniører med oppdatert kunnskap om metodene som benyttes for påvisning av antibiotikaresistens og identifisering av resistensmekanismer, for raskt å kunne stoppe spredning av disse bakteriene og forhindre utbrudd av resistente bakterier.

I tillegg til at bioingeniører bidrar i det daglige arbeidet med å kartlegge og begrense resistente bakterier, benyttes deres kompetanse inn i flere nasjonale referanselaboratorier og arbeidsgrupper som har oppgaver innen diagnostikk, behandling, overvåking og forebygging.

Screening og masseundersøkelser

Tidlig behandling redder liv. Screening er systematisk undersøkelse av friske mennesker for å oppdage sykdom eller forstadier før symptomer melder seg. I flere nasjonale screeningprogram er bioingeniørene og laboratoriene premissleverandører, og gjennomføring

vil påvirkes av bioingeniørmangel. Livmorhalsprogrammet og tarmscreeningprogrammet er to etablerte screeningprogram som i stor grad er tuftet på laboratorietjenester. Det planlegges ytterligere screeningprogram for å avdekke tidlige stadier av lungekreft og prostatakreft.

Siden 2012 har Kreftregisteret i et pilotprosjekt tilbudt et utvalg kvinner og menn i Viken screening mot tarmkreft. I 2020 ble det bevilget penger slik at screeningprogram for tarmkreft skal tilbys alle norske 55-åringene. I oppstarten skal screeningen gjøres ved hjelp av en im-

munologisk test for blod i avføring, iFOBT (immunologisk fekal okkult blodtest).

Utrulling av tarmscreening er også et godt eksempel på hvordan styrket fokus på en problemstilling påvirker flere deler av helsetjenesten. For hva med de som ikke er 55 år og kunne tenke seg å avdekke tarmkreft tidlig? Allerede før utrulling av screeningprogrammet økte etterspørselen fra pasienter, fastleger og spesialister etter iFOBT og tilsvarende tester både i og utenfor sykehus.

Norge i verdenstoppen i antall tarmkrefttilfeller

Tarmkreft er den nest hyppigste kreftformen i Norge. I løpet av de siste 60 årene har forekomsten av tarmkreft tredoblet seg uten at årsaken til dette er kjent.

Dette er årsaken til at *Helsedirektoratet* innfører et nasjonalt screeningprogram mot tarmkreft fra 2022. Screening er masseundersøkelse av personer som i utgangspunktet er friske, med et mål om å oppdage kreft tidlig.

Screening mot tarmkreft skal tilbys menn og kvinner det året de fyller 55 år. De første invitasjonene forventes å bli sendt ut i 2022. I starten vil deltagerne i screeningprogrammet få tilbud om å sende inn avføringsprøver (iFOBT-screening) som testes for blod.

Dette er en immunologisk metode som kan utføres på vanlige analyseinstrument. Prøvene skal i første omgang analyseres på *avdeling for tverrfaglig laboratoriemedisin og medisinsk biokjemi* ved *Akershus Universitetssykehus*.

Etter hvert som koloskopikapasiteten utvides på de ulike helseforetakene, vil man gradvis gå over til å tilby kikkertundersøkelse av hele tykktarmen

(koloskopi) som primær screeningmetode. Alle de 19 helseforetakene skal kunne ta imot deltakere i screeningprogrammet.

iFOBT-screening gjentas annet hvert år over en ti-års periode, mens koloskopi utføres én gang. Det er foreslått at screeningprogrammet skal rulles ut nasjonalt i løpet av fem år.

Når screeningprogrammet er ordentlig i gang, skal alle 55-åringene i Norge inviteres inn. Ett årskull omfatter rundt 75 000 personer, og hvis 75 prosent av dem sender inn avføringsprøver, vil det utgjøre om lag 56 000 prøver. Som følge av screeningprogrammet regner man med cirka 25 prosent reduksjon i død av tarmkreft. Screening gir mulighet til å oppdage og fjerne eventuelle polypper som ellers kunne ha utviklet seg til kreft. Screening reduserer dermed forekomsten av tarmkreft.

Studier viser at screening også reduserer dødeligheten av tarmkreft. Dette er beregnet til mellom 75 og 300 liv i året.



4.4 Smartere bruk av bioingeniører

Ny teknologi og effektive arbeidsmetoder skal gjøre sykehusdrift mulig i framtiden. Likevel går bioingeniørenes kompetanse ofte under radaren når nasjonale sykehusplaner diskuteres. Kombinasjonen av laboratoriekompetanse, teknologi- og systemforståelse, samt erfaring med pasientkontakt gjør bioingeniøren helt unik innenfor flere helseteknologiske miljøer. Bioingeniørene er stadig mer ettertraktet i privat helsenæring, teknologibedrifter og næringsmiddelvirksomhet. I dette avsnittet skal vi se på hvordan bioingeniørkompetanse kan brukes smartere. Bioingeniørene kan styrke det tverrprofesjonelle teamet.

Diagnostisk samarbeidspartner

Analyserepertoaret som tilbys i de medisinske laboratoriene er omfattende og spesialisert, og bioingeniørens rolle som informasjonsformidler og samarbeidspartner blir mer sentral. Bioingeniøren kan styrke det tverrprofesjonelle teamet rundt pasienten som diagnostisk samarbeidspartner. Riktig prøve til rett tid handler om å rekvirere riktig analyse, korrekt innhenting av biologisk materiale og korrekt transport av prøven til laboratoriet. I tillegg vil kunnskap om utbredelse, biologisk variasjon, analytisk variasjon og bruk av referanseområder være nødvendig for at rekvirenten skal kunne trekke riktig konklusjon om hva analysesvaret sier om pasientens tilstand.

Ved sykehus hvor bioingeniører er inkludert i tverrfaglige team gir det positive resultater. Rekvirering av unødven-

dige analyser reduseres, prøver blir tatt med riktig prøvetakingsutstyr og hjelp til tolkning av funn sikrer pasienten rett behandling så raskt som mulig.

Veiledning av pasienter og helsepersonell

Pasienter blir stadig mer involvert i avgjørelsene og oppfølgingen av egen sykdom. Vi har i tidligere avsnitt sett at flere laboratorieundersøkelser utføres hjemme av pasienter med kroniske lidelser (som for eksempel diabetikere) eller av enkeltpersoner, som en screening på egen helse.

Helsepersonell både i sykehus og i primærhelsetjenesten tar i økende grad i bruk nye, enkle måleinstrumenter nær pasienten. Dette er i tråd med den generelle utviklingen innen helsetjenesten og behovet for raske avklaringer knyttet til pasientens tilstand. Generelt øker pasientnære analyser og selvtesting som et supplement til sentraliserte laboratorieanalyser, ikke som en erstatning.

Helsepersonell i primærhelsetjenesten har ofte lite detaljkunnskaper om laboratoriearbeid. Uavhengig av om undersøkelser utføres i laboratoriet eller ved pasienten, er det helsepersonellets ansvar at undersøkelsene er korrekt utført og sikrer forsvarlig diagnostikk og behandling. Helsepersonell trenger råd og veiledning til å velge utstyr til testing og helseapper som er sikre, pålitelige og har høy presisjon. Denne kompetansen innehar bioingeniørene.

Diagnostisk samarbeidspartner

I rollen som diagnostisk samarbeidspartner vil kunnskap om pasienten, preanalyse og prøvetaking utveksles mellom aktørene rundt pasienten. Ved *Sykehuset Innlandet* er en bioingeniør ansatt som diagnostisk samarbeidspartner (DSP). Bioingeniøren deltar i samarbeidsmøter med klinikkene der blodbank, elektive pasienter, hurtigtester for Covid-19, informasjon om laboratoriet, rutiner og tilbakemeldinger blir utvekslet begge veier. DSP gir fortløpende opplæring og informasjon til alle nye sykepleiere i akutt-mottak om rutiner ved laboratoriet. Bioingeniøren deltar også i lokalt traumeteam og hjerneslaggruppe. Bruk av bioingeniøren som diagnostisk samarbeidspartner har gitt resultater i form av trygghet hos personalet og økonomisk gevinst for sykehuset.



Illustrasjonsfoto: Getty Images



Vi på kirurgen har hatt et meget godt samarbeid med DSP, særlig innenfor traumatologi hvor vi har hatt et stort behov for avklaring på blodprodukter, og lagerkapasitet samt forbruksvaner for kirurger.

Avd. leder kirurgisk avd.

Et eksempel på samarbeidsprosjekt

er testing av laktat prehospitalt. Det er viktig med tidlig avklaring ved mistanke om sepsis. På bestilling fra *Divisjon for prehospitaltjenester* ble et apparat for kapillær prøvetaking testet. Dette kunne ikke DSP godkjenne. Et nytt apparat fra en annen leverandør ble verifisert – da for venøse prøver, tatt direkte fra venekater. Planen var at metoden skal tas i bruk i ambulanser ved *Sykehuset Innlandet*. I første omgang skal 70 ambulansesarbeidere læres opp. DSP har hatt flere samarbeidsmøter med prehospitaltjenester underveis i prosjektet.

Viktig bindeledd:

Ved å bruke bioingeniører som diagnostiske samarbeidspartnere blir kunnskap om preanalytiske faktorer, rutiner og prosedyrer gjort tilgjengelig blant helsepersonell rundt pasienten. Rekvirering av tester blir gjort mer hensiktsmessig og prioritering av hvilke blodprøver som skal tas, blir gjort i samråd. Slik kontakt er et viktig bindeledd mellom sengepostene og laboratoriet. Avdelingene gir tilbakemelding om at det er svært viktig å ha et slik bindeledd for å ivareta kvalitet og pasientsikkerhet. Legeforeningens kampanje «gjør kloke valg» er et tilsvarende tiltak for å redusere overbruk.

Forvaltning av biobanker

En biobank inneholder samlinger av biologisk materiale med tilhørende databaser som er systematisert slik at den kan brukes i forskning, helseundersøkelser, rettsmedisinske- og/eller rutinemessige undersøkelser. Norske biobanker har høy kvalitet og har stor verdi for mange forskere, og ikke bare for norske forskningsmiljøer. Biobankarbeid krever innsikt i hvilke faktorer som kan påvirke prøvematerialet både under prøvetaking, transport, oppbevaring og analyse. Forvaltning krever systematikk, teknologiforståelse og kunnskap om kvalitetssikring. Bioingeniører har derfor en viktig rolle i forvaltningen av biobanker både på sykehusene og i private institusjoner.

Oppgaveglidning

På grunn av mangel på leger med spesialisering innen patologi bruker enkelte laboratorier bioingeniører til makrobeskjæring av preparater, en

oppgave som tidligere var forbeholdt patologer. Bioingeniørene beskjærer preparater som hud, galleblære, cervix, appendiks, lipom, prostata og uterus før de skal farges eller tolkes i mikroskop. I et prosjekt utført ved *St. Olavs hospital* ble like mengder preparater forbehandlet av leger i spesialisering og bioingeniører og det var ingen signifikant forskjell på kvaliteten og gjennomføringen. Denne typen oppgaveglidning vil vi kunne se mer av framover. NITO Bioingeniørfaglig institutt har tildelt stipend fra sitt studiefond for å få på plass to masteremner i patologi/ biomedisin ved *Fakultet for helsevitenskap ved OsloMet*. Masteremnene skal etter planen starte opp høsten 2022.

Bioingeniører i forskning

Forskning er en prosess som gjennom systematisk arbeid gir ny kunnskap og økt forståelse av ulike problemstillinger. Teamarbeid er viktig for at forskningsprosjekter skal lykkes, der prosjektdeltaker-



ne har ferdigheter som utfyller hverandre på veien mot målet. Bioingeniøren er en viktig bidragsyter i mange ulike typer forskningsprosjekter, som epidemiologiske, kliniske, eksperimentelle og translasjonsstudier. I tillegg har mange kompetanse til å initiere og lede ulike forskningsprosjekter. I mange studier vil det være svært nyttig, og ofte helt nødvendig, å ha en bioingeniør som en del av forskerteamet.

Gjennom nøyaktig og systematisk arbeid sørger bioingeniøren for at alle

betingelser knyttet til laboratorieresultater blir ivaretatt både før, under og etter analyse. Feil, for eksempel når det gjelder prøvetaking, kan gi store konsekvenser for forskningsresultatene. De fleste feil skjer under prøvetakingen og prøvebehandlingen før analyse, men en bioingeniør i forskerteamet kan sørge for at resultatene er til å stole på. Bioingeniøren har i tillegg kompetanse i valg av biologisk materiale og oppbevaring i biobank samt utvikling av nye celle- og molekylærbiologisk metoder.



Illustrasjonsfoto: Bjarne Krogstad/NITO

Briste eller bære – konsekvenser

Hva skjer egentlig hvis det blir altfor få bioingeniører i Norge? Vi ser nærmere på hvilke konsekvenser dette vil få for pasienten, laboratoriet og samfunnet.

NITO ønsker i likhet med våre helsemyndigheter å ha et best mulig tilbud til Norges innbyggere. Målet må være at pasientene skal møte kompetente bioingeniører i primærhelsetjenesten, i helseforetakene og i de private laboratoriene. I de foregående kapitlene har vi sett at det utdannes færre bioingeniører enn dagens behov tilsier, at det er stadig flere som arbeider utenfor helsesektoren, at det er høy alder blant de sysselsatte bioingeniørene i helsesektoren og at mange vil gå av med pensjon de neste ti årene. Vi ser konturene av mangeltilstander og vil i dette kapitlet se på hvilke konsekvenser bioingeniørmangel kan få for pasientene, for bioingeniørene og laboratoriene og for samfunnet.

5.1 Konsekvenser for pasienten

Pasientene bør være like trygge på å bli møtt av kvalifisert helsepersonell, uansett om prøven blir tatt og analysert på det kommunale legesenteret eller på sykehuset, og uansett hvilken helseregion de tilhører. Men hva kan konsekvensene bli for pasientene dersom det blir en markant mangel på bioingeniører?

Prøvesvaret kan bli forsinket

Færre bioingeniører og dårlig grunnbemanning vil presse fram tøffere prioritering av oppgaver på laboratoriene. Prøver vil kategoriseres etter hastegrad. Generelt kan man tenke seg at prøver kategorisert som «øyeblikkelig hjelp» fra inneliggende pasienter prioriteres, mens prøver fra kronikere, utredninger og prøver fra legekontor må vente. Økt svartid på disse prøvene kan føre til at det tar lengre tid før pasienten får satt en diagnose, blir sendt til utredning eller får rett medisin. Det kan ta lengre tid å spore opp smittsomme sykdommer og gjøre begrensede tiltak. Pasientene kan stå på antibiotika uten effekt lenger enn nødvendig, fordi resistensbestemmelse blir forsinket. Bruken av antibiotika kan øke som følge av dette. Listen over effekter av lengre svartid på laboratorieprøver er lang.

I distriktene kan rekrutteringsproblemer bli så alvorlige at deler av laboratoriedriften ved mindre sykehus må legges ned. Prøvetakingen vil settes ut til andre yrkesgrupper og alle prøver hvor det ikke dreier seg om livstruende tilstander sendes til større sykehuslaboratorier. Svartiden på analysesvar øker som følge

Færre bioingeniører vil presse fram tøffere prioriteringer av prøver på laboratoriet



Medhjelpere

Alt helsepersonell, uansett autorisasjon eller ikke, må opptre faglig forsvarlig, jmfør helsepersonelloven § 4 om forsvarlighet. Forsvarlighetsprinsippet er en rettslig standard. Det betyr at innholdet i forsvarlighetsbegrepet vil variere over tid, avhengig av den faglige utviklingen, verdioppfatninger og lignende. Kravet til forsvarlig virksomhet vil videre avhenge av det enkelte helsepersonells kvalifikasjoner, arbeidets karakter og situasjonen for øvrig.

Med faglige kvalifikasjoner menes formelle og reelle kvalifikasjoner, det vil si helsefaglig utdanning, tilleggsutdanning og praktisk erfaring. De faglige kvalifikasjonene vil naturlig nok variere mellom de ulike helsepersonellgruppene og fra helsepersonell til helsepersonell.

Bioingeniører innehar en biomedisinsk laboratorieprosesskompetanse som kvalifiserer til arbeid i alle typer medisinske laboratorier. Dette inkluderer utføring og kvalitetssikring av hele analyseprosessen fra prøvetaking, analysering og besvaring av analyser av humant biologisk materiale. Ingen andre yrkesgrupper med autorisasjon som helsepersonell innehar denne kompetansen ut fra sin autorisasjon.

Helsepersonellovens § 5 om bruk av medhjelpere definerer at helsepersonell kan overlate bestemte oppgaver til annet personell hvis det er forsvarlig ut fra oppgavens art, personellets kvalifikasjoner og den oppfølging som gis.

Det betyr at et helsepersonell som ikke har autorisasjon som bioingeniør kan ha ansvar for bestemte instrumenter så lenge opplæringen er god nok til å vurdere det som «forsvarlig». I denne vurderingen av forsvarlighet må man ta med i betraktningen om vedkommende har den grunnleggende faglige forståelsen og treningen som er nødvendig. Medhjelpere er imidlertid underlagt helsepersonells kontroll og tilsyn, noe som gjør at fleksibilitet og endring i arbeidsoppgaver potensielt er mer krevende ved å ansette personell uten egen autorisasjon.



Foto: Getty Images

av pakking og transport, og totalt sett får pasientene og rekvirentene lokalt et dårligere laboratorietilbud. Alternativt må pasientene reise lenger for å få tatt nødvendige prøver.

Pasienten kan møte ukvalifisert laboratoriepersonell

Det er klare forskrifter for hvordan et hus skal bygges og hvilken fagkompetanse som kreves av håndverkere. De avlegger svenneprøve som gir rett til å bruke «mestermerket». Du velger ikke en murer til å skifte det elektriske anlegget, selv om han har mestermerke som murer. På samme måte vil det være en risiko å engasjere en medhjelper med annen fagkompetanse til å analysere og behandle pasienters prøver i stedet for en autorisert bioingeniør.

Oppgaver i et laboratorium, på sykehus eller legekontor utføres likevel ikke utelukkende av bioingeniører. Det arbeider ulike profesjoner i laboratoriene, enten med selvstendig ansvar som helsepersonell eller med delegert ansvar for oppgaver det er faglig forsvarlig at de utfører, se faktaboks om *medhjelpere*. Hvilke oppgaver det anses som faglig forsvarlig å overlate er et tolkningsspørsmål. Ved bioingeniørmangel ser vi at strikken tøyes og at legekontor og helseforetak ansetter lite kvalifisert personell til å utføre laboratoriearbeid.

Bioingeniørmangel kan føre til at kriteriene for å bestille en prøve strammes inn



For å omgå kravet knyttet til autorisasjon omgjøres stillingstitler med «bioingeniør» til andre stillingstitler med mer uklare krav til kompetanse.

Mangel på bioingeniører kan dermed resultere i at pasienter møter prøvetakere som ikke er tilstrekkelig kvalifisert til å utføre oppgaven, eller at prøven blir behandlet av personale som ikke kan kvalitetssikre analyseprosessen. Pasient-sikkerheten svekkes.

Se faktaboks side 72 om hva *Norsk kvalitetsforbedring av laboratorieundersøkelser (Noklus)* fant om hvordan prøver behandles i hjemmetjenesten.

Tilbudet kan bli dårligere og dyrere

I dagens helsevesen tilbyr medisinske laboratorier et stort repertoar av analyser. Rekvirenter og pasienter får i stor grad tilfredsstilt sine behov for analyser. Bioingeniørmangel kan føre til at kriteriene for analyse strammes inn. Reduksjon av ikke-kritiske laboratorieanalyser kan bli et viktig virkemiddel for å redusere prøvemengden når personalressursene ikke strekker til. I starten av koronapandemien var det dette virkemiddelet som ble brukt. De nasjonale kriteriene for å få utført analyser ble svært innskrenket som følge av begrensede personalressurser og utstyrs-mangel ved laboratoriene. Dette fikk konsekvenser for individet og samfunnet. Begrenset analysekapasitet og dermed utilstrekkelig smittesporing var en av grunnene til at Norge måtte stenge ned. Gjennom pandemien kunne vi også se at laboratorienes analysekapasitet varierte, og at tilbudet og svartiden

dermed var ulik fra landsdel til landsdel. Det er naturlig å tenke seg at bioingeniørmangel kan føre til tilsvarende ulikheter i tilbudet til pasientene.

En mer restriktiv tilgang på analyser gjennom det offentlige tilbudet kan føre til et større privat marked, der prisene gjerne er høyere. Pasienter og rekvirenter som har god finansieringsevne kan kjøpe analyser og tjenester fra private aktører som de offentlige sykehuslaboratoriene ikke klarer å levere. *Folkehelse rapporten - Helsetilstanden i Norge*³² utgitt av *Folkehelseinstituttet* i 2014 viser at dette kan føre til større sosiale helseforskjeller i samfunnet.

Mangel på bioingeniører kan også påvirke laboratorienes muligheter til å utvikle analyserepertoaret og tjenestene sine. Forskning blir nedprioritert og tiden til prosjekter og faglig fordypning begrenses. Som følge av dette får ikke pasientene det analysetilbudet som forventes i takt med den medisinske og teknologiske utviklingen.

Pasienten forventer sømløse og gode digitale systemer for sine prøvesvar og helsedata. I dag preges de offentlige laboratoriene delvis av begrensede digitale løsninger når det gjelder registrering av prøver, sporingssystemer og svarrapportering.

Underbemanning kan føre til feil analysesvar

Ved laboratoriene gjøres det mange tiltak for at det skal oppstå så få feil som mulig. Alle prosesser følger en bestemt prosedyre, og man har systemer for både intern



Noklus og hjemmetjenesteprojektet

Norsk kvalitetsforbedring av laboratorieundersøkelser (Noklus) arbeider for å bedre kvaliteten ved den medisinske laboratorievirksomhet som drives i Norge.

Det har vært en utvikling i helsesektoren at tjenester flyttes fra spesialisthelsetjenesten og ut til kommunene. Stadig flere analyser utføres dermed nær pasienten. For at pasientene skal behandles på rett nivå og motta korrekt behandling, må kvaliteten på laboratoriearbeidet være god.

Noklus har tidligere kartlagt omfanget av laboratorieaktivitet i hjemmetjenesten. Kartleggingen viste at omfanget av laboratorieanalyser var langt større enn forventet. Hele 95 prosent av enhetene i hjemmetjenesten utfører laboratoriearbeid for til sammen 145 000 brukere.

Hva viste kartleggingen?

- Kartleggingen avdekket at laboratorievirksomheten i hjemmetjenesten i svært liten grad var kvalitetssikret.
- Kartleggingen viste det kan gå lang tid mellom hver gang en laboratorieaktivitet utføres, og at dette fører til usikkerhet rundt prosedyrer.
- Kartleggingen avdekket at det til dels manglet rutiner for prøvetaking og riktig transport av prøvemateriale
- Kartleggingen viste og at de fleste ansatte i hjemmetjenesten er sykepleiere og helsefagarbeidere uten laboratorieerfaring i sin fagutdanning, og som svært sjelden eller aldri fikk kursing i laboratoriearbeid.

- Prosedyrer for laboratoriearbeidet blir sjelden dokumentert, og det er et stort potensial for forbedring når det gjelder transport og oppbevaring av prøver. Noklus fikk i etterkant av sin kartlegging bevilget midler til oppstart av hjemmetjenesteprojektet. Prosjektet skulle kvalitetssikre og forbedre laboratorievirksomheten i hjemmetjenesten, og bidra til at de som skal utføre laboratoriearbeidet har den nødvendige kompetansen. Prosjektet har ikke lenger støtte over Statsbudsjettet.

Målet i prosjektet var å tilby alle landets hjemmetjenesteenheter to års statlig finansiert deltakelse i Noklus, før overgang til deltakelse til selvkost, slik at all laboratorievirksomhet i hjemmetjenesten ble kvalitetssikret. Kartleggingen viste at det er stort behov for å lære opp annet personell og sikre god kvalitet på laboratorietjenestene. Dersom laboratorieundersøkelsene brukes og utføres korrekt, kan pasienten motta rett behandling raskere, redusere overdiagnostikk, det kan gi god informasjon om pasientens sykdomsstatus før vedkommende blir innlagt på sykehus, og i beste fall kan de redusere antall sykehusinnleggelse.

Det krever imidlertid god kvalitet på laboratorievirksomheten i primærhelsetjenesten. Både blodprøver og urinprøver er kostbare å analysere, og ved feil prøvetaking eller analysering kan pasienter utsettes for belastning ved at prøven må tas på nytt, og behandlingen blir forsinket. Dette påfører også kommunene unødige kostnader.

En mer restriktiv tilgang på analyser gjennom det offentlige tilbudet kan føre til et større privat marked



og ekstern vurdering av arbeidsoppgaver og prosesser. Mange laboratorier er sertifisert og gjennomfører omfattende evalueringer i intern og ekstern regi. Likevel kan underbemanning som følge av bioingeniørmangel føre til høyere arbeidspress og større grad av menneskelig svikt. Kvaliteten på laboratorietjenestene blir dårligere, og i verste fall resulterer det i at flere pasienter får feil analysesvar. Hvor alvorlig det er å motta et feil svar varierer etter hvilken type analyse som er utført. Eksempelvis kan feil blodtype gi direkte fatale konsekvenser for pasienten som får overført blod, og en falsk positiv HIV-test kan være en stor psykisk belastning.

Selv om flere og flere laboratorieprosesser blir automatisert kan det skje feil i prøvebehandling, under analysering eller i rapportering av prøvesvar. Bioingeniørene har oppgaver som krever stor grad av konsentrasjon. Hjernen skal være skjerpet og rutiner følges til punkt og prikke for å gi korrekt behandling av prøvemateriale og riktige prøvesvar. Enkelte prøvematerialer, som for eksempel prøver fra en kreftsvulst, spinalvæske, fostervannsprøver og benmargsaspirat, er uerstattelige og en tekniske feil vil kunne ha store konsekvenser for pasienten.

5.2 Konsekvenser for bioingeniøren og laboratoriet

Bioingeniører er den desidert største yrkesgruppen på medisinske laboratorier og kombinasjonen av laboratoriekompetanse, teknologi- og systemforståelse, samt helsefaglig utdanning gjør bioinge-



Foto: Getty Images

niøren helt unik. Ved mangel på bioingeniører vil både arbeidsmiljø, helse og den samlede fagkompetansen i arbeidslaget påvirkes. Hvem som skal utføre de ulike oppgavene vil kunne bli en kilde til profesjonskamp.

Økt sykefravær og psykososial belastning

Bioingeniører som jobber i helsesektoren er premissleverandører i pasientbehandlingen. Uten diagnostiske analyser stilles det få diagnoser, det stilles lite prognoser og det blir vanskelig å velge medikamenter eller å følge opp pasientens behandling. Bioingeniører er svært tro til samfunnsoppdraget sitt og er lojale overfor arbeidsgiver og pasientene. Det fires ikke på kravene til yrkesutøvelsen selv om bemanningen er lav. Det fikk vi en rekke eksempler på under koronapandemien, hvor arbeidsbelastningen var svært høy en rekke steder. I en arbeidsmiljøundersøkelse gjort av NITO BFI blant bioinge-



niører under koronapandemien svarte bioingeniørene at det ble forventet at man fortsatte å gjøre arbeidsoppgavene sine som før, til tross for betydelig redusert personale. Flere rapporterte at de hadde liten kontroll over egen arbeids hverdag og at det var dårlige muligheter for tilrettelegging av arbeidsoppgaver eller arbeidsmengden. Generelt hadde bioingeniørene en oppfatning om at «de ikke har noe valg» og at laboratoriet skal yte service uansett.

Pasientene vil alltid stå i første rekke i helsetjenesten, og ved en alvorlig bioingeniørmangel vil mange bioingeniører strekke seg langt. Høyt arbeidspress over tid tærer på arbeidsgleden, motivasjonen og helsen til de som står i jobben. En slik slitasje går også ut over det psykososiale arbeidsmiljøet på arbeidsplassen og det kan tære på privatlivet. Under pandemien var sykefraværet høyt ved flere sykehuslaboratorier. Underbemanning som følge av mangel på bioingeniører er selvforsterkende. For få bioingeniører på jobb fører gjerne til et enda større

udekket fravær fordi sykefraværet øker og ansatte slutter.

Store utskiftninger og tap av realkompetanse

Blant NITO BFI sine yrkesaktive medlemmer vil lag 20-25 prosent nå pensjonsalder (over 62 år) i løpet av de neste ti årene og snart kunne gå av med pensjon (se mer i avsnitt 2.7). I enkelte helseforetak er snittalderen blant bioingeniørene høyere. I løpet av kort tid vil derfor betydelige deler av personalgruppen skiftes ut og laboratoriet mister kunnskap og ferdigheter som er bygget opp over år. Det kan oppstå kompetansevakuum i laboratoriene som følge av at kunnskaper, ferdigheter og holdninger ikke er overført fra erfarne til nyansatte bioingeniører.

Utskiftning vil også føre til at man får tilført ny kunnskap og nye ideer, og konsekvensene av utskiftningen vil variere etter hvilken type kunnskap som kreves og arbeidets art. Dersom arbeidsoppgavene krever stor grad av erfaringskom-



Flere bioingeniører rapporterer at de har lite kontroll over egen arbeids hverdag og få muligheter til å påvirke arbeidsmengden som pålegges dem



petanse, som for eksempel mikroskopisk vurdering av celler og vev, kan det ta lang tid før nyansatte har ervervet seg det samme kompetansenivået som sine forgjengere. Innenfor andre områder kan det være ønskelig med nyervervet kunnskap, som for eksempel arbeidsoppgaver knyttet til teknologifelt i stor utvikling og/eller arbeid hvor det kreves høy grad av IT-kompetanse. I de fleste bioingeniørstillinger vil det likevel være behov for både formell og erfaringsbasert kompetanse innen teknologi og biomedisin. Konsekvensene av store utskiftninger i en tid med dårlig tilvekst av bioingeniører kan skape uheldige ringvirkninger ved laboratoriene.

Konkurransen om arbeidskraft og inntekter

Sykehuslaboratoriene konkurrerer med private aktører når det gjelder kunder som bestiller laboratorietjenester. Private laboratorier er et viktig tilbud i helse-Norge. I enkelte områder er de svært konkurransedyktige når det gjelder transport av prøver og de har investert i gode, brukervennlige datasystemer for bestilling av analyser og rapportering av svar. Denne konkurransen er med på å drive utviklingen i offentlig sektor, men sykehuslaboratoriene taper ofte kappløpet.

Konsekvensene for sykehuslaboratoriene kan bli lavere inntekter, som igjen fører til begrensede midler til innkjøp av nytt utstyr, nedskjæringer på personalsiden og mindre penger til kompetansehevede tiltak. Dersom flere bioingeniører søker seg fra offentlige til private labora-

torier forsterkes effekten, og kan på sikt gi et dårligere offentlig laboratorietilbud.

Mangel på bioingeniører kan også påvirke de offentlige laboratorienes muligheter til å utvikle analyserepertoaret og tjenestene sine. Ressursutfordringene kan for eksempel føre til at forskning, utviklingsprosjekter og faglig fordypning begrenses. Som følge av dette får ikke pasienten det analysetilbudet som forventes i takt med den medisinske og teknologiske utviklingen.

For bioingeniørene vil denne konkurransen også kunne være positiv og bety et bedre tilbud av stillinger og økt lønn.

Fag- og arbeidsmiljø ved laboratoriet utfordres

Dersom den lave tilveksten av bioingeniører fortsetter og laboratoriene ikke lykkes med å tilpasse arbeidsmetodene i takt med økende prøvemengde, vil det bli behov for medhjelpere for å løse oppgaver. I følge helsepersonelloven kan helsepersonell i sin virksomhet overlate bestemte oppgaver til annet personell, hvis det er forsvarlig ut fra oppgavens art, personellens kvalifikasjoner og den oppfølging som gis, se faktaboks om medhjelpere på side 70. Tverrfaglig samarbeid mellom ulike yrkesgrupper vil oppleves som meningsfylt, dersom kvalifikasjonene og opplæringen av medhjelperne er gode nok, og oppgavefordelingen sikrer god kvalitet på tjenestene. I tilfeller ved rekrutteringsproblemer, der det ikke er kvalifiserte søkere til bioingeniørstillinger, kan forsvarlighetsprinsippet tolkes vidt. Arbeidsoppgaver som én



laboratorieleder mener det er faglig forsvarlig å sette bort til en medhjelper, kan andre være uenig i. Dette er svært uheldig. Ukvalifisert laboratoriepersonell vil føre til dårligere kvalitet på laboratorietjenester og kilde til konflikter blant personlet, da bioingeniøren som helsepersonell står som ansvarlig for kvaliteten på analysesvaret.

Økte krav til effektivitet og teknologiutvikling

De demografiske endringene i samfunnet gir økt behov for helsetjenester og laboratoriene må innstille seg på å diagnostisere flere pasienter med relativt sett færre ansatte. Framtidens behov kan ikke primært løses ved at laboratoriene gjør mer av det de allerede gjør. Det må planlegges og arbeides på nye måter. Innenfor enkelte laboratoriemedisinske områder betyr det at manuelle og mer håndverksmessige deler av arbeidet forsvinner og erstattes av automatiserte og mer industrialiserte prosesser. Innovasjon i tjenestene bør først og fremst være et initiativ fra laboratoriene for å sikre

faglig forankring, metodisk forståelse og at kvaliteten på tjenestene opprettholdes. For å være i stand til dette må laboratoriene investere i kompetanse, særlig innenfor områder som systemforståelse, utviklingsarbeid, tjenesteinnovasjon, logistikk, digitalisering, maskinlæring og prosess teknologi.

I forbindelse med innovasjon i laboratorietjenestene vil det også bli nødvendig å se på organiseringen av laboratoriedriften på tvers av tradisjonelle laboratoriespesialiteter. Kan metodesamarbeid og utstyr utnyttes bedre? Bør det planlegges for samlokalisering i større grad? Kan laboratoriene samarbeide tettere med universitetene for å benytte kompetanse på tvers? Kan man flytte mer diagnostikk tettere på pasientene slik at de kan overvåke egen sykdom og gjøre egne målinger? Her vil laboratoriene bli stilt overfor viktige avgjørelser i årene framover som vil ha betydning for hvordan arbeidslivet blir i perioder med lav tilvekst av bioingeniører.



5.3 Konsekvenser for samfunnet

Bioingeniørenes arbeid utgjør et viktig ledd i forebygging, screening, diagnostisering, behandling og oppfølging av sykdom. Ikke minst har deres rolle for landets helseberedskap blitt tydelig under koronapandemien. En mangel på bioingeniører vil få konsekvenser for samfunnet og innbyggerne. Det utdannes færre bioingeniører enn det samfunnet behøver for å ha en helsetjeneste som kan møte framtidens utfordringer. Til tross for at en rekke rapporter på nasjonalt og regionalt nivå har varslet om mangel på bioingeniører, mangler det stadig konkrete tiltak.

Økt liggetid og problemer med å ivareta hovedoppgaver

Sykehusene har fire primære ansvarsområder: Pasientbehandling, forskning, utdanning av helsepersonell og pasientoppfølging. Færre bioingeniører og dårlig grunnbemanning vil presse fram tøffere prioritering av oppgaver i sykehuslaboratoriene. Det vil kunne gå ut over pasientbehandlingen når svartiden på laboratorieanalyser øker og det blir strengere kriterier for å teste pasienter. Kostnaden for samfunnet vil øke i form av lengre liggetid på sykehus og ved at det tar lengre tid før pasienten kommer tilbake til arbeid.

Uten tilstrekkelige bioingeniørressurser vil laboratoriene ha utfordringer med å innfri viktige oppdrag, som for eksempel diagnostikk og behandling av kreft. Bioingeniørmangel kan også gjøre det vanskeligere å innføre store

screeningprogrammer hvor laboratoriene leverer omfattende deler av tjenesten. Konsekvensen blir et dårligere helse-tilbud til innbyggerne.

Dårlig grunnbemanning kan føre til at sykehuslaboratorier i for liten grad prioriterer å videreutdanne sine ansatte, til tross for at kompleksiteten i diagnostikken øker. Forskning i sykehusene er viktig for å gjøre helsetjenesten i stand til å foreta kritiske vurderinger og riktig prioritering av etablerte og nye diagnostiske metoder, behandlingstilbud og teknologi. Bioingeniørmangel kan gjøre at det blir lite innovasjon i laboratorietjenestene og at forskning på viktige områder, som for eksempel antibiotikaresistens, sakker akterut.

Dårligere helseberedskap i kriser

Nok helsepersonell med riktig kompetanse er en viktig del av Norges beredskap. Det er nødvendig å se på helheten av helsetjenesten. Glemmer man noen, kan det gå ut over kritiske funksjoner den dagen krisen krever at de er på plass. Under koronapandemien fikk mange laboratorier problemer med å bemanne opp i takt med behovet for testing av befolkningen. Her så vi hvor viktige bioingeniørene og laboratoriene var for å kunne iverksette isolering, smittesporing og karantene.

Koronaviruspandemien viste med all tydelighet at infeksjonssykdommer ikke hindres av landegrensler. Norge er sårbart uten en laboratorietjeneste som raskt tilegner seg ny kunnskap og har mulighet til å utvikle nye metoder i kriser. Tilstrekkelig antall bioingeniører som kan bidra

med kompetanse, diagnostikk, forskning og overvåking av antibiotikaresistens er viktig i Norges beredskap mot smittsomme sykdommer.

Av hensyn til samfunnsberedskap bør Norge også ha tilstrekkelige miljøer innenlands som er i stand til å utvikle medisiner, antibiotika, vaksiner, nye metoder og medisinsk utstyr. Norge har alle forutsetninger for å utvikle nødvendige fagmiljøer og næringsklynger knyttet til biomedisin og teknologi, hvor bioingeniører kan yte viktige bidrag.

Bioingeniører søker seg ut av offentlige sykehus

Dersom ikke sykehusene klarer å ivareta et konkurransedyktig lønnsnivå og arbeidsbetingelser i møte med bioingeniørmangelen vil det med stor sannsynlighet være flere bioingeniører som skaper karriere utenfor sykehus. Resultatet blir et dårligere offentlig tilbud.

I dag jobber en fjerdedel av alle sysselsatte bioingeniører utenfor helsesektoren (se side 36). Mange søker seg til private laboratorier og firma som selger medisinsk-teknisk utstyr og diagnostiske tester.

Påvirker kvalitet og kostnader

Det skjer en utvikling i helsetjenesten hvor tjenester flyttes fra spesialisthelsetjenesten og ut i kommunene. Stadig flere analyser kan utføres nær pasienten. I hele behandlingsskjeden fra hjemmetjeneste, sykehjem, fastleger og til

helseforetak utføres det laboratorietjenester, både når behandlingsskjeden går mot mer spesialiserte tjenester, og når pasienten skal tilbake til hjemmet. For at pasientene skal behandles på rett nivå og motta rett behandling, må kvaliteten på laboratoriearbeidet være god. Det krever laboratoriemedisinsk kompetanse og erfaring. NITO BFI mener det er et stort, udekket behov for bioingeniører i kommunene, både til å utføre prøvetaking og analyser, men primært for å lære opp annet personell og sikre god kvalitet på tjenestene. Mangel på bioingeniørkompetanse både i kommunehelsetjenesten og på offentlige sykehus kan føre til laboratorietjenester med lavere kvalitet og høyere kostnad både for pasienten og samfunnet.

Brukes laboratorieundersøkelsene korrekt kan pasienten motta rett behandling raskere, de kan gi god informasjon om pasientens sykdomsstatus før vedkommende blir innlagt på sykehus eller i beste fall kan de redusere antall sykehusinnleggelse. Likeledes vil større bruk av bioingeniører i tverrfaglige team i sykehus, med bioingeniører som diagnostiske samarbeidspartnere, gi positive effekter som at riktig prøve blir tatt til riktig tid og begrense rekvirering av unødvendig analyser.

Helsetilbudet i landet blir ulikt fra kommune til kommune

NITO BFI ser også en klar sammenheng mellom antall bioingeniører som arbeider



Det er et stor udekket behov for bioingeniør i kommunene til å utføre prøvetaking og laboratoriemedisinske analyser



der i en region og den geografiske plasseringen av bioingeniørutdanningene. I distriktene og i områder av landet uten nærhet til bioingeniørutdanning kan rekrutteringsproblemene bli så alvorlige at det blir vanskelig å rekruttere bioingeniører til sentrale posisjoner i kommunehelsetjenesten og deler av laboratoriedriften ved mindre sykehus må legges ned. Svartiden på analysene vil øke som følge av ekstra tid brukt til pakking og transport, og totalt sett får pasientene og rekvirentene et dårligere lokalt laboratorietilbud. Slik vil mangel på bioingeniører ved laboratoriene i distriktene kunne gi et skjevare helsetilbud til befolkningen.

Økt konkurranse

Analysemengden ved sykehuslaboratorier består av prøver fra inneliggende pasienter ved sykehuset og polikliniske prøver fra legekontor, spesialister, helsestasjoner og helseinstitusjoner. Private aktører er svært konkurransedyktige når det gjelder service. De har etablert attraktive hentetjenester og investert i

brukervennlige datasystemer for bestilling av analyser og rapportering av svar. Sykehuslaboratorier rapporterer i økende grad at rekvirenter utenfor sykehus sender prøver til private laboratorier framfor lokale sykehuslaboratorier.

Som følge av privatiseringen mister sykehuslaboratoriene en del av inntektsgrunnlaget og det blir mindre midler til innkjøp av utstyr. Lønnskostnader kuttes der det er mulig. Det er naturlig å tenke seg at alvorlig bioingeniørmangel i størst grad vil ramme de offentlige laboratoriene fordi de ikke klarer å konkurrere med lønnsbetingelsene til private virksomheter. Dersom bioingeniøren søker seg ut av sykehuslaboratoriene kan dette medføre ytterligere begrensninger i tilbudet til sykehuslaboratoriene og privatisering av laboratorietjenestene forsterkes.

Privatisering av laboratorietjenester kan føre til større forskjeller i samfunnet, da pasienter og rekvirenter som har gode finansieringsevner kan kjøpe analyser og tjenester fra private aktører, som de offentlige sykehuslaboratoriene ikke klarer

å levere. Økt privatisering kan også gjøre analysetilbudet for sjeldne tilstander dårligere, fordi de ikke er kommersielt tilgjengelige.

Sykefravær koster

Ifølge tall fra SSB har Norge verdens høyeste sykefravær. Sykefraværet koster det norske samfunnet og norske bedrifter milliarder av kroner hvert år. Det koster mye penger både å lønne de syke og samtidig lønne vikarer.

I en norsk studie på helsearbeidere og sykefravær³³, kom det fram at høyt sykefravær gir økt underbemanning og økt underbemanning gjør at de ansatte

oftere blir syke. I denne studien har de simulert ulike scenarier i en matematisk modell. Resultatene viser at vi kan spare ti milliarder kroner i året på å fjerne sykefraværet som har rot i underbemanning og en høy andel deltidsansatte. Forskeren påpeker også at arbeidstakere som er med å utforme egen arbeidsplass, har lavere fravær.

Ved bioingeniørmangel vil arbeidsplasser som sliter med grunnbemanningen over tid måtte regne med at sykefraværet øker. Dette er dyrt for samfunnet og en stor personlig belastning for dem det gjelder.



Etterord

Arbeidet med å kartlegge behovet for bioingeniører og se på bemanningssituasjonen ved norske laboratorier, ble startet rett før koronaviruset fant sin vei til Norge. I løpet av pandemien skjedde det store forandringer ved laboratoriene og tallmaterialet i rapporten endret seg. Pandemien tydeliggjorde omfanget og kompleksiteten knyttet til bioingeniørmangel og var med på å forme innholdet i denne rapporten.

Som organisasjon har NITO tilegnet seg ny kunnskap om en stor og viktig medlemsgruppe. Det har vært en lærerik prosess å forstå hvordan ulike momenter griper inn i hverandre. For eksempel er det intrikate finansieringsordninger og mange aktører som påvirker tilstanden i helsevesenet og hvordan vi kan få utdannet flere bioingeniører. Dialogmøter med lokale og regionale NITO-tillitsvalgte, ledere, studieledere, utdanningspersonell og ulike fagmiljøer har vært avgjørende støttespillere og har gitt oss nødvendig innsikt. Vi har også hatt samarbeid med SSB for å sikre tall og statistikk.

Framfor alt har vi lært at langsiktig planlegging av bemanning på sykehus og laboratorier er mangelvare. I løpet av pandemien balanserte laboratoriene på en knivsegg når det kom til å innfri forventningene fra myndigheten om hyppig covid-19 testing. Mangel på nok kvalifisert personell var en av årsakene til kapasitetsbegrensningen ved norske

laboratorier. Situasjonen er flere steder fortsatt svært sårbar når det kommer til bemanning. Særlig i Nord-Norge, på Vestlandet og på Innlandet er bioingeniørmangelen uttalt i dag. Utsiktene er bekymringsfulle. Utdanningskapasiteten er ikke i takt med behovene for bioingeniører framover.

Nasjonale helsemyndigheter mener helsevesenet må jobbe smartere for å løse oppgaver i framtiden som følge av aktivitetsøkning. Utfordringen er at smarte endringer krever ressurser og friske hjerner. Allerede nå i 2022 melder laboratoriene om at utviklingsarbeid stopper opp som følge av bemanningsutfordringer. Hverdagen er travel, sykefraværet øker flere steder og det er ikke tid til å sende bioingeniører på kurs og videreutdanning.

NITO håper denne rapporten kan være til hjelp for medlemmene, deres arbeidsplasser og for samfunnet ved å rette søkelyset på en alvorlig situasjon slik at det settes inn tiltak. Ved å dele kunnskap, tall og fakta håper vi at det kan settes i gang prosesser både på offentlige og private laboratorier. Det er også et ønske at rapporten er et nyttig innspill i den videre planleggingen av helse-tjenestene og utdanning av bioingeniører i Norge. NITO Bioingeniørfaglig institutt vil være en støttespiller for medlemmene og bidra til å komme med løsningsforslag i samarbeid med politikere, tillitsvalgte og ledere på ulike nivå i helsetjenesten.

Vedlegg

I dette kapittelet finnes mer utfyllende informasjon fra rapporter og undersøkelser som er omtalt i tidligere kapitler.

6.1 Helsemod-rapportene

Helsemod er et planleggingsverktøy SSB benytter til framskrivinger av tilbud og etterspørsel for ulike typer helsepersonell. I det følgende er de avsnitt som omtaler bioingeniører.

Helsemod 2002: Beskjeden vekst i utdanningskapasitet

SSB skriver i *Helsemod 2002*³⁴ at bioingeniørene i utgangsåret 2002 var representert med drøyt 3600 stillinger innen helse, av de i alt 4 800 med utdanning som bioingeniører. Rapporten fra 2002 beskriver yrkesgruppen slik: «For denne gruppen har det vært en mer beskjeden vekst i utdanningskapasiteten gjennom 1990-tallet (under 40 prosent). Med en årlig utdanningskapasitet på fem prosent av beholdningstallet, er bioingeniørene blant gruppene med lavest tilvekst av nye kandidater i forhold til gruppens utgangsstørrelse. Bioingeniørene er følgelig blant gruppene med mest beskjeden relativ vekst i tilbudet gjennom framskrivingsperioden (56 prosent i mellomalternativet). Siden etterspørselsveksten er beregnet til 53 prosent i det samme alternativet, blir de blant gruppene som (når hele framskrivingsperioden sees under ett) ligger nokså nær balanse. Imidlertid er ikke etterspørselsveksten i beregningen jevn, da de demografiske faktorene endres slik at veksten blir sterkere i det siste enn i det første tiåret. Dermed tilsier beregningen at

det opparbeides noe overskudd i det første tiåret, som så forsvinner i det neste.»

Helsemod 2005: Forventer underskudd

Tre år senere ble framskrivingene oppdatert og SSB kommenterer i *Helsemod 2005*³⁵ behovet for bioingeniører slik: «I 2004 utførte de knapt 5 900 personene som var utdannet som bioingeniør til sammen 4700 årsverk. Også dette er en kvinnedominert gruppe (90 prosent), med nokså gjennomsnittlig aldersfordeling sammenliknet med de andre gruppene. Dette henger sammen med at det for denne gruppen har vært en mer beskjeden vekst i utdanningskapasiteten gjennom 1990-tallet (under 40 prosent). Med en årlig utdanningskapasitet på fem prosent av beholdningstallet, er bioingeniørene blant gruppene med lavest tilvekst av nye kandidater i forhold til gruppens utgangsstørrelse. Bioingeniørene er følgelig blant gruppene med mest beskjeden relativ vekst i tilbudet gjennom framskrivingsperioden (30 prosent). Siden etterspørselsveksten med BNP-forutsetningen er beregnet til 50 prosent over den samme perioden, blir det med denne forutsetningen et underskudd på knapt 1000 årsverk for utdanningsgruppen i 2025. Dersom bare demografikomponenten tas i betraktning, kan underskuddet bli på bare knappe 300, mens det i vekstalternativet er på 1700. Under rimelige forutsetninger kan det derfor bli et

lite underskudd på bioingeniører.»

Helsemod 2008: Tyder på framtidig underdekning

Neste gang SSB oppdaterer tallene er i rapporten *Arbeidsmarkedet for helse- og sosialpersonell fram mot år 2030*³⁶, av Inger Texmon og Nils Martin Stølen som ble publisert i 2008. De skriver at «i hovedsak tyder beregningene på at det kan komme til å bli en framtidig underdekning både for bioingeniører, fysioterapeuter, helsesøstre og jordmødre.» Videre skriver de: «Også i femårsperioden 1999-2004 var det en sterk vekst i antall med sosial- og helsefaglig utdanning, da den absolutte tilveksten var omtrent like stor som i den senere treårsperioden og den relative veksten 19 prosent. (...) Det er de høyskoleutdannede som også har hatt den raskeste veksten de siste årene, hele 18 prosent siden 2004, mens gruppene av universitetsutdannede er de som har vokst langsomst.»

Helsemod 2012: Forventer underskudd på 2400 årsverk

*Helsemod 2012*³⁷ omtalte bioingeniørene på denne måten: «Det var i 2010 i underkant av 7000 personer som var utdannet som bioingeniører. Til sammen utførte disse i underkant av 5900 årsverk. Dette er en kvinnedominert yrkesgruppe med en kvinneandel på omtrent 90 prosent. Gruppen har en relativt jevn aldersfordeling, men med noe overvekt av personer over 50 år. Bioingeniørene har hatt en relativt beskjeden vekst i utdanningskapasiteten de senere årene, noe som resulterer i en lav tilvekst

av kandidater i forhold til gruppens størrelse (3,6 prosent). Bioingeniørene er blant gruppen som har lavest tilbudsvekst gjennom perioden. I tillegg antas bioingeniørene å ha en ganske lav gjennomføringsprosent sammenliknet med andre grupper.»

Videre vises det til ulike alternativer for etterspørsel, og SSB kommenterer dette slik: «Etterspørselsveksten med referansebanens forutsetninger er forventet å være på hele 50 prosent fram mot 2035, noe som medfører et underskudd på 2400 årsverk. For demografialternativet er underskuddet forventet å bli på 1500, mens det for høyalternativet er forventet å bli på hele 3600 årsverk. Under rimelige forutsetninger kan det derfor bli et underskudd på bioingeniørene i årene som kommer. I tillegg til etterspørselen beregnet i modellens referansealternativ er det rimelig å anta at behovet for realfagutdannede grupper øker i helse- og sosialsektoren. Dette henger sammen med rask teknologisk utvikling, spesielt i spesialisthelsetjenesten, og økende behov for personell som kan håndtere den raske utviklingen.»

Helsemod 2019 er omtalt i avsnitt 4.1.

6.2 Informasjon fra helseregionene

Regionale utviklingsplaner

De regionale utviklingsplanene er et oppdrag fra Helse- og omsorgsdepartementet (HOD) til landets fire regionale helseforetak. Utviklingsplanene blir sett på som en del av de regionale helseforetakenes samlede planansvar. De regionale helseforetakene har «sørge-for»-ansvar og det innebærer blant annet å planlegge, gjennomføre, evaluere og korrigere virksomheten slik at tjenestenes omfang og innhold er i samsvar med de krav som er fastsatt i lover eller forskrifter. Planperiodene varer i fireårsperioder og første periode gikk fra 2018. De regionale helseforetakene ble først bedt om å utarbeide utviklingsplaner i 2017. Helseregionene har startet arbeidet med revidering og å lage nye planer for de neste fire år. Vi ser nærmere på de regionale utviklingsplanene i avsnittene som omhandler hver av de fire regionale helseforetakene.

Helse Sør-Øst

Helse Sør-Øst RHF er det største av landets fire regionale helseforetak med rundt tre millioner innbyggere i fem fylker. Det er elleve helseforetak i regionen (inkludert Sykehusapotekene og Sykehuspartner) og Helse Sør-Øst RHF har et forpliktende samarbeid med fem private ideelle sykehus. Opplysningene om helseforetakene i de følgende avsnitt er hentet fra nettsidene til Helse Sør-Øst og innbyggertall er opplyst av Helse Sør-Øst i mail, basert på SSBs befolkningstall pr. 1.1. 2020.

NITO sitt medlemsregister er inndelt

i regioner som er basert på de tidligere fylkesinndelingene. Det gir mulighet til å få en mer differensiert innsikt. For å se på medlemmer i helseforetakene har vi hentet ut medlemmer organisert i tariffområde Spekter Helse (statlige sykehus). Det er totalt 3075 bioingeniører i NITO BFI som hører til i Helse Sør-Øst sitt område. Av disse tilhører 2277 medlemmer Spekter Helse. SSB har registrert 2471 sysselsatte bioingeniører i sykehus og øvrige somatiske institusjoner i sin oversikt fra 2021 fordelt på 2096 årsverk. I 2017, når arbeidet med regional utviklingsplan startet, var det 2135 årsverk registrert i Helse Sør-Øst (SSB).

Av de øvrige medlemmene i denne helseregionen arbeider 294 bioingeniører i privat sektor, 36 i kommuner, 257 i privat område der de private sykehusene og laboratoriene er organisert, 132 bioingeniører er ansatt i statlige foretak med undervisning på universiteter og høyskoler, statlige direktorater og tilsyn, i politiet/forsvaret, på Veterinærhøgskolen og i Norsk akkreditering. NITO er organisert med en felles region for Oslo og Akershus, men vi har sett på hvilke helseforetak de arbeider på, ikke fylke, da det gjør det enklere å hente ut informasjon.

Når det gjelder kartlegging av behov for bioingeniører i denne helseregionen skriver Helse Sør-Øst RHF i sin rapport, *Regional utviklingsplan 2035*, til Helse- og omsorgsdepartementet: «*Nasjonal bemanningsmodell foreligger nå i en regional versjon som kan benyttes som et verktøy for styrket strategisk planlegging av*



Helse Sør-Øst melder om behov for 35 prosent flere bioingeniører

personell- og kompetansebehov. Helse Sør-Øst RHF vurderer om og hvordan modellen kan benyttes ved planlegging innenfor det enkelte helseforetak. Helseforetakene er i en tidlig fase når det gjelder bruk av mer komplekse analysemodeller av bemanning og legger derfor til grunn egne erfaringsbaserte analyser. (...) Framskrivninger i Nasjonal bemanningsmodell, basert bare på demografisk vekst, indikerer et behov for økning i samlede månedsverk for foretaksgruppen på 23 prosent fra i dag og fram til 2035. (...) I et slikt «nullalternativ» forventes det stor vekst i pleiepersonellgruppene. Andre grupper med høy vekstrate er stråleterapeuter, laboratoriepersonell, radiografer og bioingeniører – noe som kan forklares med den forventede økningen av pasienter med høy alder.»

Vekstraten for bioingeniører er i den regionale utviklingsplanen beregnet til 35 prosent for perioden 2017-2035. Det er urovekkende at det faktiske antallet har gått ned de siste, i stedet for å øke i takt med det behovet som er beskrevet i Helse Sør-Øst sin regionale utviklingsplan.

Tillitsvalgte er bekymret

De tillitsvalgte i NITO Helse Sør-Øst skriver i sitt hørings svar til den regionale utviklingsplanen blant annet at de er bekymret for manglende bærekraft i møtet med fremtiden: «I driften opplever vi et stort gap mellom oppgaver og ressurser. (...) Aktiviteten og behovet for helsetjenester har økt veldig i omfang.

- Dette har ført til at aktiviteten innen medisinske servicefunksjoner som laboratoriet og billeddiagnostikk, øker mye mer enn de kliniske områdene.
- Oppgavene innen laboratoriet og billeddiagnostikk øker jevnt, da de må være en viktig del av beslutningsstøtten uansett om pasienten skal

reise hjem eller videre til kommunen, behandles poliklinisk i sykehus, eller legges inn. De får også oppgaver fra primærhelsetjenesten.

- Det gjøres flere analyser per pasient og man gjør «mer» med hver prøve. Innenfor noen områder som for eksempel mikrobiologi og patologi er det fortsatt manuelle analyser som krever mye bioingeniørkompetanse, mangel på patologer gir en økt utfordring innenfor feltet.
- Presset på laboratoriet og billeddiagnostikk har ført til utvidede åpningstider for eksempel innen mikrobiologi, ofte uten tilførsel av flere ansatte.
- Innen kreftbehandling vil utviklingen i retning av mer immunterapi og personilpasset medisin bety at behovet for genetiske analyser eksploderer i tillegg til at det blir økt behov innenfor patologi.
- Behovet for raske og presise svar øker. Dette har ført til at mange har investert i totalautomasjon (TLA). Dette er et bånd hvor mange analyseinstrumenter er koblet på og mye gjøres automatisk. Dette har ført til annen anvendelse av kompetanse. Behovet og mengden av intern kompetanseutvikling er økende, og derfor er det ikke mulig å redusere bemanningen i den grad man har forventet. Både dypere teknologisk forståelse, logistikk, statistikk samt større breddekompetanse er etterspurt innen laboratorietjenesten i fremtiden. (...)

De tillitsvalgte ønsker seg mer fokus på behovet for teknologikompetanse og kompetanseutvikling.

Økt kompetanse- og utdanningsbehov

I sin årsrapport for 2017 skriver Helse Sør-Øst at «Den regionale behovsanalysen indikerer behov for økt utdanningskapasitet spesielt for sykepleiere (grunnutdanning), spesialsykepleiere (intensiv, anestesi og operasjon), bioingeniører og legespesialister innen visse fagområder (psykiatri, radiologi, patologi, geriatri, lungemedisin, endokrin-kirurgi og gastroenterologi). Analysene er lagt til grunn for Helse Sør-Øst RHF's innsats for å sikre riktig utdanningskapasitet. Det er også behov for faglig forankring av utviklingen innen sykepleie og andre helsefaglige utdanningsretninger med tanke på behov for endringer i innhold i utdanningene tilpasset helsetjenestens behov.»

Videre nevner årsrapporten at innføring av ny teknologi er en av de viktigste driverne for kompetansebehov framover. «Dette vil blant annet medføre økt behov for kompetanse i bruk av teknologi og veiledningskompetanse. E-læring og simulatorene bør brukes mer for å styrke kompetanse

og ferdigheter. Bruk av mer persontilpasset medisin i helsetjenesten krever også ny kompetanse og mer tverrfaglig samarbeid. Økt bruk av genteknologi og non-invasive kirurgimetoder medfører behov for kompetanse innen medisinsk fysikk, medisinsk informatikk, bioteknologi og andre teknologifag i spesialisthelsetjenesten, samt innen nukleærmedisin, molekylærbiologi, klinisk farmasi, immunologi, hematologi og genetik. I dag er rekrutteringen innenfor disse områdene lav.»

I årsrapportene for 2018 og 2019 er ikke bioingeniører nevnt og laboratoriene er kun nevnt i forbindelse med aktivitetsbaserte inntekter.

For å få riktig kompetanse og tilstrekkelig antall helsepersonell i helsetjenesten skriver Helse Sør-Øst at de har et utstrakt samarbeid med utdanningsinstitusjonene om kompetanseheving av egne medarbeidere og utdanning av helsepersonell.

Stort behov for praksisplasser

Helseforetakene har en utfordring med å skaffe tilstrekkelig mange praksisplasser.

Pilotprosjekt for organisering av praksisstudier

Helse Sør-Øst RHF har et pågående pilotprosjekt ved et valgt helseforetak hvor de implementerer retningslinjer i helseforetakets kvalitetssystemer for hvordan praksisstudiene skal organiseres. Retningslinjen skal beskrive hvilket ansvar (roller) og hvilke oppgaver som ligger på de forskjellige nivåene i organisasjonen. Prosjektet skal ta utgangspunktet i kunnskapsbasert forskning/litteratur og allerede utprøvede modeller, og deretter tilpasses lokale forhold. I tillegg til utarbeidelse av rutiner, prosedyrer og annen nyttig informasjon for de som er involvert i gjennomføringen av praksisstudiene, skal prosjektet anbefale hvilke krav som bør stilles til veiledningskompetanse hos praksisveilederne, og støtte eventuelle kompetansehevende tiltak. Helse Sør-Øst RHF skriver at forutsigbarhet, struktur, langsiktig oppbygging av kompetanse og verdsetting av utdanningsoppgaven er avgjørende for kvalitet i praksisstudiene. Det regionale helseforetaket ønsker gjennom et pilot-prosjekt å synliggjøre hvordan og hvilke strukturer som bør være grunnleggende i planleggingen og gjennomføring av praksisstudiene.

Helse Sør-Øst beskriver i sin årsrapport at utfordringene med å skaffe praksisplasser henger sammen med kravene til aktuelle treningsarenaer, som er preget av en foreldet driftsmodell. Utviklingen som skjer innen helsesektoren viser at utviklingen av pasientrollen, ny teknologi, nye diagnostiserings- og behandlingsmetoder og samhandlingsformer stiller nye krav til faginnhold og opplæring i utdanningen av helsepersonell.

Helse Nord

Helse Nord RHF består av seks helseforetak. Fire av dem er sykehusforetak som gir pasientbehandling. Helse Nord RHF skal sørge for spesialisthelsetjenester til innbyggerne i Nordland, Troms, Finnmark og Svalbard, til sammen rundt en halv million nordmenn. Helseforetaket har 18 000 ansatte fordelt på 14 000 årsverk (2019). Mer informasjon om de fire sykehusene, slik Helse Nord selv beskriver dem på sine nettsider, er å finne i avsnitt 6.3. Landsdelen opplever en negativ trend i folketallet.

SSB har 527 sysselsatte bioingeniører i sin statistikk og NITO BFI har 523 medlemmer som er i området til Helse Nord RHF. Av dem er 435 sysselsatte i helseforetakene. Det er også 23 bioingeniørmedlemmer i privat sektor, 20 i stat, 31 i kommunene og syv bioingeniører i øvrige medlemskategorier.

Varsler om store utfordringer

Helse Nord RHF skriver i *Regional utviklingsplan 2035*: «I perioden fram til 2035 vil antallet innbyggere i Nord-Norge vokse svakt. Endringene vil preges av at det blir flere eldre, og mange flere i den eldste aldersgruppen over 80 år. Med lengre liv følger også økte og flere helseproblemer for den enkelte og tilhørende behov for tjenester. Dette skjer samtidig som det blir færre unge til å gå inn i arbeidslivet, antall yrkesaktive reduseres og andel av

befolkningen utenfor arbeidslivet øker. Det vil også ha betydning for helsesektoren. Det blir enda mer utfordrende å ha en god helsetjeneste med tilstrekkelig bemanning med de ressursene – menneskelige og økonomiske – som er tilgjengelig. Framtidas behov kan ikke primært løses ved at vi bare gjør mer av det vi allerede gjør. Vi må også tenke, planlegge og arbeide på nye måter. Utviklingsplanen omhandler mange tema som Helse Nord må arbeide med både separat og i kombinasjon. Eksempler er samhandling, kvalitet i pasientbehandling, en helsetjeneste i nettverk, innovasjon og teknologi. Utdanning, kompetanse og rekruttering er områder hvor det må arbeides langsiktig for å oppnå resultater. (Helse Nord RHF 2018)»

I Vedlegg til den regionale utviklingsplanen ser vi at Helse Nord RHF har brukt den nasjonale bemanningsmodellen. Rapporten bruker begrepet «diagnostisk personell» (Helse Nord RHF 2018) der andre rapporter bruker å skrive om bioingeniører, radiografer og stråleterapeuter.

Tillitsvalgte etterlyser mulighet for medvirkning

I et felles høringssvar fra fagorganisasjonene (inkludert NITO) og verneombudet ved Universitetssykehuset i Nord-Norge (UNN) vedrørende den regionale utviklingsplanen, ble det uttrykt bekymring både for sykehuset som regionalt kraftsenter og for prosessen med utviklingsplanen. De etterlyser mulighet for medvirkning. «Utkastet til utviklingsplan framstår som mye tekst, få konkrete tiltak og uten tilstrekkelig forankring, det kan derfor vanskelig brukes som styringsdokument eller implementeres.»

Strategi for å møte utfordringene

For å møte utfordringene har UNN definert syv strategiske hovedretninger. Disse skal være førende for utvikling av den faglige virksomheten i perioden 2015-2025. En strategiretning omhandler utdanning, rekruttering og stabilisering, oppgaveglidning, bedre bruk av kompetanse og teknologistøttet kunnskapsutvikling. I tillegg ønsker de å prioritere teknologi og e-helse med vekt på økt bruk av teknologi i den kliniske virksomheten.

I Helse Nord sin rapport *Strategisk kompetanseplan fase 2* fra 2014 ble det anbefalt å utvikle en regional utdanningsstrategi for enkelte helseprofesjoner, blant annet for bioingeniører. I den strategiske kompetanseplanen omtales behovet for bioingeniører på denne måten: «*Framskrivninger forventer knapphet. Nasjonalt utdannes for få og gjennomføringsgraden er for lav (SSB 14/12). Nord-Norge har for lav utdanningskapasitet og for lave søkertall til å fylle aktivitetskravet. Årlig tilvekst i Nord-Norge er langt under antatt behov. Studiet tilbys kun ved UiT og studentene har i hovedsak praksis ved UNN. Det foreligger regionale forskjeller da UNN har god nok dekning, mens Nordlandssykehuset og Finnmarkssykehuset har rekrutteringsvansker.*»

Helse Vest

I denne helseregionen er det fire helseforetak; Helse Førde med Førde sentralsjukehus, Lærdal sjukehus og Sunnfjord medisinske senter i Florø. Helse Bergen med Haukeland universitetssjukehus, Voss sjukehus og Kysthospitalet i Hagevik. Helse Stavanger har Stavanger universitetssjukehus og Seksjon rehabilitering i Eigersund. Helse Fonna har Haugesund sjukehus, Stord sjukehus, Odda sjukehus og Valen sjukehus. Dette helseforetaket går på tvers av fylkesgrensene for Vestland og Rogaland fylke. De største sykehusene er

Førde sentralsjukehus, Haukeland universitetssjukehus, Haugesund sjukehus og Stavanger universitetssjukehus. I tillegg har Helse Vest RFH driftsavtale med tre private, ideelle sykehus: Haraldsplass Diakonale Sykehus, NKS Olaviken alderspsykiatriske sykehus og Betanien sykehus.

SSB har registrert 998 sysselsatte bioingeniører i 2021. NITO BFI har 1076 medlemmer som er i området til Helse Vest RHF - av dem er 875 sysselsatte i helseforetakene.

Regional plan for laboratorietjenester

I den regionale utviklingsplanen 2019-2035 for Helse Vest RHF er ikke vekstraten for bioingeniører tallfestet i rapporten. Men det er det eneste av de regionale helseforetakene som har laget en egen regional plan for laboratoriene. For å kartlegge potensialet for styrking av laboratorietjenestene utarbeidet Helse Vest RHF i 2015 en *Regional plan for laboratorietjenester (2015-2025)*. Prosjekteier er Helse Vest RHF ved administrerende direktør og arbeidet ble fulgt opp av en styringsgruppe sammensatt av fagdirektører og tillitsvalgte. Planen inneholder rapporter fra arbeidsgrupper for ulike fagområdene som vedlegg.

Arbeidsgruppe i medisinsk biokjemi og klinisk farmakologi kom med en hovedanbefaling om at «*det bør lages en helhetlig plan for rekruttering av nøkkelpersonell (lege, bioingeniører) i Helse Vest. Denne må ta hensyn til de ulike behov som finnes ved større og mindre institusjoner. Det bør være et gjensidig forpliktende regionalt samarbeid rundt utdanning av spesialister i medisinsk biokjemi og klinisk farmakologi i Helse Vest. (...) Det er behov for døgntilbud på alle laboratorier dersom medisinske akuttfunksjoner blir opprettholdt. Erfaringer fra Helse Førde for sykehusene i Lærdal og Nordfjord viser at selv om den kirurgiske akuttberedskapen er tatt*

bort, så krever den medisinske akuttberedskapen døgnbemanning for eksempelvis å kunne ta i mot pasienter med brystmerter eller for å kunne gi trombolysbehandling. Ved små laboratorier kan tap av nøkkelpersonell og vansker med nyrekruttering medføre vansker med å opprettholde drift og/eller redusert faglig nivå. Det er behov for bioingeniører med mer spesialisert kunnskap (masternivå) til metodeutvikling.»

Arbeidsgruppen i medisinsk mikrobiologi omtaler konkrete behov for utdanning og rekruttering av bioingeniører til dette fagområdet: «Ny teknologi i laboratoria medfører behov for bioingeniører med kompetanse utover grunnutdanning. Samla sett vil det truleg i Helse Vest ikkje vere behov for ein stor auke i talet på stillingar framover, men det vil vere behov for at fleire av bioingeniørane har anna kompetanse ut over grunnutdanninga. Pga. alderssamansetnaden i bioingeniørgruppa vil det, uavhengig av behovet for kunnskap/ kompetanse, vere stort behov for bioingeniørar for å erstatte dei som går av med pensjon dei nærmaste 5-20 åra.»

Når det gjelder grunnbemanningen skriver de: «Ved Mikrobiologisk avdeling på Haukeland universitetssjukehus, Helse Bergen, vil behovet for talet på grunnstillingar for bioingeniørar vere som no og noko aukande framover, i stor grad for å kunne imøtekomme etterspurnaden etter raske analyseresultat. Ved Avdeling for medisinsk mikrobiologi ved Stavanger universitetssjukehus, Helse Stavanger, er det i utgangspunktet for få bioingeniørstillingar i dag. Helse Stavanger vil derfor ha eit stort behov for å auke talet på grunnstillingar framover. Også ved dei mindre

laboratoria vil behovet for grunnstillingar for bioingeniørar auke noko i framover, då både laboratoria i Helse Førde og Helse Fonna er i oppbyggingsfase. Det har i tillegg dei siste åra vore rekrutteringsvanskar for bioingeniørar i fleire av føretaka i høve til eksisterande behov.»

Rapporten slår fast at Helse Stavanger vil ha et stort behov for å øke tallet på grunnstillinger.

Om rekrutteringsgrunnlaget står det i i rapport fra immunologifeltet at: «i Helse Vest er det kun ved Høgskolen i Bergen at det utdannes bioingeniører. Foretakene rekrutterer variabelt fra denne utdanningen (...) Helse Stavanger rekrutterer godt fra bioingeniørutdanningen ved Universitet i Agder, og er i ferd med å inngå avtale om fastere samarbeid i form av studentpraksis. (...) Rekruttering av bioingeniører og leger har vært og er fortsatt i perioder vanskelig.»

I innspill fra patologisektoren er behovet for bioingeniører omtalt som: «nøkkelpersonale som det har vært vanskelig å rekruttere til patologiavdelingene. Det er et stort behov for å øke antall studieplasser og legge til rette for muligheter til å utvikle spesialkompetanse som er relevant for patologifaget (f.eks makrobeskjæring, immunhistokjemi, IKT, molekylærpatologi)»

Forventer rekrutteringsutfordringer

Styret i Helse Vest så i 2014 på utvikling og behov for personell i Helse Stavanger HF. I saken konkluderte de med at «Med den utdanningstakten det er i dag, vil foretaket om 5–10 år stå overfor en enda større bioingeniørmangel. Helse Stavanger HF har rekrutteringsutfordringer spesielt til stillinger som skal jobbe 3-delt turnus.»

I rapporten fra 2014 kommenteres bioingeniørgruppen slik: «Det er forholdsvis lav tilvekst av kandidater noe som blant annet skyldes forholdsvis stort frafall fra utdanningene. (...) Det er ifølge HelseMod beregnet ca. 50 prosent økt etterspørsel fram til 2035 og dermed et forventet underskudd på bioingeniører nasjonalt (ca. 2400 stk.).»

Rapporten vurderte de framtidige konsekvenser for Helse Stavanger HF slik: «Behovet for bioingeniører vil bli økende i Helse Stavanger HF i årene som kommer. Dette skyldes blant annet flere analyseparametere, økende bruk av laboratorieanalyser i diagnostikken, samt økt befolkning med flere eldre og mer sammensatte sykdomsbilder. Mer spesialiserte arbeidsoppgaver i framtiden som metodeutvikling, forskning, veiledning innen riktig bruk av laboratorieanalyser, samt høyere krav når det gjelder kunnskap innen IT-fagfeltet og molekylærbiologi, og flere bioingeniører ute i kommunene i forbindelse med samhandlingsreformen, bidrar også til økt behov for bioingeniører og bioingeniører med kompetanse utover grunnutdanningen. Helse Stavanger HF rekrutterer bioingeniører fra hele Norge, men hovedsakelig fra nærliggende bioingeniørutdanninger. De senere år mest fra Kristiansand, men også fra Bergen/Hordaland, Ålesund og Trondheim. Om 5 år vil 24 prosent av bioingeniørene i foretaket være mellom 60 og 67 år, og 10 prosent av dagens bioingeniører har gått av med pensjon. Med den utdanningstakten det er i dag, vil foretaket om 5-10 år stå overfor en enda større bioingeniørmangel. Helse Stavanger HF har

rekrutteringsutfordringer spesielt til stillinger som skal jobbe 3-delt turnus.»

Helse Midt-Norge

Helse Midt-Norge har tre helseforetak: St. Olavs hospital HF, Helse Møre og Romsdal HF og Helse Nord-Trøndelag HF.

SSB oppgir at Helse Midt-Norge RHF sysselsatte totalt 767 bioingeniører i sykehus og øvrige somatiske institusjoner. I NITOs medlemsregister finner vi til sammen 970 bioingeniører i denne regionen, og derav 761 bioingeniører som arbeider i helsesektoren. NITO har i fylkene Møre og Romsdal og Trøndelag organisert 103 bioingeniører i privat sektor, 28 bioingeniører i kommunesektoren, 51 i statlig sektor og 27 i øvrige kategorier.

Forventer høy behovsvekst

I helseregionens utviklingsplaner for 2019-2022 skriver Helse Midt-Norge RHF at de forventer en generell vekst i bemanningsbehov på omtrent 23 prosent for alle yrkesgrupper i 2035 med dagens organisering. «Det forventes særlig stor vekst for pleiepersonellgruppen der spesialsykepleiere (anestesi-, intensiv- og operasjonssykepleiere) skiller seg ut. Radiografi, ambulanspersonell og bioingeniører er også yrkesgrupper med høy forventet behovsvekst.»

Vekstraten for bioingeniører er på 32 prosent i regional utviklingsplan for Helse Midt-Norge.

I strategidokumentet *Strategi 2030*⁴ fra 2016 skriver Helse Midt-Norge RHF: «De demografiske endringene gir et økt behov for helsetjenester, men denne utfordringen kan ikke møtes med en tilsvarende økt vekst i spesialisthelsetjenesten. En framskrivning av behovet for personell, som følge av befolkningsendringene, viser at helseforetakene i Midt-Norge vil ha behov for 25 prosent flere årsverk fram til 2030. Kommunene vil ha tilsvarende eller større behov. Dette vil ikke være

bærekraftig. Dette betyr at vi må behandle flere pasienter med relativt sett færre ansatte.»

Helse Møre og Romsdal skriver i sin utviklingsplan for perioden 2019-2022⁵ at det er viktig å utdanne nok leger og annet personell med spesialkompetanse som bioingeniører: «Klinikk for diagnostikk erfarer at kompleksiteten i diagnostikken aukar, noko som krev auka kompetanse innan alle fagområde i klinikken. Det er viktig å utdanne eigne legespesialistar og få dei til å bli verande i Helse Møre og Romsdal HF. Dette gjeldt også radiografar, bioingeniørar og molekylærbiologar med spesialkompetanse, som alle er viktige for sikker diagnostikk. Klinikken vil jobbe målretta for å skaffe og halde på personell med slik kompetanse. I ein fire årsperiode er det behov for å byggje opp meir robuste fagmiljø innan alle medisinske spesialiteter i klinikken. Mest kritisk er det innan patologi.»

Ikke bærekraft til å møte framtiden

I høringssvaret fra NITOs tillitsvalgte kommenteres det: «På tross av den betydelige automatiseringen som er utført, er det fortsatt behov for oppbemanning på personellsiden. Ny teknologi medfører ofte også andre arbeidsoppgaver som ikke var til stede tidligere. Det stilles store krav til kvalitet av våre tjenester og rapportering, akkreditering og sertifisering krever store ressurser. Forventningene om at nye og mer effektive arbeidsmetoder skal føre til en reduksjon i antall ansatte stemmer ikke med vår virkelighet. Vi ser også at effektivisering har muliggjort utvidelse av åpningstider uten tilførsel av flere ansatte(...) Innen patologi ser vi at det gjøres flere analyser pr. pasient og man gjør «mer» med hver

prøve. Vi ser her et økende behov for både patologer og bioingeniører(...) Det sykehusene strever aller mest med er at vi ikke opplever at vi har bærekraft nok til å møte fremtiden. Vi mener derfor at sykehusene ikke er i stand til å møte behovene og forventningene som stilles til helsetjenester med dagens rammebetingelser(...) I driften opplever vi et stort gap mellom oppgaver og ressurser.

Vi ser her et økende behov for både patologer og bioingeniører.

Dette er meldt i alle HF/RHF i ForBedringsundersøkelsen (arbeidsmiljø og pasientsikkerhets undersøkelse i ett), og dette er likt for hele landet. Vi opplever at det er for få ansatte på flere områder her og nå, men framover vil problemet øke kraftig. Da vil muligheten for å få tak i enkelte yrkesgrupper bli svært vanskelig i tillegg til manglende budsjett for å betale behovet for bemanning.»

Helsetjenesten må bidra aktivt i utdanningene

NTNU mener i sitt høringsinnspill⁶ at helsetjenestens rolle i utdanning er viet for lite plass i *Strategi 2030* og er for diffust beskrevet. «Helsetjenesten må anerkjenne sin rolle som en aktiv bidragsyter for høy kvalitet i utdanning og ta ansvar for innhold i og organisering av både spesialistutdanning av leger og praksisutdanning av helsepersonell.»

6.3 Oversikt over helseforetakene i Norge og private sykehus de har avtale med

Informasjon om helseforetakene er hentet fra deres egne nettsider, og kan variere noe i formen.

Helse Sør-Øst

Akershus universitetssykehus (Ahus) er lokal- og områdesykehus for 578 270 innbyggere. Sykehuset sitt opptaksområde utgjør kommunene i Follo, Romerike og Kongsvingerregionen, samt de tre nordligste bydelene i Oslo – Alna, Grorud og Stovner. Helseforetakets hovedoppgaver er pasientbehandling, forskning, undervisning og pasientopplæring. Sykehuset leverer spesialisthelsetjenester innen somatiske helsetjenester, psykisk helsevern og rusbehandling. På Nordbyhagen finnes de fleste av sykehusets avdelinger og sykehusets ledelse. Ahus har i tillegg sykehus på Lillestrøm, Ski og Kongsvinger.

Oslo universitetssykehus (OUS) er lokalsykehus for deler av Oslos befolkning (277 165 innbyggere), akuttisykehus for store deler av Oslo-området, regionsykehus for innbyggere i Helse Sør-Øst og har en rekke nasjonale oppgaver. Helseforetaket er landets største med over 20 000 ansatte og har et budsjett på cirka 23 milliarder kroner. Oslo universitetssykehus står for en stor del av medisinsk forskning og utdanning av helsepersonell i Norge. OUS har sykehusene Aker sykehus, Gaustad sykehus, Radiumhospitalet, Rikshospitalet, Spesialsykehuset for epilepsi (SSE) og Ullevål sykehus.

Sunnaas sykehus på Nesodden tilbyr høyspesialisert rehabilitering til mennesker som har vært utsatt for alvorlig

sykdom eller skade. Helseforetaket er Norges største spesialsykehus innen fysikalsk medisin og rehabilitering. Foretaket har hovedsakelig regionale, men også nasjonale oppgaver, og er et sykehus med universitetsfunksjoner.

Sykehuset i Vestfold (SiV) er et områdesykehus for tidligere Vestfold fylke og har ansvar for å gi spesialisthelsetjenester til befolkningen i Vestfold (235 974 innbyggere.). Helseforetakets hovedoppgaver er pasientbehandling, utdanning av helsepersonell, forskning og opplæring av pasienter og pårørende. SiV har sykehus i Tønsberg, Sandefjord og Larvik.

Sykehuset Innlandet har virksomhet på 42 steder med fem somatiske sykehus (Lillehammer, Hamar, Gjøvik, Elverum og Tynset), to sykehus for psykisk helsevern og tverrfaglig spesialisert rusbehandling (TSB), to lokalmedisinske sentre og ett desentralisert spesialistsenter, distriktpsykiatrik virksomhet ti steder, barne- og ungdomspsykiatrisk døgnbehandling tre steder, åtte barne- og ungdomspsykiatriske poliklinikker, to enheter for habilitering, tre enheter for rehabilitering, 26 ambulansestasjoner og luftambulansbase på Dombås. Opptaksområdet består av 44 kommuner med et totalt befolkningsgrunnlag på 338 965 innbyggere.

Sykehuset Telemark er et områdesykehus for tidligere Telemark fylke i Vestfold og Telemark som dekker et befolkningsgrunnlag på 173 355 innbyggere. Sykehuset Telemark er et allsidig akuttisykehus og tilbyr diagnostikk og behandling innenfor de fleste spesialistområder. Sykehuset

har delregionfunksjon innen fire fagområder og tilbyr derfor disse tjenestene til flere pasienter i regionen. Disse tilbudene gjelder plastikkirurgi, medisinsk genetikk, fertilitetsbehandling og arbeidsmedisin. Sykehuset Telemark har sykehus i Skien, Notodden, Kragerø og Rjukan.

Sykehuset Østfold er et områdesykehus for tidligere Østfold fylke i Viken og for Vestby kommune. Sykehuset Østfold bidrar til å sikre befolkningen et dekkende spesialisttilbud med diagnostikk, behandling og rehabilitering i samhandling med fastleger, kommunehelsetjenesten og andre helseforetak. Sykehuset holder til på Kalnes, Moss, Sarpsborg, Halden og Askim. Tidligere Østfold fylke hadde et folketall på 317 489 personer.

Sørlandet sykehus er områdesykehus for befolkningen i Agder og har sykehus i Arendal, Kristiansand og Flekkefjord. Agder fylke har et folketall på 307 231 personer.

Vestre Viken er et av de største helseforetakene i Norge. De leverer sykehus- og spesialisthelsetjenester til 498 717 mennesker i 22 kommuner. Helseforetaket består av somatisk virksomhet på Bærum sykehus, Drammen sykehus, Kongsberg sykehus, Ringerike sykehus og Hallingdal sjukestugu. Vestre Viken har psykiatriske sykehusavdelinger ved Blakstad, distriktpsykiatriske sentre (DPS-er), tilbud innen barne- og ungdomspsykiatri samt tverrfaglig spesialisert rus- og avhengighetsbehandling.

Helse Sør-Øst RHF har også et forpliktende samarbeid med fem private ideelle sykehus:

Betanien Hospital

i Skien er en selveid non-profit stiftelse, stiftet av Metodistkirken. Sykehuset har en langsiktig driftsavtale med Helse Sør-Øst RHF om å yte spesialisthelsetjenester innen fagområdene revmatologi, øye og ortopedi.

Diakonhjemmet Sykehus AS

er lokalsykehus for nærmere 143 995 innbyggere i bydelene Frogner, Ullern og Vestre Aker i Oslo. Sykehuset avlaster også Akershus universitetssykehus med akuttpasienter fra bydelene Grovud, Alna og Stovner. Sykehuset har lokalsykehusansvar for akutt og planlagt behandling innen medisin, kirurgi/ortopedi og psykisk helse og rus. I tillegg behandler sykehuset personer over 65 år med bruddskader og personer over 65 år med psykiske lidelser fra store deler av Oslo. Sykehuset har behandlingsansvar for revmatologi i regionen og landsfunksjoner innen revmatologisk rehabilitering.

Lovisenberg Diakonale Sykehus AS

er lokalsykehus innen indremedisin og psykisk helsevern og tverrfaglig spesialisert rusbehandling for flere bydeler i Oslo (161 510 innbyggere), og gir tilbud til hele landet innen planlagt kirurgisk virksomhet. Sykehuset har også særskilte funksjoner som det nasjonale oralmedisinske kompetansesenteret TAKO og Lovisenberg Lindring og Livshjelp. LDS er offentlig finansiert og drives på ideell basis med diakonalt verdigrunnlag.

Martina Hansens Hospital

er et av landets ledende spesialsykehus innen ortopedi, revmatologi og revmakirurgi. Hospitalet er et lite sykehus, men er relativt stort innen sine spesialområder, med over 4500 inngrep og nærmere 35 000 polikliniske konsultasjoner i året. I ortopedi er hospitalet nest størst i landet innen antall innsatte leddproteser.

Revmatismesykehuset

har hovedsenter for revmatologi i Innlandet. Sykehuset har en rekke faggrupper som leger, sykepleiere, fysioterapeuter, ergoterapeuter, sosiomer og psykologspesialister som alle bidrar i pasientenes konkrete problemstilling. Utredning, behandling og oppfølging av revmatiske pasienter er sykehusets primære oppgave.

Helse Nord

Universitetssykehuset Nord-Norge (UNN)

har tre lokalsykehus og et psykiatrisk sykehus. UNN dekker en befolkning på 193 000 og har omlag 6300 medarbeidere. UNN Tromsø er lokalsykehus for kommuner i Nord-Troms og deler av Midt-Troms – i tillegg til å være universitetssykehus for Nord-Norge. UNN Harstad er lokalsykehus for befolkningen i Sør-Troms. UNN Narvik er lokalsykehus for de tre kommunene i Ofoten i Nordland. UNN Åsgård er psykiatrisk sykehus.

Nordlandssykehuset

er Nord-Norges nest største helseforetak med tjenestetilbud som et

tradisjonelt sentralsykehus. Nordlandssykehuset har over 4000 medarbeidere og betjener en befolkning på ca 136 000 i 20 kommuner i regionene Salten, Lofoten og Vesterålen. I tillegg til spesialisthelsetjenester til befolkningen i deres primærrområde har foretaket flere fylkesdekkende funksjoner for hele Nordland og regionale funksjoner for hele Nord-Norge.

Helgelandssykehuset

Sykehuset på Mo ligger på Selfors, og er lokalsykehus for Nesna, Hemnes, Rana og Rødøy. Sykehuset i Mosjøen er lokalsykehus for Vefsn, Hattfjelldal og Grane. Sykehuset i Sandnessjøen er lokalsykehus for Alstahaug, Brønnøy, Dønna, Herøy, Leirfjord, Lurøy, Sømna, Træna, Vega og Vevelstad, og det akuttkirurgiske (unntatt ortopedi) også for Grane, Hattfjelldal og Vefsn.

Finnmarkssykehuset

har ansvaret for spesialisthelsetjenestetilbudet og de omlag 75 000 innbyggerne i Finnmark. Den administrative hovedbasen er i Hammerfest, hvor også det ene av foretakets to lokalsykehus befinner seg. Det andre sykehuset ligger i Kirkenes. De har også prehospital tjenester og to klinikker. Finnmarkssykehuset har 2857 sysselsatte fordelt på 1425 årsverk.

Helse Vest

Helse Bergen

Det er 18 kommuner som hører til Helse Bergen sitt foretaksområde, med omkring 450 000 innbyggere. Helse Bergen HF administrerer

sykehus og institusjoner i Vestland fylke, nærmere bestemt i Midt- og Nordhordland. Helse Bergen HF, Haukeland universitetssykehus, er regionsykehuset på Vestlandet og skal dekke de behovene befolkningen har for lokale, regionale og utvalgte nasjonale spesialisthelsetjenester. I tillegg til Haukeland universitetssykehus er det enheter ved Voss sjukehus, på Kysthospitalet i Hagevik, Alver, Øygarden og Askøy.

I 2021 åpnet *Seksjon for kreftgenomikk* i Laboratorieklinikken ved Haukeland universitetssykehus med ansvar for genetiske analyser for å avdekke, subklassifisere og overvake kreftsjukdom. Sykehuset deltar i den nasjonale satsingen, *Infrastruktur for Presisjonsdiagnostikk (InPreD)*, som nivå 1-sykehus og er i gang med å utvikle og ta i bruk molekulære tester, genpanel og biomarkører i forskning og behandling (se omtale av prosjektet side 60).

Helse Førde

har ansvaret for spesialisthelsetjenesten for innbyggere i Vestland fylke (tidligere Sogn og Fjordane). Helse Førde har om lag 3000 ansatte og er lokalisert ved Førde sentralsykehus, Lærdal sjukehus, Nordfjord sjukehus, Sunnfjord medisinske senter i Florø, Tronvik og indre Sogn.

Helse Fonna

har hovedsete ved Haugesund sjukehus og skal gi spesialisthelsetjenester til innbyggerne i Nord-Rogaland og Sunnhordland. Dette helseforetaket går på tvers av fylkesgrensene for Vestland og Rogaland fylke. I tillegg till Haugesund sjukehus er det lokalisert ved Stord sjukehus,

Odda sjukehus og Valen sjukehus.

Helse Stavanger

har ansvaret for spesialisthelsetjenestene i det sørlige Rogaland. Helseforetaket har lokalitet ved Stavanger universitetssykehus og Seksjon rehabilitering, Eigersund. Sykehuset har mer enn 7800 medarbeidere og betjener en befolkning på 369 000 i Sør-Rogaland, fra Hjelmeland i nord til Sokndal i sør.

I tillegg har Helse Vest driftsavtale med tre private, idelle sykehus:

Haraldsplass Diakonale Sykehus, NKS Olaviken alderspsykiatriske sykehus og Betanien sykehus.

Helse Midt-Norge

St.Olavs hospital

er lokalsykehus for de 335 988 innbyggerne i tidligere Sør-Trøndelag fylke. Midt-Norges universitetssykehus St. Olavs hospital samarbeider tett med NTNU om utdanning og forskning, og har et spesielt ansvar for å dele kunnskap og støtte opp om faglig utvikling i spesialisthelsetjenesten i Midt-Norge. Regionsykehuset har ansvar for de mest spesialiserte behandlingstilbudene, og har derfor pasienter fra hele Midt-Norge. St. Olavs hospital har også enkelte landsfunksjoner og samarbeider med øvrige universitetssykehus. St. Olavs hospital er også lokalsykehus for sørlige Trøndelag og har et bredt tilbud innen psykisk helsevern og rusbehandling. Sykehusfunksjonene er lokalisert til Øya i Trondheim, Orkdal og Røros. St. Olavs hospital hadde 10 868 ansatte i 2021.

Helse Møre og Romsdal

Helseforetaket har sykehus i Ålesund, Volda, Kristiansund og Molde, i tillegg til behandlingssteder for psykisk helsevern, rusbehandling og rehabilitering på flere steder i fylket. Ålesund sjukehus er størst og har flest funksjoner. Sykehusene i Kristiansund og Molde er lokalsykehus for Nordmøre og Romsdal. Det pågår en prosess for å bygge et nytt sykehus som skal erstatte disse to.

Helse Møre og Romsdal har om lag 6 400 ansatte og leverer tjenester til om lag 265 000 innbyggere i Møre og Romsdal.

Helse Nord-Trøndelag

Sykehusene i Levanger og Namsos er lokalsykehus for nordlige Trøndelag fylke og Bindal kommune i Nordland, samt Osen og Roan sør i Trøndelag fylke. Helseforetaket har behandlingssteder for psykisk helsevern, rusbehandling og rehabilitering på flere steder. Helse Nord-Trøndelag har ansvaret for har ansvar for 137 000 innbyggere, og hadde i 2021 ca 3600 ansatte fordelt på 2750 årsverk. Fordelingen mellom de to sykehusene er Sykehuset Levanger 68 prosent og Sykehuset Namsos 32 prosent.

6.4 Vedlegg til utdanningstema

Praksisundervisning ved Universitetssykehuset Nord-Norge

Bioingeniørstudentenes praksis foregår gruppevis og er spredt utover vår- og høstsemesteret i flere kortere praksisperioder. Praksisen gjennomføres i Diagnostisk klinikk, Barne- og ungdomsklinikken og Medisinsk klinikk. Førsteårsstudentene var i vårsemesteret flere uker på Laboratoriemedisin for å delta på prøverunde på morgenen (blodprøvetaking). I høstsemesteret var de en halv dag på hvert praksissted i flere puljer (gruppevis), i observasjonspraksis på ulike laboratorier.

Andreårsstudentene var i vårsemesteret totalt ca. fire uker til sammen både ved Avd. for mikrobiologi og smittevern og Laboratoriemedisin. På høsten deltok de i prøverunder på Laboratoriemedisin, samt sirkulasjonspraksis ved Laboratoriemedisin og Avd. for medisinsk genetikk. Tredjeårsstudentene var i vårsemesteret i praksis i en fire-ukersperiode fordelt på Laboratoriemedisin og Klinisk patologi samt at noen var i PET-sentret innen nukleærmedisin.

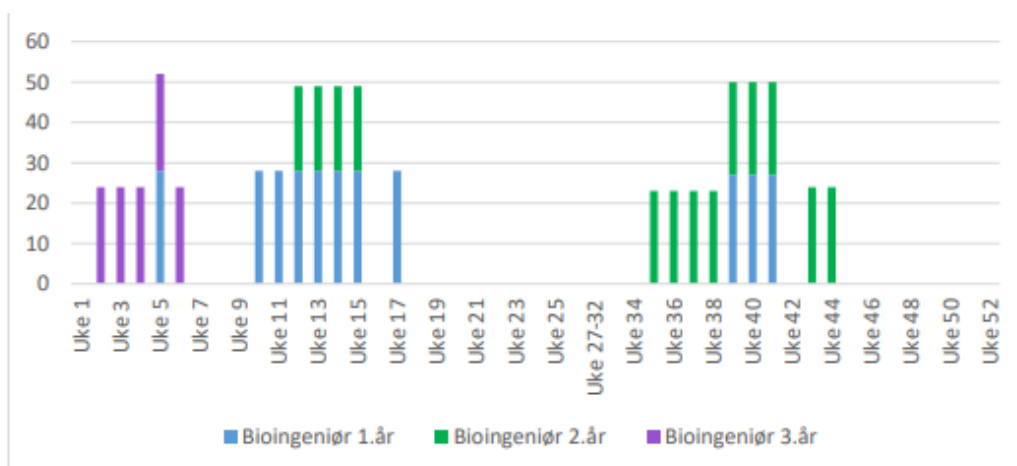


Diagram 8: Bioingeniørstudenter i praksisstudier i UNN per uke i 2019. I tillegg var det en utvekslingsstudent uke 2-12 og to utvekslingsstudenter i uke 38-42 som ikke er vist i diagrammet.

Kilde: Årsrapport for utdanning i UNN 2019

Signaturkompetanse for bioingeniører

En bioingeniør har en fot i medisins verden og en fot i teknologiens verden. I møte med en framtid der teknologi blir mer og mer viktig i helsesektoren, har bioingeniørene et svært godt utgangspunkt for å være med å på å drive denne utviklingen videre. Her skal vi se litt på hva som kjennetegner kompetansen til bioingeniørene.

Artikkelen er skrevet av Elisabeth Ersvær, førsteamanuensis ved Høgskolen i Innlandet

Medisinske laboratorieanalyser og teknologi er i dag et uunnværlige verktøy for diagnostisering og overvåking av sykdommer. Studier fra Tyskland viser at 60–70 prosent av medisinske beslutninger som blir tatt av leger er på bakgrunn av laboratoriemedisinske svar (Rohr et al 2016).

Gjennom sin treårige profesjonsutdanning har bioingeniører både breddekompetanse og spisskompetanse som er skreddersydd for sykehuslaboratoriene, og de er kvalifisert til å jobbe i alle typer medisinske laboratorier. Det er ingen andre helseprofesjoner som har den samme teknologiske spisskompetansen i kombinasjon med bredden i medisinske fagområder.

Felles for alle bioingeniører uavhengig av fagområder, er høy kompetanse innenfor medisinsk laboratorieteknologi, automasjon og kvalitetssikring av laboratorieprosesser – fra preanalyse til postanalyse. De har et selvstendig ansvar for å sikre kvalitet i alle ledd. De fleste feil oppstår før prøven settes i analysemaskinen. En bioingeniør har omfattende kunnskaper om hvilke faktorer som kan påvirke prøvesvaret.

Organisasjonstalent og problemløser

En bioingeniør er drillet i å være strukturert, systematisk og nøyaktig. Bioingeniører arbeider selvstendig, men er også viktige samarbeidspartnere for annet helsepersonell. Tverrfaglig samarbeidskompetanse, kritisk tankegang og ferdigheter i planlegging, gjennomføring og dokumentasjon av laboratoriearbeid er etterspurte egenskaper. En bioingeniør må raskt tilegne seg kompetanse og være endrings- og løsningsorienterte.

Nye metoder og kvalitetsarbeid

En av helsevesenets aller viktigste ressurser for å ha kontroll på covid-19-pandemien i Norge har vært bioin-

geniørene. De har raskt innført nye metoder, tatt i bruk ny teknologi og sørget for at analysevolumene på kort tid har blitt skalert opp. De medisinske laboratoriene og bioingeniøryrket har også før pandemien utviklet seg mye. Bioingeniørene har håndtert stadig mer avansert teknologi og automatisering, samt lært seg nye fagområder som persontilpasset medisin, bioinformatikk, molekylærpatologi og genetikk.

Tradisjonelt har analyser av pasientprøver blitt utført på spesialiserte laboratorier med gode rutiner for kvalitetskontroll og kvalitetssikring. Men i tråd med ønsket utvikling blir flere analyser nå utført nærmere pasienten.

Diagnostisk samarbeidspartner

Analyserepertoaret er i dag svært komplekst og spesialisert. Kunnskap om rekvirering av riktige analyser, korrekt innhenting av biologisk materiale, korrekt transport og korrekt oppbevaring av prøven er viktig for å ta gode valg. Ved å bruke bioingeniører som diagnostiske samarbeidspartnere kan man sikre relevante analyserekvirering og riktig tolkning av prøvesvar. Pasienten vil kunne få raskere og mer presis behandling og oppfølging. Det reduserer overflødige bestillinger, og laboratorierelaterte problemer kan unngås eller løses hurtig.

Livslang læring i laboratoriene

Med et arbeidsliv i stadig endring er det behov for at bioingeniørutdanninger – sammen med arbeidslivet – tilpasser seg dagens og framtidens behov for kompetanse. Evnen til å holde seg kontinuerlig oppdatert blir stadig viktigere ettersom bioingeniører står overfor raske endringer innen metoder og teknologi. Involvering av erfarne bioingeniører er svært viktig for utdanningene for å kunne gi spisskompetansen som det er behov for.

* *The Value of In Vitro Diagnostic Testing in Medical Practice: A Status Report.* Rohr UP, Binder C, Dieterle T, Giusti F, Messina CG, Toerien E, Moch H, Schäfer HH. *PLoS One.* 2016; 11(3):e0149856.

Forskrift om nasjonal retningslinje for bioingeniørutdanning

Hjemmel: Fastsatt av Kunnskapsdepartementet 15. mars 2019 med hjemmel i lov 1. april 2005 nr.15 om universiteter og høyskoler (universitets- og høyskoleloven) § 3-2 andre ledd.

Kapittel 1. Virkeområde og formål

§ 1. Virkeområde og formål

Forskriften gjelder for universiteter og høyskoler som gir bioingeniørutdanning, og som er akkreditert etter lov om universiteter og høyskoler § 1-2 og § 3-1.

Forskriften gjelder for 3-årig bachelorgrad i bioingeniørfag. Forskriften skal sikre et nasjonalt likeverdig faglig nivå, slik at kandidatene som uteksamineres, har en felles sluttkompetanse, uavhengig av utdanningsinstitusjon.

§ 2. Formål med utdanningen

Bioingeniørfaget omfatter innsamling, bearbeiding og analyse av humanbiologisk prøvemateriale. Videre omfatter bioingeniørfaget resultatvurderinger samt kvalitetssikring av alle ledd i prosesser for å fremskaffe korrekte prøvesvar og sikre trygge blodprodukter. I profesjonen integreres medisinske, tekniske og metodiske kunnskaper og ferdigheter. Bioingeniøren arbeider blant annet ved medisinske laboratorier og bidrar i tverrfaglig samarbeid i diagnostisk utredning og oppfølging av sykdom.

Utdanningen skal gi kandidater som er kvalifisert for bioingeniørfaglig arbeid, og bidra til god pasientbehandling i tråd med samfunnets krav til laboratoriemedisinske tjenester i Norge.

Utdanningen skal gi forskningsbasert undervisning og kunnskapsbasert praksis, og gi studenten trening i etisk refleksjon og tverrprofesjonelt samarbeid til beste for pasienten. Studiet skal gjøre bioingeniøren i stand til å ta i bruk ny kunnskap og delta i utviklingen ved medisinske laboratorier.

Utdanningen skal også sikre kompetanse og holdninger som danner grunnlag for likeverdige tjenestetilbud for alle grupper i samfunnet, deriblant samers status som urfolk og deres rettigheter til språklige og kulturelt tilrettelagte tjenester.

§ 3. Kompetanseområder

Bioingeniørutdanningen skal gi læringsutbytte i tråd med kravene i kapittel 2 til 3 under følgende kompetanseområder:

- Medisinsk laboratorieteknologi og laboratoriemedisin
- Bioingeniøren og samfunnet.

Læringsutbyttebeskrivelsene i § 4 i, o og q, § 5 f og h, § 6 b, d og e, § 7 b, c, e og g-i, § 8 a, § 9 a-c og f-h er basert på forskrift 6. september 2017 nr. 1353 om felles rammeplan for helse- og sosialfagutdanninger § 2, og tilpasset utdanningen.

Kapittel 2. Læringsutbytte for kompetanseområdet medisinsk laboratorieteknologi og laboratoriemedisin

§ 4. Medisinsk laboratorieteknologi og laboratoriemedisin – Kunnskap

Kandidaten

- har bred kunnskap om metoder, laboratorieutstyr og bioingeniørfaglige oppgaver innen de medisinske laboratoriespesialitetene: medisinsk biokjemi, medisinsk mikrobiologi, patologi, hematologi, immunologi og transfusjonsmedisin
- har bred kunnskap om systemer for å sikre pålitelige analysesvar, herunder interne kvalitetskontrollprogram for analyseovervåking
- har bred kunnskap om hvordan celler, vevsstrukturer, biokjemiske analytter og mikroorganismer analyseres og undersøkes som et ledd i diagnostikk, oppfølging og behandling av sykdom
- har bred kunnskap om korrekt blodprøvetaking av voksne, barn og nyfødte
- har kunnskap innen naturvitenskapelige fagområder som kjemi, matematikk, statistikk, fysikk, og i medisinske emner som immunologi, sykdomslære, anatomi og fysiologi og cellebiologi som grunnlag for de profesjonsspesifikke laboratorieemnene og videre studier
- har kunnskap om metoder, laboratorieutstyr og bioingeniørfaglige arbeidsoppgaver innen de medisinske laboratoriespesialitetene: medisinsk genetikk, cytologi, histopatologi, molekylærpatologi, farmakologi og nukleærmedisin
- har kunnskap om riktig behandling av ulike typer humanbiologisk prøvemateriale, og har bred kunnskap om hvordan analytiske, pre- og postanalytiske forhold påvirker analysesvar
- har kunnskap om regelverk og relevante prosedyrer knyttet til blodgivning og videre behandling av tappet blod
- har kunnskap om informasjonsteknologi og auto-

- masjonssystemer, herunder laboratorieinformasjonssystemer (LIS), mellomvareløsninger og styrings-systemer for analyseinstrumenter. Med mellomvareløsninger menes elektronisk informasjonssystem mellom analyseinstrumenter og laboratorieinformasjonssystemer (LIS) eller elektronisk pasientjournal
- j. har kunnskap om smittekjeden, basale smittevernsrutiner og aseptiske arbeidsprosedyrer
 - k. har kunnskap om hvordan pasientnær analysering og selvtesting utføres og kvalitetssikres
 - l. har kunnskap om anvendt bioinformatikk innen persontilpasset medisin, og bioingeniørens rolle i faglige beslutningsprosesser, i screeningprogram og i standardiserte pasientforløp
 - m. har kunnskap om at drift av medisinske laboratorier innebærer å ta faglige valg som fremmer bærekraft og HMS; tilstreber å velge materialer, utstyr og prosedyrer som reduserer ressursbruken uten å kompromittere kvaliteten
 - n. har kunnskap om regler om forsvarlig avfallshåndtering både med hensyn til smittefare og miljø
 - o. har digital kompetanse, deriblant kunnskap om digital sikkerhet, og kan bistå i utviklingen av og bruke egnet teknologi både på individ- og systemnivå
 - p. har kunnskap om en prøves gang gjennom laboratorium, rekvirerings- og svarformidlingssystem
 - q. kjenner til kvalitetsstyringssystemer, regler for HMS, sertifiserings- og akkrediteringsordninger i medisinske laboratorier
 - r. kjenner til hvordan prosedyrer utarbeides og revideres i et akkreditert laboratorium
 - s. kjenner til vitenskapelige metoder for forsknings- og utviklingsaktivitet innen bioingeniørfaget.

§ 5. Medisinsk laboratorieteknologi og laboratoriemedisin – Ferdigheter

Kandidaten

- a. kan anvende analyseinstrumenter og laboratorieutstyr som benyttes i medisinske laboratorier innen fagområdene: medisinsk biokjemi, hematologi, celle- og molekylærbiologi, medisinsk mikrobiologi, cytologi, histopatologi, immunologi, transfusjonsmedisin og farmakologi
- b. kan beherske metoder for bioingeniørfaglig arbeid på en strukturert og nøyaktig måte, etter gjeldende lover, forskrifter og prosedyrer, og vurdere metoders mulighe-

- ter, begrensninger og feilkilder
- c. kan beherske kapillær og venøs blodprøvetaking av voksne etter gjeldende forskrift, og under veiledning utføre blodprøvetaking av barn. Videre skal kandidaten bidra til trygghet og forutsigbarhet for pasienten i prøvetakingssituasjonen
- d. kan anvende digital kompetanse, medisinsk, statistisk og laboratorieteknisk kunnskap til å kvalitetssikre og vurdere analyseresultatets sannsynlighet og pålitelighet. Videre skal kandidaten kunne vurdere interne og eksterne kvalitetskontrollresultater
- e. kan anvende faglig kunnskap for å sikre pasienten trygge blodprodukter, og under veiledning tappe blodgivere
- f. kan vurdere risiko for uønskede hendelser og kjenner til metoder for å følge opp dette systematisk
- g. kan beherske basale laboratorieteknikker og bioingeniørfaglig terminologi
- h. kan beherske informasjonsteknologi og automasjonssystemer, herunder laboratorieinformasjonssystemer (LIS), mellomvareløsninger og styringssystemer for analyseinstrumenter
- i. kan beherske metoder for håndtering av humanbiologisk materiale med tilhørende resultater og informasjon.

§ 6. Medisinsk laboratorieteknologi og laboratoriemedisin – Generell kompetanse

Kandidaten

- a. har bioingeniørfaglig innsikt og kompetanse til å tolke en bestilling og formidle korrekte prøvesvar på norsk både skriftlig, muntlig og til rett tid
- b. har innsikt i bioingeniørfaglige problemstillinger og kan ta begrunnede valg i tråd med kunnskapsbasert praksis. Videre skal kandidaten kunne forholde seg kritisk til fagstoff fra ulike kilder, og kan dokumentere og formidle bioingeniørfaglig kunnskap gjennom muntlig og skriftlig presentasjon på norsk
- c. kan planlegge og gjennomføre varierte bioingeniørfaglige arbeidsoppgaver som strekker seg over tid, i tråd med etiske krav og gjeldende retningslinjer
- d. kan utveksle synspunkter og erfaringer, og kan oppdatere sin kunnskap både gjennom informasjonssinnhenting, kontakt med fagmiljøet og yrkesfeltet. Videre skal kandidaten kunne dokumentere og formidle sin faglige kunnskap
- e. kjenner til nytenkning og innovasjonsprosesser og kan

- bidra til tjenesteinnovasjon og systematiske, kvalitetsforbedrende og bærekraftige arbeidsprosesser
- f. kan bistå i utvikling av medisinsk laboratorieteknologi og bruke egnet teknologi både på individ- og systemnivå.

Kapittel 3. Læringsutbytte for kompetanseområdet bioingeniøren og samfunnet

§ 7. Bioingeniøren og samfunnet – Kunnskap

Kandidaten

- har kunnskap om tverrfaglig samarbeid og kommunikasjon til beste for pasienten
- har kunnskap om barn og unge og er en utøver som kjenner til deres behov for behandling og/eller tjenester og kan sikre deres medvirkning og rettigheter
- kjenner til hvordan man kan oppdage vold/omsorgssvikt og kjenner tjenestens varslingsrutiner
- kjenner til lover og regler som regulerer opprettelse, godkjenning og bruk av biobank innen fagområdet medisin og helse
- kjenner til at tjenesten har rutiner for å identifisere, følge opp og henvise mennesker med spesielle utfordringer inkludert omsorgssvikt, vold, overgrep, rus- og sosioøkonomiske problemer videre
- kjenner til den medisinske laboratorietjenestens historie og tradisjoner, og kjenner til andre profesjoners roller i det norske helsevesenet
- kjenner til inkludering, likestilling og ikke-diskriminering, uavhengig av kjønn, etnisitet, religion og livssyn, funksjonsnedsettelse, seksuell orientering, kjønnsidentitet, kjønnsuttrykk og alder, slik at kandidaten bidrar til å sikre likeverdige bioingeniørfaglige tjenester for alle grupper i samfunnet
- kjenner til sammenhengen mellom helse, utdanning, arbeid og levekår, og kjenner til hvordan dette anvendes i bioingeniørfaglig arbeid, både overfor enkeltpersoner og grupper i samfunnet, for å bidra til god folkehelse og arbeidsinkludering
- har kunnskap om samenes status som urfolk og om samenes rettigheter, særlig innenfor helse- og sosialfeltet.

§ 8. Bioingeniøren og samfunnet – Ferdigheter

Kandidaten

- kan kommunisere med og veilede blodgivere, pasienter,

- pårørende og annet helsepersonell i forbindelse med blodgiving, prøvetaking, pasientnær analysering og bruk av analyseutstyr for selvtesting
- kan finne, vurdere og følge gjeldende retningslinjer for vern mot ioniserende stråler, kjemiske stoffer og biologisk materiale og forstår deres virkning på organismen samt deres miljømessige konsekvenser med fokus på HMS
- kan reflektere over egen og andres rolle i tverrprofesjonelt samarbeid
- kan beherske basal hjerte-lungeredning (HLR) og bruk av hjertestarter.

§ 9. Bioingeniøren og samfunnet – Generell kompetanse

Kandidaten

- har innsikt i relevante yrkesetiske problemstillinger og kan identifisere, reflektere og håndtere disse i bioingeniørfaglig arbeid
- kjenner til inkludering, likestilling og ikke-diskriminering, uavhengig av kjønn, etnisitet, religion og livssyn, funksjonsnedsettelse, seksuell orientering, kjønnsidentitet, kjønnsuttrykk og alder, slik at kandidaten bidrar til å sikre likeverdige tjenester for alle grupper i samfunnet, herunder samiske pasienters rett til å bli møtt på eget språk
- kan formidle problemstillinger og løsninger, har relasjons- og kommunikasjonskompetanse for effektivt og forsvarlig samarbeid med kolleger, annet helsepersonell, brukere og pårørende
- kan planlegge og gjennomføre varierte arbeidsoppgaver alene og som deltaker i en gruppe, og i tråd med etiske krav og retningslinjer. Videre skal kandidaten kunne delta i forskningsprosjekt under veiledning
- kan reflektere over egen faglig utøvelse, tilegne seg ny kunnskap, søke og ta imot veiledning
- kan utveksle synspunkter og erfaringer i et tverrfaglig, tverrprofesjonelt, tverrsektorielt samarbeid på tvers av virksomheter og nivåer, og kan initiere slik samhandling
- kan formidle fagkunnskap samt bidra til tverrfaglig samarbeid og beste praksis
- kjenner til og kan forholde seg til helse- og sosialpolitikk og kan anvende oppdatert kunnskap om helse- og velferdssystemet, lover, regelverk og veiledere i sin tjenesteutøvelse som bioingeniør.

Kapittel 4. Studiets oppbygging og praksisstudier

§ 10. Studiets oppbygging

Bioingeniørutdanningen skal bygge på naturvitenskapelig og teknologisk kunnskap, ha en helsefaglig forankring, være profesjonsrettet og praksisnær.

Utdanningen krever integrering av teori- og praksisstudier. Gjensidig forpliktende samarbeidsavtaler mellom utdanningsinstitusjonen og praksisfeltet skal sikre tilstrekkelig tilgang til egnede og kvalitativt gode praksisplasser.

Bioingeniørutdanningen skal inneholde:

- a. Naturvitenskapelige og biomedisinske emner som skal utgjøre omtrent to femdeler av studiet, og danne et faglig grunnlag for medisinske laboratorieemner og videre studier
- b. Samfunnsvitenskapelige og humanistiske emner som skal ha et omfang på høyst en tiendedel av studiet, og skal undervises på en måte som gjør dem relevante for bioingeniørprofesjonen
- c. Medisinske laboratorieemner som skal utgjøre minst halvparten av studiet, og danne grunnlaget for bioingeniørfaglig arbeid innen laboratoriemedisin og i de medisinske laboratoriespesialitetene.

§ 11. Praksisstudier

Praksisstudier skal utgjøre om lag en tredjedel av studiet. En tredjedel av praksisstudiene skal være eksterne. Interne og eksterne praksisstudier samt ferdighetstrening skal organiseres slik at faglig progresjon fremmes og læringsutbyttebeskrivelsene oppnås.

Kapittel 5. Ikrafttredelse og overgangsordninger

§ 12. Ikrafttredelse og overgangsordninger

Forskriften trer i kraft 1. juli 2019. Forskriften gjelder for studenter som tas opp fra og med opptak til studieåret 2020–2021.

Studenter som følger tidligere rammeplan, har rett til å avlegge eksamen etter denne inntil 31. desember 2023. Fra dette tidspunktet oppheves forskrift 1. desember 2005 nr. 1373 til rammeplan for bioingeniørutdanning.

Universiteter og høyskoler som tilbyr utdanningen, kan likevel tilby eksamen etter nevnte rammeplan inntil 31. desember 2025.

6.5 Referanser

1. [Framtidstrender i Bioingeniørfaget](#), NITO BFI, 2014
2. Almås SA, Ødegård A: *Bioingeniørens kjernekompetanse- en kvalitativ studie*, Bioingeniøren 2013, 6/7:25
3. [Forskrift om nasjonal retningslinje for bioingeniørutdanning](#) (lovdata.no)
4. [The Value of In Vitro Diagnostic Testing in Medical Practice: A Status Report](#). Rohr UP, Binder C, Dieterle T, Giusti F, Messina CG, Toerien E, Moch H, Schäfer HH. PLoS One. 2016; 11(3):e0149856.
5. *Regional utviklingsplan 2035*, Helse Sør-Øst, 2018
6. Høringssvar til regional utviklingsplan 2035 fra tillitsvalgte i NITO Helse Sør-Øst
7. Årsrapport 2017, Helse Sør-Øst
8. *Regional utviklingsplan 2035*, Helse Nord
9. *Strategisk kompetanseplan*, Helse Nord
10. *Strategisk utviklingsplan 2015-2025*, UNN
11. *Regional utviklingsplan 2035*, Helse Vest
12. *Regional plan for laboratorietjenester (2015-2025)*, Helse vest
13. *Regional utviklingsplan 2035*, Helse Midt-Norge
14. *Strategi 2030*, Helse Midt-Norge, 2016
15. Høringssvar fra NITOs tillitsvalgte i Helse Midt-Norge
16. [Riksrevisjonens undersøkelse av bemanningsutfordringer i helseforetakene](#), Riksrevisjonen, 2019
17. **HelseMod 2019**, SSB, *Arbeidsmarkedet for helsepersonell fram mot 2035* av Hjemås, Zhiyang, Kornstad og Stølen, SSB 2019
18. Tabell 09549: **Sykehus og øvrige somatiske institusjoner. Årsverk, etter region, helse utdanning, statistikkvariabel og år**, SSB, hentet ut 07.04.2022
19. *Helse- og sosialpersonell 2000-2014 – Faktisk utvikling mot tidligere framskrivninger*, SSB, 2016
20. NAVs bedriftsundersøkelse, 12. nov 2021, www.nav.no/no/nav-og-samfunn/kunnskap/
21. [Så mye helsepersonell har vi i «reserve»](#), SSB, www.ssb.no/helse/
22. Statistikk fra SSB, [Helse- og sosialpersonell](#), oppdatert 2. mars 2022
23. NIFU-rapport 2019:15, [Styrt eller søkerstyrt](#)
24. [Kvalitet i praksisstudiene i helse- og sosialfaglig høyere utdanning](#), sluttrapport fra Universitets- og høgskolerådet (UHR), 2016
25. [HelseNorge 2040, Samfunnsøkonomisk analyse](#), på oppdrag for Helsedirektoratet, 2018
26. [Nasjonale retningslinjene for helse- og sosialfagutdanninger](#) (RETHOS)
27. [Meld. St. 11 \(2015–2016\), Nasjonal helse- og sykehusplan for 2015–2019](#), Regjeringen Solberg, 2015
28. [Høringssvar fra NITO](#), datert 7. mars 2016
29. [Meld. St. 7 \(2019–2020\), Nasjonal helse- og sykehusplan for 2020–2023](#)
30. [Høringssvar fra NITO](#) datert 16. januar 2020
31. NOU 2020:15, *Det handler om Norge – Utredning om konsekvenser av demografiutfordringer i distriktene*
32. *Folkehelse rapporten - Sosiale helseforskjeller i Norge*, Folkehelseinstituttet, 2014
33. Palmer E. (2018) *The Heavy Cost of Care: Systemic Challenges in Norwegian Work Absenteeism*, Social Sciences, MDPI Open access journals
34. Helsemod 2002, *Arbeidsmarkedet for helse- og sosialpersonell fram mot år 2020* av Stølen, Köber, Rønningen og Texmon, SSB, 2002
35. Helsemod 2005, *Arbeidsmarkedet for helse- og sosialpersonell fram mot år 2025* av Stølen og Texmon, SSB, 2005
36. Helsemod 2008, *Arbeidsmarkedet for helse- og sosialpersonell fram mot år 2030*, av Texmon og Stølen, SSB, 2008
37. Helsemod 2012, *Arbeidsmarkedet for helse- og sosialpersonell fram mot år 2035*, av Roksvaag og Texmon, SSB, 2012

NITO

Bioingeniørfaglig
institutt - BFI

Støperigata 1
Postboks 1636 Vika
0119 Oslo
bfi@nito.no

3. utgave 2022