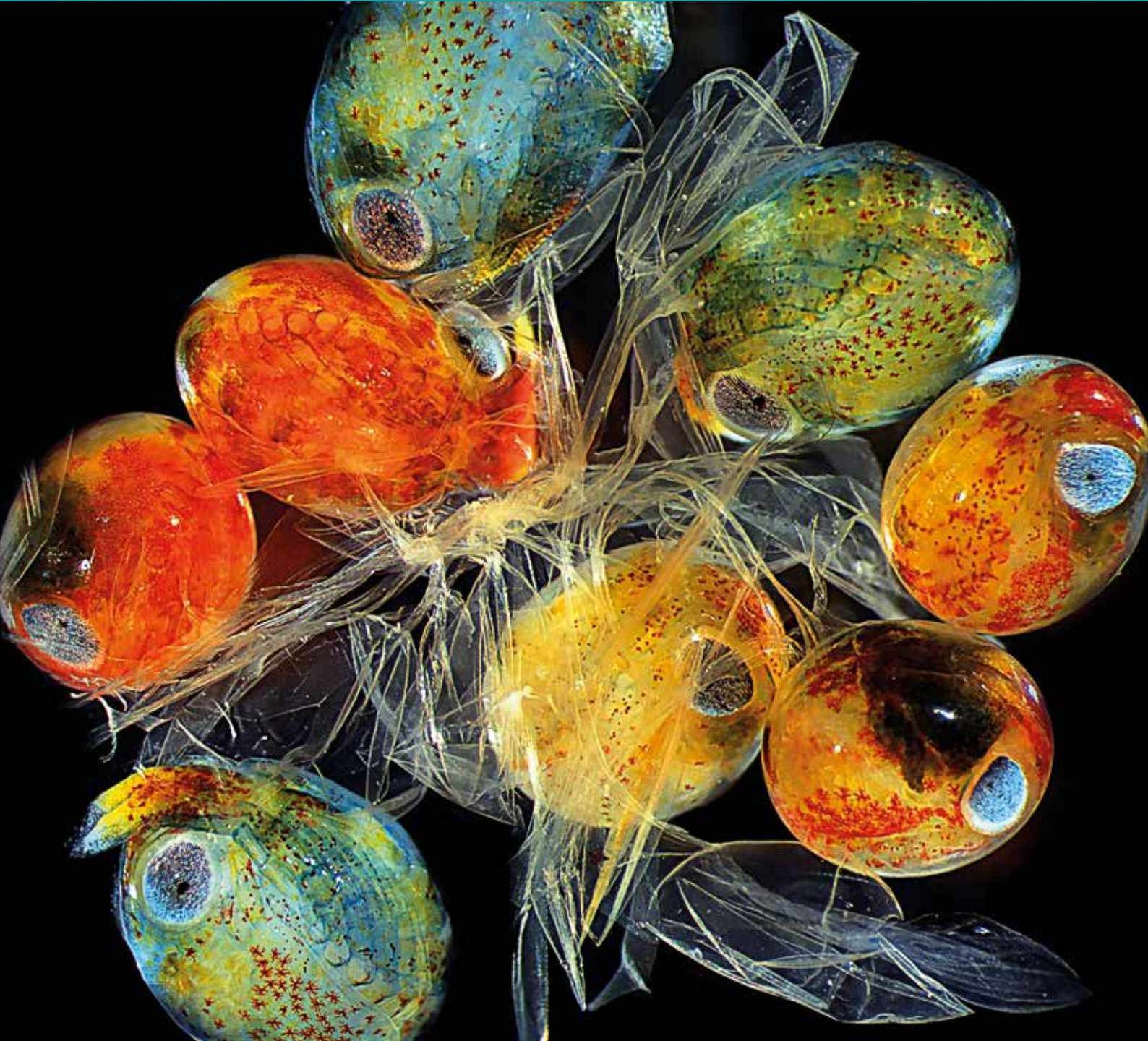


Bioingeniøren

NUMMER 2 • 2024 • ÅRGANG 59

TIDSSKRIFT FOR NITO BIOINGENIØRFAGLIG INSTITUTT



Mikroskopiske naturopplevelser

• 16-20

Bioingeniørtvillinger med
dobbel feiring • 10-11

Kald investering skal sikre
forskningsgull • 22-25

Fag i praksis: Revolusjonen innen
sekvenseringsteknologi • 28-32

Houm introduserer Meling ULT-frysere i norske markedet. Med vår dedikasjon til kvalitet og innovasjon, er vi glade for å kunne tilby norske laboratorier, sykehus og forskningsinstitusjoner tilgang til Meling's avanserte og pålitelige produkter innen ultrafrysere.

Meling DW-HL530



Meling DW-HL530 er den nyeste generasjonen av ULT-frysere som er svært pålitelige. Den benytter Dual Cooling-teknologi, som innebærer to separate kjølesystemer som sikrer optimal og trygg temperatur i fryseren.

Den har også en brukervennlig berørings skjerm med temperaturvisning og en loggerfunksjon for å enkelt hente ut data fra fryseren.

Denne modellen er svært stabil når det gjelder temperaturkontroll og gir den beste beskyttelsen for oppbevaring av ulike produkter.

Meling HL Series

Meling HL Series ULT-frysere er avanserte lagringsfrysere med en temperatur på -86 grader, utviklet for å bevare biologiske prøver, vaksiner og andre temperaturfølsomme materialer under ekstremt lave temperaturforhold.

Disse fryserne tilbyr presis temperaturkontroll, effektiv vakuumisolerings og pålitelige kompressorsystemer som sikrer stabil og jevn temperaturfordeling over hele oppbevaringsområdet.

HL-serien tilbyr ulike kapasiteter og konfigurasjoner for å møte ulike lagringsbehov, og den har en intuitiv berørings skjerm med temperaturvisning og loggerfunksjon for dataregistrering.

I tillegg er disse frysene svært energieffektive.



Kontakt meg for mer informasjon



Kenneth Braathen
94001881
kb@houm.no

HOUM

Bioingeniøren

Utgiver
NITO • Bioingeniørfaglig institutt

Abonnement | Adresseforandringer
NITO • Telefon: 22 05 35 00
E-post: epost@nito.no

Henvendelser | Redaksjonelt stoff
og stillingsannonser
Ansvarlig redaktør
Svein A. Liljebakk
NITO – Norges ingeniør- og
teknologorganisasjon
Støperigata 1
Postboks 1636 Vika, 0119 Oslo
Telefon: 905 22 107
bioing@nito.no

Journalist:
Heidi Strand
Telefon: 996 15 070
heidi.strand@nito.no

Vitenskapelige redaktører:
Kirsti Berg
Telefon: 408 70 766
kirsti.berg@nito.no
Anne Katrine Kvissel
Telefon: 984 83 963
anne.katrine.kvissel@nito.no

Redaksjonskomité
Vivian Berg
Hanne Braathen
Frida Engstrøm
Runa Marie Grimholt
Kaja Marienborg
Hilde Olsen Trosten

Forretningsannonser
Britt Fossum
Salgsfabrikken
tlf: +47 919 03 297
e-post: britt@salgsfabrikken.no

Abonnement kr. 700,- per år
Utlandet kr. 850,-
Sendes gratis til medlemmer.

Neste nummer kommer 05.04.24
Deadline for redaksjonelt stoff er
04.03.24

Utkommer med ni nummer per år.
ISSN (trykk): 0801-6828.
ISSN (nett): 1890-1875.

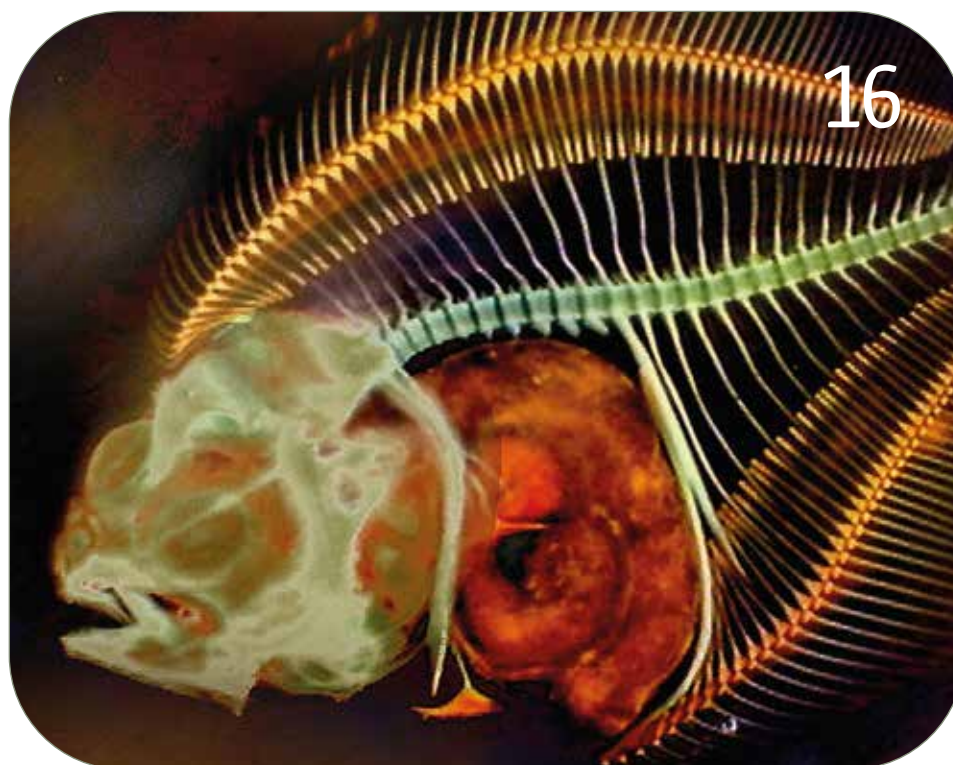
Bioingeniøren er indeksert i Directory
of Open Access Journals (DOAJ)

Bioingeniøren redigeres etter
Redaktørplakaten og Vær Varsom-
plakatens regler for god presseskikk.

Bioingeniøren forbeholder seg retten
til å lagre og utgi alt stoff som
publiseres i bladet i elektronisk form.

Forside: Tora Bardal, NTNU
ketill.berger@filmform.no
Design: Ketill Berger

Trykk: Aksell



Aktuelt

- 6 Vil redde utdanning med opprop
- 8 Ny masterutdanning for bioingeniører
- 8 «Gjør kloke valg» – nå også med BFI på laget
- 10 Søk om støtte til lokal markering av bioingeniørdagen
- 10 Bioingeniørtvillinger med dobbel feiring
- 12 «Det er veldig fint å treffe andre typer årer»
- 14 Fjorårets beste fagartikler kom fra Vestre Viken og Oslo universitetssykehus
- 16 Histologi og hummeregg
- 22 Kald investering skal sikre forskningsgull

Fag

- 26 Fag resymé | Nytt verktøy i jakten på nye antibiotika-kandidater
- 28 Fag i praksis | Revolusjonen innen sekvenseringsteknologi: Framgang med sjumilssteg

Faste spalter

- 5 Leder | Gratulerer til fagartikkelprisvinnerne – og en stor takk til alle bidragsyttere i Bioingeniøren!
- 33 Ytring | Bærekraftig diagnostikk?
- 34 Tett på | Monica Orlin
- 36 BFI Fagstyret mener | Bruk stemmen din!
- 37 BFI Etikk | Møte med barn som skal ta blodprøve
- 38 Kryssord
- 38 Bioingeniøren for 25 år siden
- 39 Lab-Liv



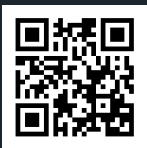


NITO

Bioingeniørfaglig
institutt - BFI

Høydepunkter:

- ▶ Gavebord
- ▶ Faglig foredrag
- ▶ Underholdning
- ▶ Mat, is og kake



Gratis
påmelding
her!

Påmeldingsfrist er
5. april 2024

Bli med og feire bioingeniørdagen 15. april 2024

NITO Bioingeniørfaglig institutt ønsker alle bioingeniører velkommen til storslått feiring på OsloMet, bygg P32 i rom N002.107, kl. 16:30-19:00.

Arrangementet er for å hedre prestasjonene innen bioingeniørfaget, samtidig som det gir oss en flott mulighet til å feire sammen og dele entusiasmen for faget.

Årets tema bygger videre på fjorårets, med et spesielt fokus på kvalitetsarbeid og pasientsikkerhet:

«Bioingeniøren – sikrer prøveresultater du kan stole på»

Velkommen – vi ser fram til å feire sammen med deg!

Les mer om bioingeniørdagen
og støtte til lokal markering her:



Gratulerer til fagartikkelprisvinnerne – og en stor takk til alle bidragsytere i Bioingeniøren!

EN AV DE VIKTIGSTE oppgavene til Bioingeniøren er å være en arena for faglig formidling. Redaksjonen vil at bioingeniører skal dele sin kunnskap og skrive om eget fag. Vår rolle på dette området ble enda tydeligere da Bioingeniøren ble godkjent som vitenskapelig tidsskrift i 2007.

UTEN BIOINGENIØRERS egeninnsats, kunne imidlertid ikke bladet vært en slik fag- og kunnskapskilde. For at Bioingeniøren skal fungere som fagtidsskrift er det helt avgjørende at bioingeniører får – og tar seg – tid til å skrive, og at de er villige til å stikke hodet frem og drive faglig formidling.

DETTE ER BAKGRUNNEN for at redaksjonen hvert år deler ut to fagartikkelpriser. Vi ønsker å gjøre litt stas på de som legger ned en innsats for å fylle bladet med faglig innhold. Man er imidlertid ikke nødt til å være bioingeniør for å kunne vinne. Redaksjonen setter selvsagt også stor pris på faglige bidragsytere fra andre yrkesgrupper.

DEN ENE PRISEN går til beste vitenskapelige artikkel i året som gikk, den andre til beste bidrag blant de øvrige fagartiklene. Prisbeløpet er på kr. 7500,- i begge kategoriene. Det reflekterer at et bredt fagblad som Bioingeniøren trenger både «tunge» forskningsartikler og «letter» bidrag, som kanskje kommer tettere på hverdagen innen yrkesliv og utdanning.

FAGARTIKKELPRISENE for 2023 går til en vitenskapelig artikkel om dronefrakt av blodprøver og en artikkel om et overraskende prøvesvar. Vinnerartiklene, som er kåret av en uavhengig jury, er gode eksempler på innhold som er midt i blinken for Bioingeniøren. Lenger bak i bladet finner du juryens vurdering og intervju med vinnerne.

TIL TROSS FOR at fagartikkelprisene har blitt delt ut i en god del år, ser de ut til å være relativt lite kjent blant leserne og bidragsyterne i Bioingeniøren. Det prøver vi å rette på i år, ved å vie godt med rom og oppmerksomhet til pristildelingen i Bioingeniørens ulike kanaler.

DET ER SAMTIDIG på sin plass å løfte frem *alle* bidragsytere i Bioingeniøren. Alle som skriver fagartikler, bokomtaler, debattinnlegg og kronikker. Og alle som sier ja og stiller opp når vi ber om et intervju. Et fag- og medlemstidsskrift må ha et mangfold i sine spalter, som speiler de ulike meningene og erfaringene som finnes blant leserne. Derfor jobber redaksjonen hele tiden med å finne de bioingeniørstemmene som har noe de vil formidle, med å oppmuntre, gi råd og hjelpe til med å forme tekstene slik at budskapet når ut.

TUSEN TAKK til alle som er med på å gjøre Bioingeniøren til et levende og aktuelt tidsskrift. ■



SVEIN A. LILJEBAKK
ansvarlig redaktør

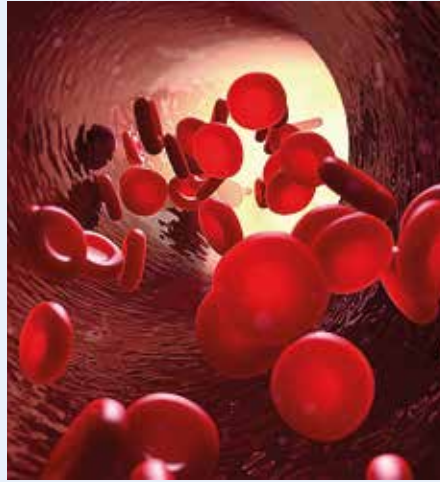
“ Et fag- og medlemstidsskrift må ha et mangfold i sine spalter

Forskere har lykket med å lage vev med blodårer

■ Forskere ved Institutt for klinisk odontologi ved Universitet i Oslo (UiO) har i et samarbeidsprosjekt med Universitetet i Twente i Nederland lykket i å lage tredimensjonale strukturer med blodårer. Fordi det er et viktig steg mot det å kunne lage kunstige organer, anses det som et gjennombrudd.

Forskerne har latt små hydrogelerperler absorbere væske i en liten beholder. Når væsken tømmes ut, klemmes perlene tett mot hverandre og endrer form. Etter hvert dannes det lange ganger mellom perlene, som forskerne har sett kan fungere akkurat som blodårer i kroppen. Det er også mulig å sprøyte ekte celler inn blant perlene.

– I forhold til 3D-printing, som er unøyaktig og tar lang tid, er denne nye metoden rask og billig, sier Håvard Haugen, professor i biomaterialer ved UiO. Han er en av forskerne som har vært med på prosjektet.



Illustrasjon: iStock/ Design Cells

Mye av dagens forskning er gjort på cellelag på én flate, og ikke på mer komplekse tredimensjonale celleklumper. Oppdagelsen kan brukes til å lage organoider (små organer), som kan brukes til blant annet testing av legemidler.

Kilde: titan.uio.no

Bedre blodsukkerkontroll med glukagon

■ Forskere ved NTNU og St. Olavs hospital har søkt patent på en ny metode de kaller MicroGlucagon. Ved å tilsette mikromengder glukagon til hurtigvirkende insulin tas insulinet fortere opp, og blodsukkerøkningen etter måltider blir mindre. Da kan diabetes 1-pasienter, som setter daglige doser insulin, få bedre kontroll på eget blodsukker.

Norge leder an i antall nye tilfeller av diabetes mellitus type 1 per år, og for mange er det krevende å regulere blodsukkeret. Både for mye og for lite insulin er farlig.

Glukagon er et hormon som får de minste blodårene til å slappe av, og dermed utvides, slik at blodgjennomstrømmingen i underhuden øker. Forsøk gjort på griser viser at en glukagon-insulin-blanding gir opptil ti



Foto: iStock/ monkeybusinessimages

minutter raskere insulinopptak, og at også mer insulin tas opp.

Snart skal insulin-miksen testes på diabetes 1-pasienter i kliniske studier. Da skal forskerne dokumentere at løsningen er stabil, og fungerer like godt hos mennesker. De anslår at det vil ta minst fire-fem år før MicroGlucagon blir tilgjengelig på markedet.

Kilde: gemini.no



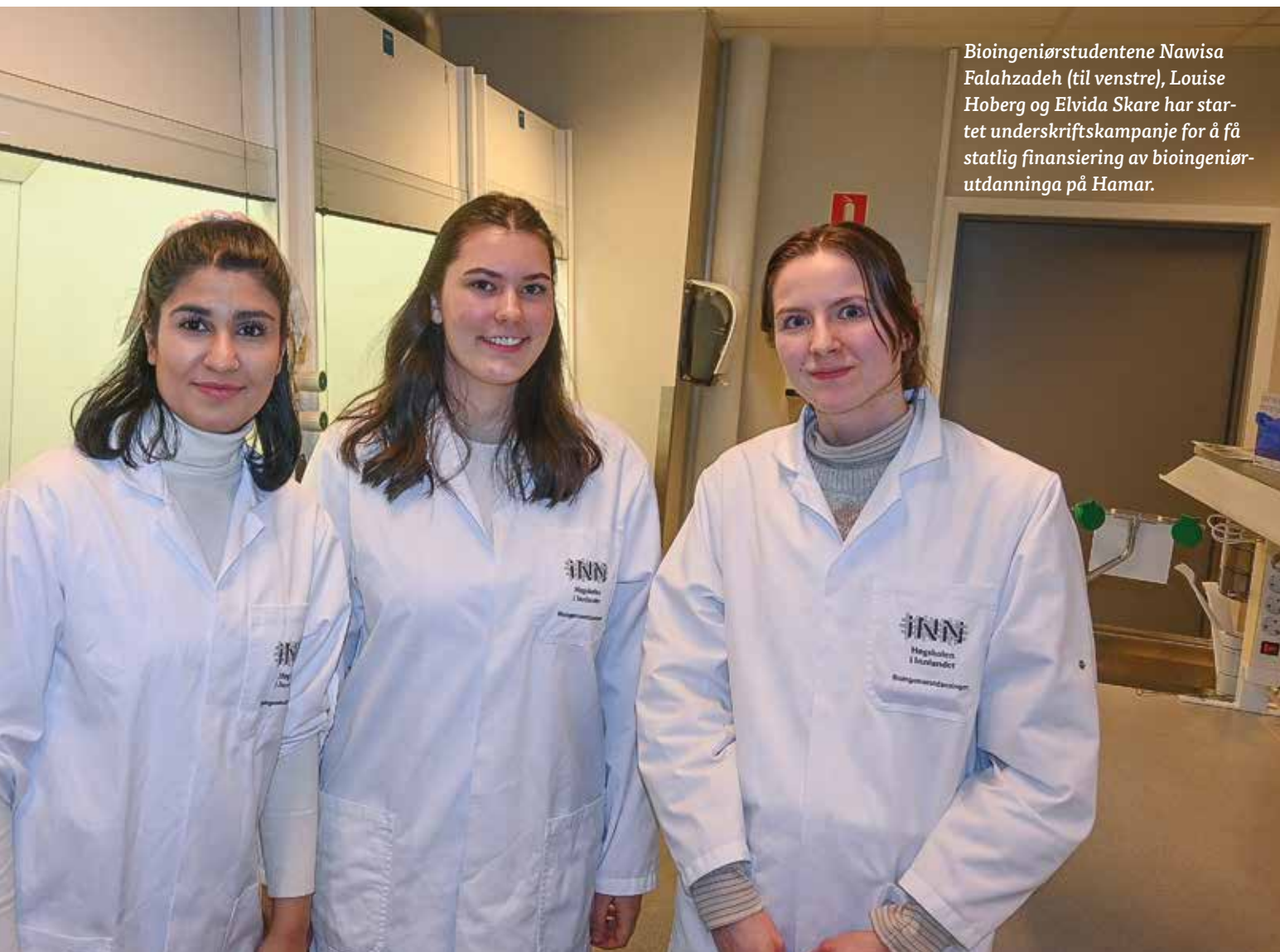
Vil redde

Bioingeniørstudenter ved Høgskolen i Innlandet har startet en underskriftskampanje for å sikre at utdanninga på Hamar består. Høgskolen finansierer selv studiet, på tredje året.

Av Heidi Strand

– Utdanninga kom til fordi det var særlig stor bioingeniørmangel her. Nå er vi mange som har lyst å fortsette å bo og jobbe i Innlandet etter studiet, sier andreårsstudent Elvida Skare.

Sammen med førsteårsstudent Nawisa Falahzadeh og tredjeårsstudent Louise Hoberg har hun tatt initiativ til oppropet.



Bioingeniørstudentene Nawisa Falahzadeh (til venstre), Louise Hoberg og Elvida Skare har startet underskriftskampanje for å få statlig finansiering av bioingeniørutdanninga på Hamar.

Foto: Eli Johanne Haugen, Hamar Arbeiderblad

utdanning med opprop

De ønsker å få myndighetene til å forstå at grunnfinansiering må til om det skal bli utdannet bioingeniører i Innlandet også i framtida.

Studentengasjement

Bioingeniørstudiet ved Høgskolen i Innlandet (HINN) ble startet uten at Kunnskapsdepartementet hadde tildelt studieplasser, og dermed uten statlig finansiering.

I 2021 startet de første studentene på den nye bioingeniørutdanninga, og i år er første studieår med studenter i alle tre kull. 43 førsteklasinger, 32 andreklassinger og 25 tredjeklassinger kan utgjøre totalt 100 nye bioingeniører de neste åra. Men heller ikke i statsbudsjettet for 2024 fikk utdanninga øremerkede midler.

– Vi vil ha kolleger også i framtida, når

vi selv er i jobb, sier Skare.

I skrivende stund har over 400 personer signert studentenes opprop på www.oppnop.net, og engasjementet er stort.

– Det betyr veldig mye! Alle studentene her har stått på skikkelig, de har delt og samlet underskrifter, sier hun.

Studentene har fått belyst saken i Hamar Arbeiderblad, og den har blitt tatt opp i kommunestyret. I tillegg har de hengt opp plakater på campus og på de lokale sykehusene i området.

I begynnelsen av februar presenterte de saken for finansminister Trygve Slagsvold Vedum, da han besøkte HINN. Nå venter de på svar, og håper regjeringen vil ta stilling til grunnfinansiering.

Vurderte nullopptak

Elisabeth Ersvær er usikker på hva som

skjer med utdanninga framover. Hun er ansvarlig for studieprogrammet for bachelor i bioingeniørfag ved HINN, og forteller at de vurderte nullopptak høsten 2024. Det betyr å ikke ta inn nye studenter.

– Men ledelsen ved HINN har støttet oss og ønsker å ha utdanninga, sier hun.

–Hvorfor er det viktig med øremerkede midler for å beholde utdanninga?

– En bioingeniørutdanning er en teknisk tung utdanning som er ressurskrevende og har mye intern praksis. Vi er avhengig av fullfinansiering for å kunne drifte den på en bærekraftig måte, sier Ersvær.

Bioingeniørutdanninga setter stor pris på studentenes initiativ.

– Vi er superstolte av studentene våre for at de engasjerer seg sånn, sier hun. ■



Sykehuset i Vestfold har en kampanje for å redusere prøvetakingen. Faksimile av Bioingeniøren nr. 5 2023.

«Gjør kloke valg» – nå også med BFI på laget

Bioingeniørfaglig institutt er blitt formelle samarbeidspartnere i kampanjen mot unødvendige undersøkelser og unyttig behandling.

Av Svein A. Liljebakk

«Gjør kloke valg»-kampanjen fylte i fjor fem år. Den er en norsk avlegger av den internasjonale «Choosing Wisely»-bevegelsen. Målet er å redusere overbehandling og overdiagnostikk. Blant partnerne er en rekke organisasjoner for helsepersonell, Norsk pasientforening – og nå også NITO BFI.

Deler erfaringer

– Bioingeniører er plassert «midt i smørøyet» for å kunne gi råd om kloke valg angående prøvetaking og analyser, sier BFIs instituttleder, Heidi Andersen.

I slutten av januar var BFI med å arrangere en workshop for bioingeniører og laboratorieleger fra avdelinger for medisinsk biokjemi rundt om i hele landet. Målet var å dele erfar-

inger, ideer og lære av hverandre. For det er ingen tvil om at det stikkes og analyseres mer enn nødvendig, der ute i helse-Norge. Og det er allerede flere som er i gang med å gjøre noe med det.

Universitetssykehuset Nord-Norge startet en «ikke stikk meg uten grunn»-kampanje i 2019. Sykehuset i Vestfold ble inspirert, og hyret bioingeniør Mari Tjernsmo Melby som intern laboratorierådgiver – med oppdrag om å snu utviklingen mot stadig flere prøver. Dette prosjektet ble omtalt i Bioingeniøren nr. 5 i fjor.

Sparer penger – og ubehag

Andersen understreker at det er penger å spare på å kutte unødvendig prøvetaking og analysering, men man sparer også pasientene for mye ubehag. Et eksempel er barn som er redde for å ta blodprøver.

– Spør rekvirenten om det er slik at prøven må tas? Mange ganger vil svaret være nei, sier Andersen.

Flere sykehus bruker nå bioingeniører som laboratorierådgivere for å få ned unødvendig bruk av ressurser.

– I mine øyne er dette å jobbe som diagnostisk samarbeidspartner, sier Andersen. ■

Ny master

Fra høsten av tilbyr Høgskulen på Vestlandet (HVL) masterprogrammet Medisinsk laboratorieteknologi. Enkeltemnet hematologi har «tyvstartet», og har over 30 studenter denne våren.

Tekst: Svein A. Liljebakk

Foto: Kristin Risa

– Endelig har vi fått det til!

Det fastslår Line Wergeland, førsteamanuensis og studieprogramansvarlig på bioingeniørutdanningen. En master direkte rettet mot bioingeniører har lenge stått på ønskelisten til fagmiljøet på HVL og hos samarbeidende helseforetak. Wergeland tror tilbudet vil være populært også blant potensielle studenter. Hematologi, som er et av emnene som kan inngå i mastergraden, har 32 studenter fra 19 sykehus rundt om i landet.

– Det viser at interessen for etter- og videreutdanning er stor, sier hun.

Nett- og samlingsbasert

Det flunkende nye masterprogrammet i medisinsk laboratorieteknologi baserer seg tungt på nettundervisning. Innimellom skal studentene komme på samlinger på campus i Bergen. Med andre ord – dette studietilbudet skal kunne brukes av bioingeniører fra hele landet, samtidig som de er i jobb.

OsloMet har et veletablert masterprogram for bioingeniører, og lanserte i fjor høst en oppgradering av dette studietilbudet. Blant annet ble det ryddet plass til flere valgbara emner. Wergeland ser imidlertid ikke på Oslo-utdanningen som en konkurrent. Hun ønsker en ordening hvor emner tatt ved det ene utdanningsstedet kan inngå i en grad ved det andre.

– Målet er at vi skal utfylle hverandre, sier hun.

– Trenger høyt utdannede bioingeniører – Hvorfor er det behov for denne masteren?

utdanning for bioingeniører



I slutten av januar var det samling på HVL for de 32 studentene på masteremnet i hematologi. Slike samlinger går over to til fire dager.

– Fordi utviklingen i laboratoriene fører til at vi trenger flere bioingeniører med mer enn treårig utdanning. Antall analyser øker, kravet til svartid går ned og analysene blir mer avanserte. Pasientene skal ha persontilpasset medisin. Vi må dessuten ha bioingeniører med master og ph.d. som kan drive innovasjon, forske og utdanne og inspirere fremtidens bioingeniørstudenter.

– Master i medisinsk laborieteknologi ved HVL får snart sin debut hos Samordna opptak. I slutten av april kommer søkertilene. Hvor mange studenter må dere ha?

– Ifølge høgskolens retningslinjer trengs det minst 20 studenter for at masterprogrammet skal være økonomisk bærekraftig, sier Wergeland. ■



Førsteamanuensis Line Wergeland mener den teknologiske og medisinske utviklingen fører til at det er behov for at flere bioingeniører tar mer utdanning enn den treårige bacheloren.

FAKTA | Slik er masteren ved HVL bygd opp

Fellesemner

- Vitenskapsteori, etikk og metode (15 stp)
- Kvalitetssikring av medisinske laborieteknologi (15 stp)
- Masteroppgave i medisinsk laborieteknologi (60 stp)

Valgemner

- Avanserte medisinske laborieteknologi (10 stp)
- Hematologi innen laborieteknologi (10 stp)
- Litteratursøk og akademisk skriving (10 stp)
- Pedagogisk rettleiing – innføring (10 stp)
- Health Informatics (10 ECTS)
- Ansvarlig innovasjon, teknologi og ledelse (10 stp)
- Flere av emnene kan tas separat, uten å søke opptak til hele studiet.

Søk om støtte til lokal markering av bioingeniørdagen

15. april er den internasjonale bioingeniørdagen. Det er en gyllen anledning til å synliggjøre bioingeniørene på arbeidsplassen og i lokalsamfunnet.

Av Svein A. Liljebakk

Som vanlig kan man søke BFI om støtte til lokale markeringer av dagen. Beløpet er inntil 10 000 kroner og søknadsfristen er 25. mars. Søknadsskjema og vilkår finnes på nito.no.

Gir synlighet

– Bioingeniørdagen er viktig, fordi den gir oss en mulighet til å være synlige. «Alle» bioingeniører, både i Norge og internasjonalt, ønsker at yrket deres skal få mer oppmerksomhet. Bruk bioingeniørdagen til å synliggjøre bioingeniørene, oppfordrer Heidi Andersen, instituttleder i BFI.

Det er mange måter å gjøre det på, for eksempel å lage stand i sykehuslobbyen – hvor man treffer både pasienter, pårørende og helsepersonell.

Andersen minner om at laboratoriet er et ukjent og spennende sted for alle som ikke jobber der til daglig. Hvorfor ikke invitere de andre yrkesgruppene på sykehuset på labbesøk i anledning bioingeniørdagen? Det går også an å ha skoleklasser på besøk, eller dra ut på en skole og fortelle om bioingeniøryrket.

– Om man velger å ha en intern feiring på laben, så er det også fint. Men legg gjerne ut et bilde på sosiale medier og bidra til å spre budskapet om bioingeniørdagen, oppfordrer Andersen.

Nasjonalt arrangement

BFI inviterer til gratis feiring av bioingeniørdagen på OsloMet, om ettermiddagen 15. april. Det er planlagt underholdning og faglige foredrag. Informasjon om arrangementet finnes på nito.no.

Temaet for årets bioingeniørdag er: «Bioingeniøren – sikrer prøveresultater du kan stole på». ■

Bioingeniørtvillinger med dobbel feiring

Da Knut og Tore Skei studerte i 1984, forutså de ikke den eventyrlige utviklinga bioingeniørfaget kom til å få. I år har de 40-årsjubileum som bioingeniører, og fyller 60 år på skuddårsdagen.

Av Heidi Strand

Med bursdag 29. februar, kommer jubileumsdagene kun hvert tjuende år. Det er enkel matematikk. Det som ikke er like sikkert, er om brødrene er identiske tvillinger.

– Alle testene vi gjorde under bioingeniørutdanninga tyder på det, men vi har aldri fått det bekreftet, sier Tore.

Knut viser lattermild til at de har samme type hårsveis, og at begge nylig har fått høreapparat.

MIP-ingeniører i Trondheim

Tvillingbrødrene vokste opp på Skatval i

Nord-Trøndelag, i en søskenflokk på fem. På videregående likte de begge kjemi og biologi, men valgte bort fysikk.

– Det begrenset litt hvilke studier vi kunne søke på, men MIP-utdanninga passet godt, sier Knut.

MIP står for mikrobiologi, immunologi og patologi, og tittelen ble endret til «bioingeniør» i 1987 da MIP-ingeniørene og fysiokjemikerne fikk felles yrkestittel.

1982-kullet i Trondheim hadde åtte studenter, tre av dem var menn. 40 år senere synes tvillingbrødrene det er viktig å synliggjøre mannlige bioingeniører, særlig de som fremdeles stortrives i yrket etter så mange år.

Fra blåkopi til automasjon

På åtti- og nittitallet var det sirlig håndskrevne prosedyrer som gjaldt, telefaks, blåkopier og mye papirer i mange permer.

– Vi brukte mye tid på å lete etter informasjon, som vi i dag bare kan søke opp, forteller Knut.

– Ja, hva gjorde vi egentlig før e-postens tid? Vi fikk det jo til da også, konstaterer Tore.



Tore Skei på laben på St. Olavs hospital.



Klassebilde av MIP-kullet i Trondheim som ble uteksaminert i 1984. De var åtte elever og fire lærere. Tore er i grått midt på, mens Knut er i blå jakke til høyre.

Foto: Privat

De føler seg heldige som har fått være med på den rivende utviklingen innen teknologi og it.

På midten av åttitallet fikk Tore låne en splitter ny Macintosh av en lege på Regionsykehuset i Trondheim (nå St. Olavs hospital). Med ærefrykt registrerte han forskningsdata på den elektroniske nyvinningen.

- Det var stort! Den kostet fire-fem månedslønner, og hadde en liten svart-hvit skjerm, sier han.

Tvillingene er ikke i tvil om at it-kompetanse er helt avgjørende for dagens bioingeniører.

- I dag håndterer vi mye mer arbeid, og på kortere tid enn før, sier Tore.

Automasjonsløsninger og bedre verktøy for sporing og dokumentstyring har bidratt til denne utviklingen.

Systematisk og meningsfullt arbeid

Selv om det var litt tilfeldig at de ble bioingeniører, er tvillingene stolte av yrket sitt.

Tore er koordinator for forskningsprosjekter ved avdeling for medisinsk biokjemi på St. Olavs hospital, og sørger for preanalytisk kvalitet i prosjektene.

- Jeg føler meg veldig hjemme i bioingeniøryrket. Jeg har alltid likt systematisk arbeid der «kontrollfreakgenet» får slippe til, forteller han.

Broren Knut arbeider som produktspecialist i Becton Dickinson, selger utstyr og forbruksvarer og lærer opp kunder i bruk av produktene.

- Bioingeniøryrket har gitt meg et meningsfylt arbeid med mikrobiologisk diagnostikk og pasientbehandling, sier han.

60-årsfeiring og «trønderbrølløp»

De to brødrene har ikke planlagt noe felles 60-årslag, hovedsakelig på grunn av avstanden. Knut bor i Rælingen, og skal ut å spise med kona på selve dagen. I Malvik har Tore tromma sammen et lag med venner, og skal på hyttetur. Begge planlegger også en feiring med barn og barnebarn.

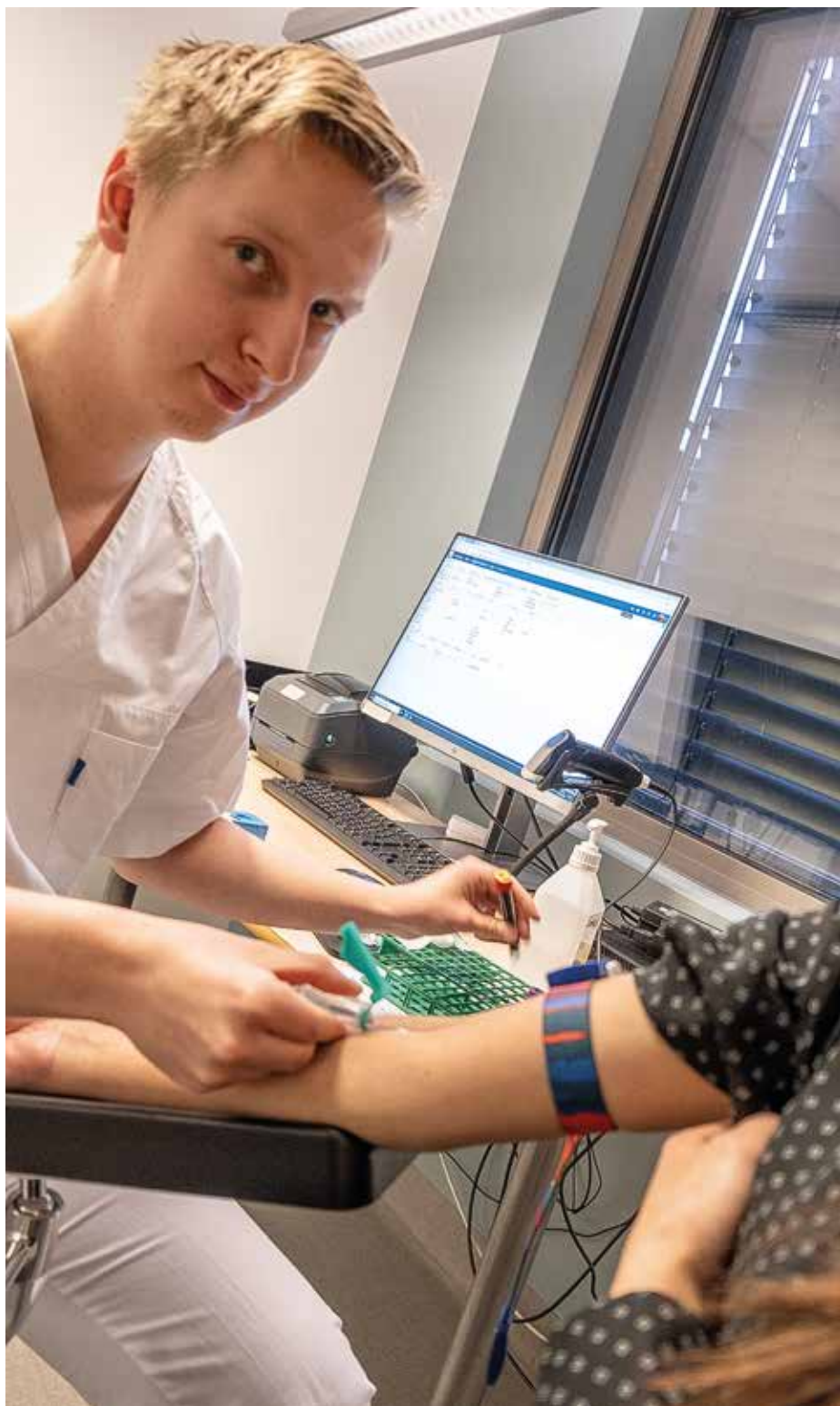
I august skal den yngste dattera til Tore gifte seg, og da ser de to sekstiåringene fram til å samle storfamilien til et skikkelig «trønderbrølløp». ■



Foto: Privat

Knut Skei viser fram et blodkulturskap.

«Det er veldig fint å treffe andre typer årer»



Som bioingeniørstudent i Østfold får Kristian Bergland ekstra praksis i en ny studentdrevet poliklinikk. Målet er å gi studentene enda mer yrkesrettet praksis, men en bieffekt er kortere pasientkø i den vanlige poliklinikken.

Tekst og foto: Heidi Strand

Pilotprosjektet startet opp i august i fjor, og er et samarbeid mellom Senter for laboriemedisin ved Sykehuset Østfold (SØ) og bioingeniørutdanninga ved Høgskolen i Østfold (HiØ).

– Jeg ble veldig gira da ideen ble lufta for meg i fjor, forteller Linda Syversen, som er høgskolelektor ved bioingeniørutdanninga i Fredrikstad.

Halve tida jobber hun også som bioingeniør ved seksjon for automasjon på Kalnes. Det var avdelingsleder ved Senter for laboriemedisin på sykehuset, Anne Kathrine Palacios, som tok initiativ til prosjektet, og sammen søkte de HiØ om prosjektmidler.



Linda Syversen

Tre studentveiledere

Med samarbeidsmidlene de fikk tildelt, frikjøpte de bioingeniør Herman Sun-

Kristian Bergland er andreårsstudent ved Høgskolen i Østfold, og har praksis i den studentdrevne poliklinikken i Fredrikstad. Her øver han på en av de ansatte ved bioingeniørutdanningen.

det Ruud i en 20 prosent stilling for å delta i prosjektet. Til vanlig jobber han ved Seksjon Pre-Post i Sykehuset Østfold.



Herman Sundet Ruud

Ruuds rolle i prosjektgruppa var å gjøre klart prøvetakingsrommet, og legge til rette for at studentene lærer seg og følger prøvetakingsprosedyrene som gjelder ved sykehuset. Han er også hovedansvarlig for å veilede studentene under prøvetakinga.

– Det er veldig gøy å jobbe med studentene, for jeg ser at de får økt selvtillit og blir gradvis bedre, sier Ruud.

To tredjeårsstudenter ved HiØ er også veiledere i den studentdrevne prøvetakingspoliklinikken, sammen med Ruud. De måtte lære seg sykehusets prosedyrer og labdatasystem, og godkjennes av SØ som prøvetakere, før de kunne bidra.

Rett etter sommeren planlegger Syversen å sende neste studieårs veiledere til Kalnes for 2-3 dagers opplæring i august, slik at de er klare når høstsemesteret starter.

Poliklinikk i poliklinikken

Et steinkast unna bioingeniørutdannings lokaler i Fredrikstad, ligger en av SØs prøvetakingspoliklinikker. Fordi poliklinikken ikke har noen skranke, registrerer pasientene seg på en skjerm utenfor.

Studentpoliklinikken utgjør et ekstra prøvetakingsrom inne i den vanlige poliklinikken, og ved å klikke på køsystemet på pc-en kommer neste pasient til studentrommet.

– Vi unngår å ta inn barn og pasienter som har prioritert prøvetaking, da sistnevnte ofte er kreftpasienter som kan ha vonde og oppstukne årer, forteller Ruud.

Pasientene blir alltid spurt om de er komfortable med å la studentene få kjenne på åra, og eventuelt stikke.

– Det er viktig at studentene får erfaring i å finne årer – særlig de som er litt mer gjemt, selv om det kanskje er jeg som ender med å ta blodprøven, sier Ruud.

Fornøyde studenter

– Du får stikke et høl, sier pasienten i stolen og smiler lurt.

Den eldre kvinnen takket ja, uten å nøle, på spørsmål om studentene kunne få prøve seg. Andreårsstudent Kristian Bergland skjelver litt på hånden når han stikker, men treffer.

– På skolen stikker vi bare hverandre, og de fleste er i tjuåra. Det er veldig fint å treffe andre typer årer, sier Bergland.

Bioingeniørstudenten liker variasjonen og mengdetreningen han får her, og at det gir et innblikk i hva som venter studentene ute i arbeidslivet.

– I dag har tre stykker takket nei, men i går var 16 pasienter innom og alle samtykket til å la studenter ta prøvene, forteller veileder Ruud.

I tilfeller hvor verken studenter eller veileder får til å ta blodprøven, eller hvor pasienten skal ta spesialprøver, får de hjelp av prøvetakerne ved den ordinære poliklinikken.

Ekstra praksis

Mellom praksisperiodene i første og fjerde semester har bioingeniørstudentene ved HiØ et lengre opphold med mye

teori og kun intern praksis i laboratoriene i høgskolens lokaler.

– Da er det fint at de får et lite drypp av ekstern praksis. Det blir en kjapp repetisjon, og en forberedelse til den kommende praksisperioden, sier Syversen.

Som del av pilotprosjektet har andreårsstudentene vært i poliklinikken en halv dag hver, vanligvis på en studiedag. Hittil har de holdt studentrommet åpent to til tre dager per uke.

– Målet med denne studentdrevne poliklinikken er at den skal fungere parallelt med den vanlige poliklinikken, og helst avlaste den, – ikke hefte den, sier Syversen.

Pilotprosjektet varer fram til sommeren. Da er det slutt på samarbeidsmidlene, og det skal da evalueres om og hvordan dette kan videreføres. Håpet er å få dette inn i ordinær praksismodell.

Håper prosjektet kan utvides

Sykehuset Østfold har prøvetakingspoliklinikker i Sarpsborg, Halden, Askim og Moss, i tillegg til i Fredrikstad.

– Potensialet er stort, og det hadde vært gøy om det vi startet opp her, sprer seg, sier Syversen.

I Fredrikstad ser de på muligheten for også å inkludere flere studenter.

– De fleste sykepleierstudenter ved HiØ har jo praksis på Kalnes, hvor desentralisert prøvetaking er en sykepleieroppgave, sier hun.

Fordi de bare har ett rom til rådighet i den studentdrevne poliklinikken, tar det tid å få gjennom et helt kull bioingeniørstudenter. Det vil kreve enda bedre logistikk hvis sykepleierne også skal være med, men Syversen er håpefull. ■

Velkommen til Høstkonferansen i mikrobiologi 2024

Medisinsk mikrobiologi ved Sørlandet sykehus, Kristiansand inviterer til konferanse 17.-18. oktober

Hvor: Thon Partner Hotel Norge, Dronningensgate 5

Deltakeravgift: 3900,- inkludert lunsj og pauseservering (+ festmiddag 800,- pr. person)

Frist for innsending av abstrakt til poster: 20 september 2024

Mer info og påmelding på:
sshf.no/hostkonferansen

Påmeldingsfrist:
21. juni 2024

Fjorårets beste fagartikler kom fra Vestre Viken og Oslo universitetssykehus



Dommen fra juryen er klar: En artikkel om dronefrakt av blodprøver var fjorårets beste vitenskapelige bidrag i Bioingeniøren. Den andre prisen for 2023 går til en artikkel om et overraskende prøvesvar.

Av Svein A. Liljebakk

Bioingeniøren deler hvert år ut priser til de beste fagartiklene i tidsskriftet i året som gikk. En uavhengig jury vurderer alle kandidatene og peker ut de to vinnerne.

Prisen for beste vitenskapelige artikkel går til bioingeniørene Trude Steinsvik, Phuong Tuyet Nguyen, Beathe Mittet og Merete Rasmussen Ueland, for artikkelen «Effekt av dronetransport på biokjemi- og hematologiparametere i blodprøver».

Steinsvik og kollegene gjennomførte



Tre av de fire vinnerne av prisen for beste vitenskapelige artikkel. Fra venstre: Beathe Mittet, Merete Rasmussen Ueland og Trude Steinsvik. Artikkelen deres var hovedoppslag på Bioingeniørens førsteside.

høsten 2022 et prosjekt der blodprøver fra 22 personer ble sendt med både bil og drone. Diverse hematologiparametere, elektrolytter, leverenzymmer, glukose og triglycider ble analysert – og resultatene ble sammenliknet. Hovedkonklusjonen var at det var godt samsvar og lite variasjon mellom de to transportmetodene.

Artikkelen – og et intervju med Steinsvik – stod på trykk i Bioingeniøren nummer 7.

Glade vinnere

– Vi er både overrasket og kjempeglade over å ha vunnet, sier Steinsvik, som er avdelingssjef for laboratoriemedisin i Vestre Viken.



Marie S. Le fikk fagartikkelpris for en historie om et overraskende prøvesvar.

Hun har doktorgrad og erfaring med å skrive denne typen artikler, men med lederjobb har det blitt mindre tid til faglig formidling.

– Det er mye arbeid å skrive artikkel, men det er også en lærerik prosess, fastslår Steinsvik.

Hun gir følgende råd til andre bioingeniører som vil skrive vitenskapelig – kanskje for aller første gang:

– Få førsteutkastet ned på papiret. Det trenger ikke bli perfekt, du redigerer senere. Les Bioingeniørens retningslinjer for forfattere, be redaksjonen om veiledning og få kolleger til å lese manus. Fag-

fellene som vurderer artikkelen vil også gi deg gode innspill.

Reaksjonene på artikkelen om dronetransport har vært positive, forteller Steinsvik.

– Vi har vært på to konferanser og presentert resultatene. Det har også vært stor interesse for temaet internt i Vestre Viken.

Droneprosjektet ble gjennomført i samarbeid med Bærum kommune. Steinsvik håper å kunne følge opp med mer forskning, men da trengs det penger.

– Vi har sendt ut søknader om midler, forteller hun.

Vant på første forsøk

Marie S. Le og Erik P. Wåland gikk av med seieren i kategorien «øvrige fagartikler», med artikkelen «En overraskende årsak til store forskjeller mellom INR målt med Quick og Owren metode». Artikkelen ble publisert i nummer 8 i fjor.

Førsteforfatter Le er bioingeniør og enhetsleder ved Avdeling for medisinsk biokjemi, seksjon for hemostase og trombose, Oslo universitetssykehus, Rikshospitalet. Wåland er overlege på samme sted.

Le forteller at dette var hennes debut som fagartikkelskribent. Da var det ekstra overraskende og hyggelig å vinne pris.

Artikkelen var i sjangeren Prøvesvaret. Dette er relativt korte artikler fra laboratorieverdagen, om et uventet prøvesvar eller en problemprøve.

FAKTA |

Bioingeniørens fagartikkelpriser

Bioingeniøren deler ut to priser hvert år for gode faglige artikler. Én pris for beste vitenskapelige artikkel (Originalartikkel eller Oversiktsartikkel) og én for øvrige fagartikler (FAG i praksis, Essay, Kronikk, Prøvesvaret). Prisene er på 7500 kroner.

Artiklene blir vurdert etter følgende kriterier:

- Nytteverdi for bioingeniører
- Aktualitet
- Oppbygging
- Presentasjon

Juryens medlemmer: Jorunn Marie Andersen, Åge Winje Brustad, Beate Kiland Granerud og Helene Marie Flatby

– Først var jeg redd for at temaet vårt var litt sært, sier Le.

Men så kom hun frem til at man kan jo skrive om hva som helst bioingeniørfaglig som man tenker kan være spennende.

– Og generelt bør vi bioingeniører være flinkere til å skrive om ting fra vårt fagfelt. Vi må ikke være beskjedne, legger hun til.

Hvis det er vanskelig å finne tid, husk at en fagartikkel må ikke være kjempe-lang.

– Et Prøvesvaret er kort og tar ikke så lang tid å skrive, sier prisvinneren. ■

Juryens vurdering av vinnerne

Vitenskapelige artikler

Vinneren er «Effekt av dronetransport på biokjemi- og hematologiparametere i blodprøver».

Denne studien dekker et tema som er både tidsaktuelt og fremtidsrettet for medisinske laboratorier. Studien viser at en relativt kort transportrute med drone, uten ekstrem turbulens, ikke påvirker analysekvaliteten på hematologiprøver eller serumprøver som sentrifugeres før transport.

Artikkelen gir oss ny innsikt om

temaet og viser at dronetransport kan være en mulig løsning for å kutte ned på transporttid, uten at det forringer prøve kvaliteten. Studien er et viktig skritt på veien mot å avgjøre om laboratorietester for de vanligste analyttene som brukes i helsevesenet er pålitelige også ved dronetransport. Artikkelen er lettlest og spennende med oversiktlige tabeller og gode illustrasjoner, som blant annet visualiserer tidsbesparelsen ved å bruke dronetransport.

Øvrige fagartikler

Vinneren er: «En overraskende årsak til store forskjeller mellom INR målt med Quick og Owren metode».

Juryen synes at denne artikkelen var både spennende og godt skrevet, og temaet treffer godt – midt i det vi tenker på som bioingeniørens kjernekompetanse. Ingressen fanger interessen med en gang.

Å dele denne typen kunnskap er viktig for fagmiljøet som bruker analysen, men kan også være til inspirasjon for studenter. Artikkelen er en god påminnelse om hvor viktig det er å kjenne sine metoder og reagenser.

Histologi og hummeregg

Tora Bardal lager kunst av histologiske preparater, og har vunnet flere priser for bildene sine. Men bioingeniøren vil ikke kalle seg kunstner eller fotograf.

Av Heidi Strand

– Naturen er fantastisk! Noen ganger er det utrolige verdener som åpenbarer seg i mikroskopet, og den opplevelsen vil jeg dele med andre, sier Bardal.

Hun er driftsansvarlig for morfologilaben ved NTNU Sealab i Trondheim, og underviser og veileder studenter. Hun underviser i laboratoriefag for havbruksingeniører og bachelor i fiskefysiologi, og da går det mye i disseksjon, spesielt av laks. Men hovedsakelig jobber hun med histologiske teknikker.

Faglige bilder

– Å jobbe med histologi er å jobbe med bilder, sier Bardal.

Hun forteller at mens hun ser på snitt i mikroskopet kan det komme en tanke om at dette var morsomt eller interessant, og kanskje kan det bli et bilde?

– Kun en enkel justering av lyssetting eller kontrast kan bringe fram fine strukturer. Da knipser jeg bilder, og tar med hjem for å se om det kan bli til noe, forteller fotoentusiasten.

Bildene skaper hun hjemme på fritida. Tidligere bearbeidet hun bildene i programmer som Photoshop, men i dag er det mange flere og enklere programmer å bruke, til og med på mobiltelefon.

– Det er mye fag i bildene, og når de får oppmerksomhet skaper de blest og positiv omtale for NTNU, forteller hun.

Stillehavsål i fellesområde

På en av veggene på Sealab henger et repeterende oransje motiv på sjøgrønn bakgrunn. Det viser utviklingstrinnene til en stillehavsål helt fra klekking til den er åtte dager gammel.

– Dette er et litt pedagogisk bilde, fordi ålens tidlige oppvekst og utvikling i naturen fortsatt er et mysterium. Samtidig er det vakkert og fascinerende, sier Bardal.

Bildene er tatt med bare én dags mellomrom. Man kan tydelig se hvordan den medfølgende matpakken som eggeplommen utgjør, gradvis blir spist opp innenfra. Samtidig endrer munnen seg fra å være lukket til å bli et stort gap.

Hun har prøvd seg fram med farger, for i virkeligheten er ålen transparent og grå å se på i lysmikroskopet.



Foto: Heidi Strand

“ Å jobbe med histologi er å jobbe med bilder

Tora Bardal, bioingeniør ved NTNU Sealab.

Lang fartstid

Bardal har vært i havforskningsmiljøet til NTNU siden 1995, og er etter snart 30 år den som har jobbet lengst ved akvakulturdelen av marin seksjon. Hun trives godt i forskningsmiljøet, der dagene varierer.

– Her blir jeg inkludert i prosjekter og får utvikle meg. Og så har vi et godt arbeidsmiljø, forteller hun.

Ideen om å lage bilder av det hun ser i mikroskopet ble realisert for over 20 år siden. Hun ble inspirert av en kollega i Bergen som håndtegnet anatomiske motiver, og tenkte at hun kunne få til noe liknende med fotografering. Tilbake i 2001 begynte hun å leke seg med histologisnittene hun likevel inpsierte som del av jobben sin.

– Digitale kameraer var på den tida blitt mer vanlig, og det gjorde det langt enklere å prøve seg fram, forteller hobbyfotografen.

Piggvarlarve på USA-turné

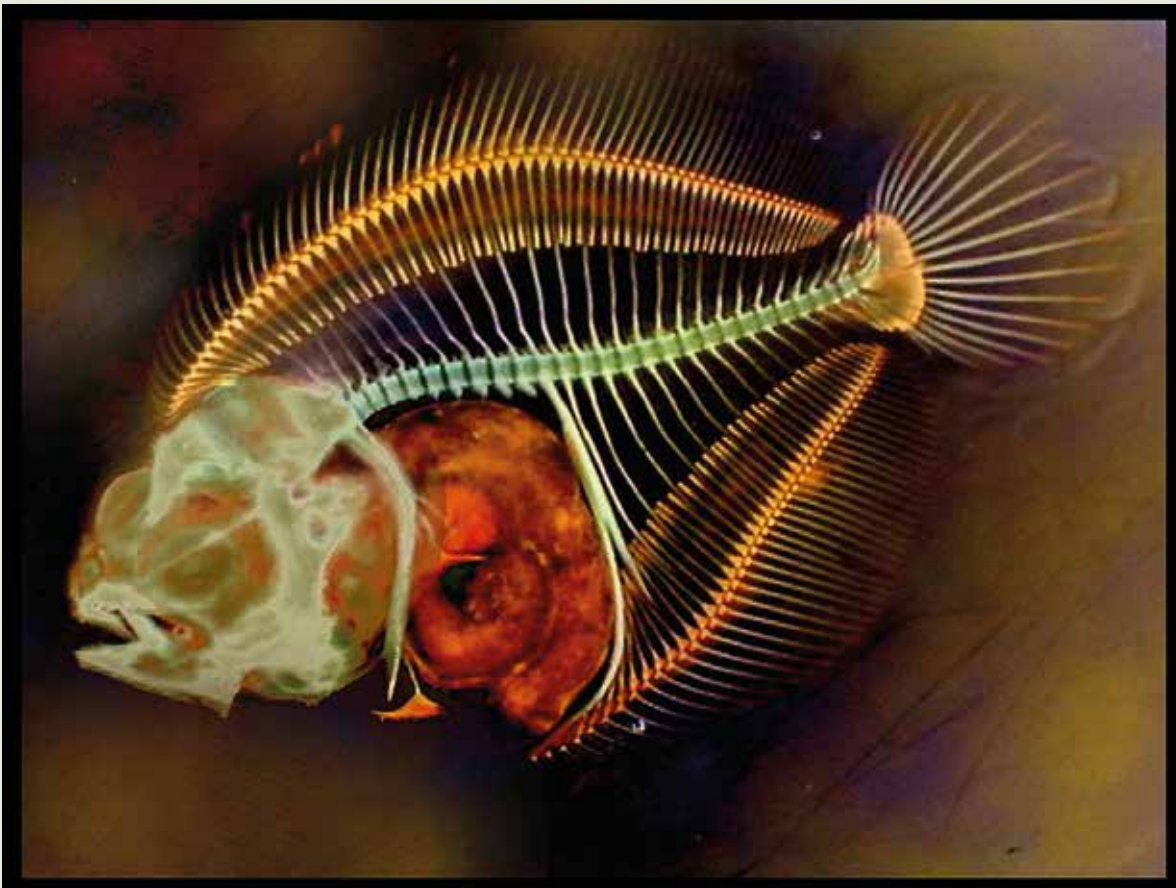
Den beste plasseringen hun har oppnådd i konkurranser er sjuendeplass i Nikon Small World 2004. Her var fotomodellen en 25 dager gammel piggvarlarve, som senere også ble avbildet i bladet Science.

– Vi farget larvene ved ulike tidspunkt for å følge utviklingen av kalk- og bruskkjelett. Hvis larven har dårlige oppvekstvilkår, kan mye gå galt når skjelettet dannes, sier Bardal.

Hun forklarer at de først fjerner pigment fra piggvarlarvene. Så bruker de enzymet trypsin for å gjøre muskelmassen transparent. Til slutt farges fiskene med alcian blue for brusk, og alizarin red for bein og kalk. I tillegg har Bardal lagt på ekstra farge i et bildebehandlingsprogram. Beinfarging brukes ofte for å følge utvikling, alder og førsammensetning hos fisk, og det er spesielt viktig å se om fisken får deformiteter.

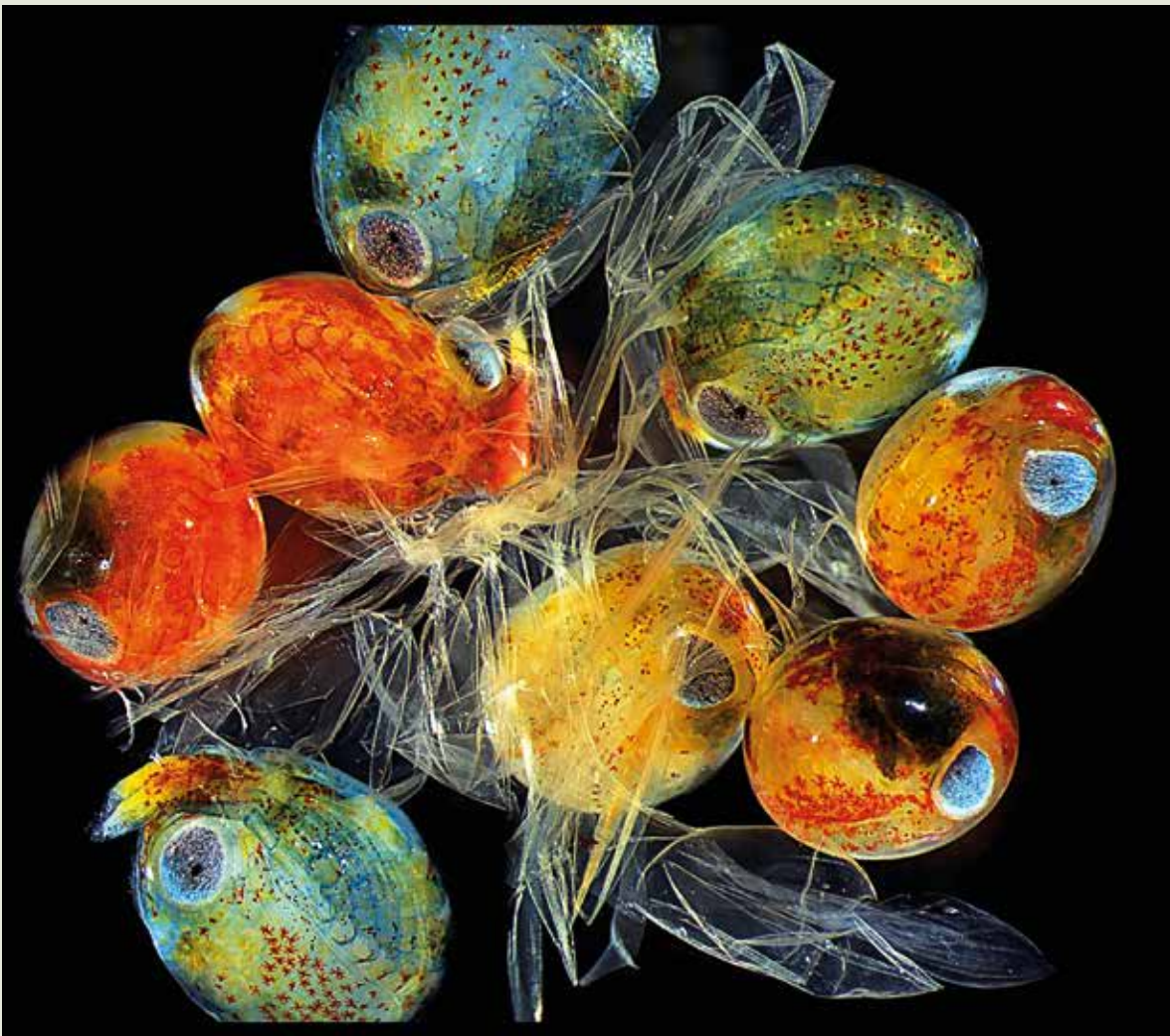
Etter konkurransen var bildet av piggvarlarven med på en vandretustilling i USA i hele 2005.

Foto: Tora Bardal, NTNU



En ferdig filetert piggybacklarve undersøkes med bein- og bruskfarging, henholdsvis alcian blue og alizarin red. Dette bildet havnet på sjuendeplass i Nikon Small World Competition 2004, og har vært trykt i Science.

Foto: Tora Bardal, NTNU



Hummeregg er fargerike fra naturens side, og trengte ingen fargelegging. Bildet skulle brukes til å estimere når eggene klekkes, basert på øynes diameter. Det fikk Honorable mention i 2008 Olympus Bioscape Digital Imaging Competition, og ble senere publisert i bladet Scientific American som ett av de ti beste i konkurransen dette året.

Bildet viser stillehavsålens utvikling over åtte dager. Den store medfølgende eggeplommen fungerer som matpakke, og fortæres gradvis. Samtidig pigmenteres øyet, og munnåpningen utvikles. Bildet fikk Honorable Mention i Olympus Bioscape Digital Imaging Competition 2014, og har vært trykt i Scientific American.



Montasje av lakselus laget av Tora Bardal i 2020. Her sees størrelsesforskjellen på voksen hunnlus (cirka 29 mm inkludert eggstrenger) og hannlus (cirka 6 mm). To tidlige stadier av luseutvikling, og hunnlusene i rosa, grønn og blått er resultat av kunstnerisk frihet. I bakgrunnen har hun lekt seg med fiskeskjell og silhuetter av laks.



Foto: Tora Bardal, NTNU

Ikke kunstner eller fotograf

Bardal nekter fremdeles for å være kunstner eller fotograf, akkurat som for 23 år siden, da Bioingeniøren sist omtalte henne (Bioingeniøren 3/2001). Den gang hadde hun stiftet mikroskopibilder av en smilende vakuole og en sint piggvarlarve på kontordøren sin. I dag henger det i stedet plaketter på veggene, med hederlig omtale og konkurranseplasseringer.

– Jeg er ingeniør, sier Bardal bestemt.

Hun er fornøyd med å ha utdannet seg til bioingeniør, og framsnakker gjerne utdanningen og yrket.

– Bioingeniørutdanninga gir verdifull kunnskap om kvalitet, systematikk og kontroll, som gir deg mange muligheter i arbeidslivet, sier hun.

Bioingeniørens bilder blir ofte gitt som gaver ved avslutninger, disputaser og andre feiringer. I 2005 kjøpte Norges Forskningsråd inn 350 bilder fordelt på 16 motiver. Bildene deles ut som gaver og priser til forskere.

Grønne og oransje hummeregg

Blant mange varierte arbeidsoppgaver på NTNU Sealab skulle Bardal en gang måle diameteren på øynene til noen hummeregg. Dette ble gjort for at hun skulle kunne estimere tidspunktet for når de ville klekke til larver. I mikroskopet ble hun møtt av et fantastisk syn.

– Hummeregga lyste opp i mange farger. Jeg ante ikke at de kunne ha så fine og varierte farger fra naturens side, sier Bardal.

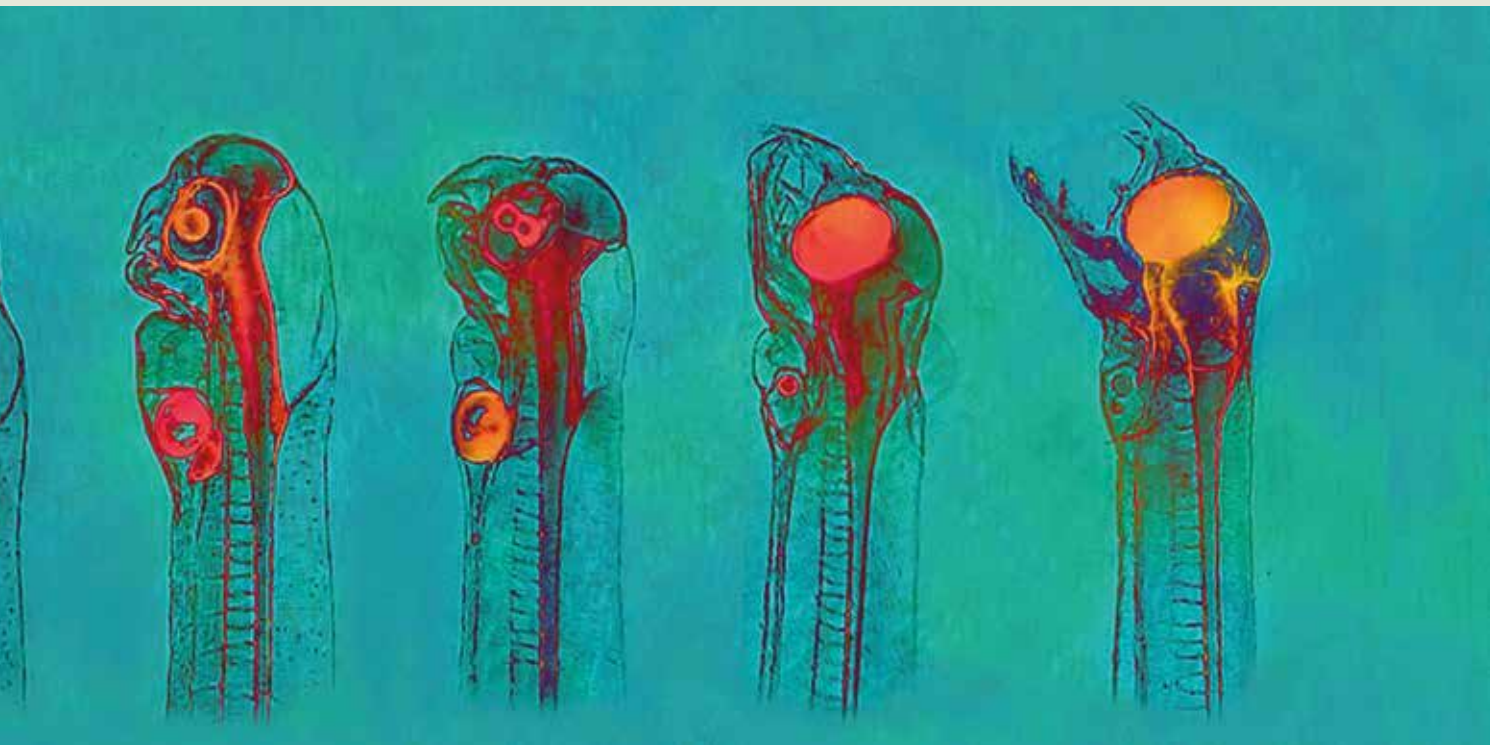


Foto: Tora Bardal, NTNU



Disse fire måneder gamle kveitene er fotografert gjennom stereolupe. Bardal har kalt bildet «Lik skip som møtes i natten».

Hummeregga ble foreviget akkurat sånn de så ut.

– De er ufarget, og akkurat slik naturen møtte meg i mikroskopet, forteller hun.

Forskning og arbeidsglede

Bardal forsker ikke direkte selv, men har en teknisk stilling og hjelper kolleger og studenter med prosjektene deres. Noen trenger hjelp til å lære teknikker, andre til mikroskopering.

– Hvis jeg skal klare å hjelpe studentene, må de inkludere meg i prosjektene sine, sier hun. ■

Mange etterspør bilder av dyr og strukturer til presentasjoner og avhandlinger. Det hjelper Bardal til med. Hun hjelper også studentene med å samle inn data, og er ofte med når resultatene skal diskuteres. Da er det en fordel å ha vært lenge i faget, og det er naturlig at hun er medforfatter på relevante artikler.

Bilde av lakselus

Døra til Bardals kontor er alltid åpen, og det er mange som tar kontakt. En av stipendiatene, Stine Østerhus Enodd, vet hvorfor:

– Hun er veldig oppdatert på hva som skjer i faget, og en god støtte å diskutere med, sier Enodd.

Stipendiaten er en av mange som jobber med et stort tverrfaglig prosjekt om lakselusproblematikken. De siste sju årene har prosjektet Taskforce lakselus fostret fem ph.d.-studenter og 30 masterstudenter ved NTNU Sealab. Enodd fikk hjelp av Bardal til å lære seg å fotografere og filme lakselus.

Da den første stipendiaten i prosjektet disputerte, lagde Bardal et lakselusbilde.

– På bildet ville jeg få fram det som er viktig, som at hunnlusa er så mye større enn hannlusa, sier Bardal.

Hun viser også fram hunnens lange, stripete eggstrenger på bildet. Hver mørk stripe kan bli til ei ny lus, og det er mange hundre striper på hver eggstreng.

– Det kan godt hende dette bildet er av en slektning av lusene stipendiatene jobber med, sier Bardal. ■



Foto: Tora Bardal, NTNU

Bilde av en lakselushunn med lange stripete eggstrenger. Hver lille stripe kan bli til en ny lus. ▶

Livet på luselaben

Stipendiat og bioingeniør Stine Østerhus Enodd forsker på energiomsetningen til unge lakselus. Hun har fått nytte godt av Tora Bardals lange erfaring med histologi og fotografering gjennom mikroskopet.

– Jeg har blant annet filmet en stilig video som viser klekking av et lakselusegg, forteller Enodd.

Å ta bilder og videoer til presentasjoner og avhandlingen sin har hun fått hjelp til og opplæring av bioingeniørkollega Bardal.

Lakselus og oppdrettsnæring

Enodd forteller at det er to typer lus som er de vanligste ectoparasittene på laksefisk; lakselus og skottelus. Sistnevnte kan livnære seg av over 80 ulike verter, mens lakselusa har spesialisert seg på laksefisk.

– Én lakselus på en fisk er ikke nødvendigvis så ille, men om det blir mange lus vil fisken få store åpne sår og problemer med å regulere saltbalansen, forteller stipendiaten.

Ute i merdene på oppdrettsanlegg er det en kunstig høy konsentrasjon av fisk på samme sted, og da blir det fort mange lus også. Lusegrensa til Mattilsynet er satt til gjennomsnittlig 0,5 voksne hunnlus per fisk. Deler av året, når sjøen er varmere og lusa formerer seg fortere, senkes grensa til 0,2.

Lakselus er et stort problem for oppdrettsnæringa i Norge, blant annet i form av økt dødelighet og smitte til villfisk. Ulike forsøk på bekjempelse av lusa innebærer ofte dårligere dyrevelferd for fisken.*

Beitende lus på luselaben

Siden 2018 har NTNU Sealab hatt sin egen luselab, som del av prosjektet Taskforce lakselus. De henter lus fra oppdrettsanlegg, aler dem opp og holder dem i kultur. Deretter smitter de laks i kar under kontrollerte forhold.

Enodd forteller at det første som skjer



Stipendiat Stine Østerhus Enodd viser fram lakselus fiksert i etanol.

Foto: Heidi Strand

etter at lusa har festet seg på fisken er at den går gjennom flere utviklingstrinn, der den skifter mange forskjellige skall. Deretter flytter lusa seg rundt på fisken, mens den beiter slim, hud og blod.

– Det er ubehagelig for fisken å ha lus på seg, og den blir stressa. Vi ser ved at fisken blir mer rastløs enn før, forteller stipendiaten.

Innimellom nullstiller de luselaben, fordi de kan ikke være sikre på at lusa de avler på laben ikke endrer seg for mye i forhold til lusa ute i merdene. Da henter de nye lus fra anlegg, og starter ny avl.

Dyrevelferd for forsøksdyr

Enodd presiserer at laksen de smitter er forsøksdyr, og forsøkene må godkjennes av Mattilsynet. Kravene til dyrevelferd for forsøksdyr er strengt regulert.

– Vi kan smitte én fisk med maks ti voksne lus, sier hun.

Fordi ikke alle lusene fester seg, tilsetter de vanligvis 40-50 lus per fisk under oppsmittinga, og det overskytende antallet plukkes av mens fisken er bedøvet.

Det må sjekkes daglig at smittet fisk har det bra, og er uten sår og skader.

– Fisk som ikke er frisk, avliver vi, sier Enodd.

Fra legekontor til doktorgrad

Da hun studerte til bioingeniør jobbet hun samtidig deltid på et legekontor, blant annet med å ta blodprøver.

– Jeg tror jeg hadde trivdes godt med å jobbe som bioingeniør, – så godt at jeg hadde nok ikke studert videre, forteller Enodd. Men livet er fullt av tilfeldigheter, legger hun til.

Etter bioingeniørstudiene skrev hun en masteroppgave i molekylærmedisin, om humant metapneumovirus og immunforsvaret. Da hun senere startet på doktorgraden, var planen at hun skulle forske videre på det medfødte immunforsvaret. Det er relativt konservert, og derfor er mye likt hos menneske og fisk.

Men en ph.d. er flere års arbeid, og oppgaven endret seg underveis.

Et steg i riktig retning

Nå forsker Enodd på energiomsetningen hos lakselus fra de klekkes og bare er synlig som små prikker på 0,7 millimeter, til de er klare til å feste seg på fisk. Underveis i forskningen hadde hun store ambisjoner om å bidra til å løse oppdrettsnæringens problemer med lakselus.

– Jeg ser nå som jeg har samlet alle data at jeg slett ikke har fasiten. Jeg har kun tatt et lite steg, sier Enodd.

Hun er ferdig med labforsøkene, og skal i gang med databehandling og å skrive artikler. Disputasen blir muligens våren 2025, men først skal hun ha mammaperm.

Kunst av lakselus

– Jeg er ikke selv spesielt kunstnerisk anlagt, svarer Enodd på spørsmålet om hun har laget bilder på lik linje med Tora Bardal.

For å kunne vise fram lakselus i sin helhet, har Bardal støpt inn lus i en plasttype kalt resin. Den glassklare transparente plastblokken gjør at lusa kan studeres fra alle vinkler, og 3D-modellen blir ofte vist fram under luseforedrag ved avdelingen.

– Det neste blir kanskje lakselusmykker?

– Det hadde vært moro med øredobber, sier Enodd og ler.

Bardal smiler lurt. ■

* Kilde: snl.no



NITO

Bioingeniørfaglig
institutt - BFI



Felles sosialt arrangement

Det inviteres til et arrangement
i forkant av arrangementet,
tirsdag 9. april. Kr 650,-.
Egen påmelding.

Koagulasjon

Bli med på et kort og intensivt etterutdanningskurs i koagulasjon



10. april 2024



Thon Hotel
Vika Atrium



09.00-17.30

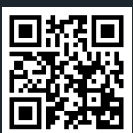
Tema for kurset:

- ▶ Introduksjon til trombocytten
- ▶ DIC
- ▶ HIT
- ▶ ATPP
- ▶ VIT

Kurset gir tellende timer i spesialist-
godkjenning for bioingeniører.

Det inviteres til posterutstilling med tema hemostase
og koagulasjon. Abstrakt sendes bfi@nito.no.
Frist for innsending av abstrakt er 10. mars.

Kurskomite er NITO medisinsk biokjemi.



Meld deg på her!



Kristin Udjus er bioingenør og superbruker på Veterinærinstituttets nye Hamilton BiOS L6.

Kald investering skal sikre forskningsgull

■ Veterinærinstituttet på Ås er først i Europa med å bruke et automatisk frysesystem for biobanking av veterinærmedisinske prøver.

■ Anskaffelsen har kostet 25 millioner kroner, og kan romme opptil 3,5 millioner rør.

Tekst og foto: Heidi Strand

– Se for deg seks store kistefrysere etter hverandre innover. Den første er en mellomstasjon for innfrysing, mens de andre er lagringsenheter som holder minus 80 grader, forteller Kristin Sæbø Pettersen engasjert.

Hun er forsker med veterinærutdanning, og jobber som prosjektleder for anskaffelse og innkjøring av det nye frysesystemet – en Hamilton BiOS L6.

«L»-en står for large, og sekstallet for antallet lagringsenheter, som egentlig heter «bays» eller «nests». Pettersen har omdøpt dem til kistefrysere, – fordi de likner.

Stor variasjon i prøvematerialer

Veterinærinstituttet på Ås jobber med forskning, diagnostikk, overvåkning, risikovurdering og rådgivning.

– Vi har et samfunnsoppdrag der vi skal gi kunnskapsbaserte råd, og dette starter ofte med en biologisk prøve, sier Pettersen.

Prøvematerialer de mottar kan for eksempel være bakterier, virus, sopp, prioner, blod, avføring, vev, matprodukter og hele dyr. Med så stor variasjon var det krevende å få tak i et frysesystem med tilhørende spesialrør, som kunne romme mest mulig av dette.

– Når det gjelder spesialrørene er det viktig for oss at de har lesbart ID-nummer og strekkode på siden, fordi vi har en del manuelle arbeidsprosesser, forteller Kristin Udjus, bioingeniør og superbru-

ker for det nye frysesystemet.

Dette kommer i tillegg til den praktiske todimensjonale koden på undersiden av hvert enkelt rør, som gjør at hele bokser med 96 rør kan skannes på få sekunder.

Spesialrørene de bestemte seg for å bruke er FluidX 1 ml og LVL-rør i størrelse 0.5, 1, 2 og 6 ml. Med litt ulik høyde og diameter på rørene, håper de på å fjerne så mange ulike prøvematerialer som mulig.

Ominnredet for toetasjes fryser

En tverrfaglig prosjektgruppe har jobbet med anskaffelsen av frysesystemet siden 2018. Tidlig besøkte de laboratorier med liknende løsninger, som Statens Serum Institut i Danmark, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet og Folkehelseinstituttet, for å se hva de hadde og finne ut av eget behov.

– Vi bestemte oss fort for at vi ville ha én stor fryseenhet som holder minus 80 grader, forteller Pettersen.

De fikk mulighet til å satse på et frysesystem av en slik størrelse fordi Veterinærinstituttet skulle flytte inn i nytt bygg på Ås i 2021.

– Vi skrev kravspesifikasjoner, og fikk tilbud fra tre leverandører. Til slutt endte vi med Hamilton, sier Pettersen.



Prosjektleder Kristin Sæbø Pettersen.

Ved å beholde takhøyden over to etasjer i et rom i kjelleren, fikk de plass til den store automatiske fryseboksen. Installasjonen av Hamilton var klar i juni 2022. Først etter at fryserens nødløsninger var ferdig montert og testet, turte de starte prøvedrift med innlasting av prøver i februar 2023. Prøvedriftsperioden pågår fremdeles, men nærmer seg slutten. Når de starter vanlig drift, overføres eierskapet fra

leverandør til Veterinærinstituttet.

Gull i fryseren

– Vi gjorde en kartlegging i 2018 og kom fram til at 4-500 000 av våre eksisterende prøver kunne passe inn i det nye frysesystemet, sier Kristin Udjus.

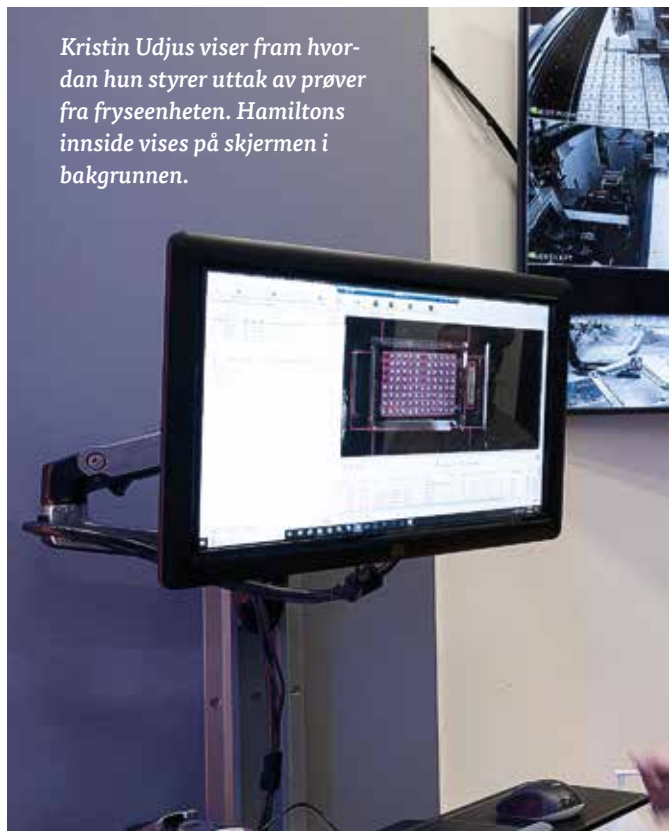
Superbrukeren jobber vanligvis som senioringeniør i seksjon for immunologi og virologi, en seksjon som har en stor samling serumprøver i fryseren. Prøvene er en del av Mattilsynets overvåkningsprogram for sau, geit, svin, storfe og villsvin, og vokser med cirka 30 000 nye prøver hvert år. Prøvene kan blant annet reanalyseres ved sykdomsutbrudd.

– Disse prøvene er gull verdt! Og det er gode muligheter for at de kan gjenbrukes til forskning, sier Udjus.

Prøvene egner seg godt for lagring i det nye frysesystemet. Det er fordi de har et homogent format, er av god kvalitet, behandles og lagres likt og har rikelig med metadata registrert i journalsystemet.



Disse prøvene er gull verdt!



Kristin Udjus viser fram hvordan hun styrer uttak av prøver fra fryseenheten. Hamiltons innside vises på skjermen i bakgrunnen.

◀ Kristin Udjus er superbruker på Hamilton BiOS L6 og viser hvordan man bestiller uttak av prøver. Hamilton serverer henne 4000 prøver i løpet av ti minutter, ut gjennom den neonblå prøveslusa.

På prøvemottak sentrifugeres blodprøver tatt av friske griser, som enten skal brukes til avl eller slaktes og bli mat. Prøvene er del av ulike programmer som skal overvåke den nasjonale dyrehelsen, og laben ser etter antistoff mot svineherpes, influensa og andre virus.



Prøver som allerede er samlet inn på rør uten digital ID, må over i nye bokser med digital ID før de kan overføres til nytt system. Ferievikarer brukte sommeren i fjor på å flytte flere tusen prøver over i esker som er kompatible med Hamilton, og da høsten kom, kunne superbruker Udjus mate dem inn for lagring.

Prosjektgruppa har bevisst valgt å innrede bare 60 prosent av fryseren, for å være åpne for hva framtida vil bringe av ukjente behov og prosjekter.

Feilsøking og testing

Når de setter inn en boks full av prøver, bruker de god tid. De dobbeltsjekker manuelt hver eneste prøve.

– Det er en kjempejobb, men helt nødvendig når vi tester systemet og feilsøker i prøvedriftsperioden, sier Udjus

Softwaren i Hamilton skal ivareta koblingen mellom prøve-ID og prøvens plassering, og det er viktig at dette fungerer som det skal.

Hvis systemet detekterer færre prøver

enn det faktisk er, må leverandøren varsles. Udjus la merke til at prøvene som ikke ble detektert ofte befant seg i samme område av boksene. Det bedret seg etter at leverandøren justerte på en skanner og endret i tilhørende programmering.

– Når vi starter vanlig drift skal vi fortsette å kontrollere, men da kun ved å ta stikkprøver, forteller hun.

4000 prøver på ti minutter

Prosjektlederen og superbrukeren er



ikke i tvil om hvilke fordeler det innebærer å få på plass den automatiske fryseenheten.

– Det gir en helt annen kvalitetssikring. Og så blir det mye raskere å gjøre prøveuttak, forteller Pettersen.

Udjus demonstrer hva de mener. Hun plotter et oppdrag inn på tilhørende pc: En samling griseprøver fra 2018 skal destrueres. En robotarm plukker de 43 eskene hun har bestilt, og setter dem innenfor en neonblå oval, som er prøve-

slusa. Herfra tar Udjus dem ut. Uttaket på over 4000 prøver er utført i løpet av ti minutter.

Spesialrørene på 1 og 0.5 ml kan flyttes enkeltvis av frysesystemet, noe som betyr at de ved uttak kan bli «håndplukket» ett og ett. Det tar litt mer tid, men de har en plan:

– Vi ser for oss at vi for eksempel kan legge inn en slik plukkordre fredag ettermiddag, og mandag morgen står alt klart til å hentes ut, sier Udjus.

Tida de bruker til plukking av prøver tror de kommer til å gå vesentlig ned når automatikken tar over.

Prøvefordeling til diagnostikk og biobank

På prøvemottaket blir tilsendte blodprøver sentrifugert, og en pipetteringsrobot fordeles serum til to ulike typer rør.

– Det vanlige røret er til diagnostikk, og spesialrøret, et LVL-rør, skal biobankes i den nye fryseenheten, forteller Udjus.

Når en diagnostisk prøve er besvart, blir det tilsvarende biobankede røret lagret i fem år før det destrueres. Hver femte årgang av disse prøvene tas vare på, og kan brukes til forskning.

– Nylig ble griseprøver fra et helt år levert til NMBU. Der skal forskere kartlegge forekomsten av et nytt virus, atypisk porcine pestivirus (APPV), i den norske svinebesetningen, forklarer Udjus.

Snart skal superbrukeren lære opp flere til å sette inn og gjøre uttak av prøver. Først ute er de ansatte på prøvemottaket, slik at de selv kan ta ansvar for å få prøvene de mottar, inn i fryseenheten.

Inn i kulda med kjeledress

En overvåkingsskjerm, med åtte videoer fra den kalde innsiden, henger på veggen ved siden av fryseenheten. Ett av vinduene viser en boks som ligger på gulvet, – gripearmen må ha mistet den.

– Leverandøren sender oss en spesifikk «oppskrift» på hvordan vi i hvert enkelt tilfelle kan få boksen trygt på plass igjen, forteller Udjus.

Hun kler på seg kjeledress, og går inn

i Hamilton for å ordne opp. Idet den store døra åpnes blir systemet automatisk skrudd av, og all automatikk stanser. Da kan hun ikke bli truffet av bevegelige robotarmer eller komme i klem.

– Vi er alltid to stykker når vi gjør dette, slik at den ene kan følge med på skjermen fra utsiden og veilede, sier Pettersen.

I hovedrommet er det «bare» 20 minusgrader, for mekanikken ville ikke fungert like godt ved minus 80. Ettersom kuldetapet er stort hvis døra står åpen, må den lukkes kjapt etter at den kjeledressklede har gått inn. For sikkerhets-

skyld er det døråpner også på innsiden.

“ **Vi har et samfunnsoppdrag der vi skal gi kunnskapsbaserte råd, og dette starter ofte med en biologisk prøve**

Deler erfaringer og prøver

Prosjektgruppa ved Veterinærinstituttet samarbeider og utveksler erfaringer med Biobank Norge, som er en nasjonal biobankinfrastruktur

på humansiden. Dette har gitt dem god kontakt med andre laboratorier som bruker tilsvarende frysesystem.

– Delingsviljen fra de som er foran oss i løypa er stor, og det er vi takknemlige for. Vi har mye å lære av hverandre, sier Pettersen.

Selv deler de egne erfaringer om installasjon og prøvedrift med blant andre Oslo universitetssykehus, som i løpet av året skal installere en litt mindre modell av Hamilton, en BiOS M10.

Banker på døra

Anskaffelsen av fryseenheten ble forsinket etter opprinnelig plan, hovedsakelig på grunn av pandemien. Prøvedriften skulle egentlig være avsluttet i august 2023, men ble utvidet med seks måneder.

På Veterinærinstituttet har ryktet om den nye fryseenheten spredd seg.

– Nå begynner folk å banke på døra her, og vil sette inn prøvene sine, forteller Udjus.

I skrivende stund er det fremdeles en måned til Hamilton BiOSL6 etter planen går fra å være i prøvedrift, til å åpne for vanlig drift.

– I løpet av februar går eierskapet over til oss, og da skal alt fungere! forteller Udjus begeistret. ■



Amanda Holstad Singleton

Master i bioteknologi og ph.d.-stipendiat ved Institutt for klinisk og molekylær medisin (IKOM), Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), e-post: amanda.singleton@ntnu.no



Marit Otterlei

Professor ved Institutt for klinisk og molekylær medisin på NTNU. Doktorgrad i immunologi og forskningsbakgrunn fra DNA-reparasjon/genomstabilitet.

Nytt verktøy i jakten på nye antibiotika-kandidater

Meticillinresistente gule stafylokokker (MRSA) er utbredt i mange land og kan forårsake alvorlige infeksjoner som er vanskelige å behandle. En studie gjennomført ved Institutt for klinisk og molekylær medisin ved NTNU, tar i bruk en ny metode for å undersøke virkningsmekanismen til to nye antibiotika-kandidater med svært god kombinasjonseffekt mot MRSA.

I Norge kan de fleste infeksjoner enkelt behandles med antibiotika. Men behandling av bakterielle infeksjoner blir stadig mer utfordrende på grunn av økende antibiotikaresistens både her i Norge og internasjonalt. Verdens helseorganisasjon (WHO) anslår at innen 2050 vil 10 millioner liv gå tapt årlig på grunn av antibiotikaresistens (1). Selv om antibiotikaresistens er en av de største truslene mot folkehelsen, utvikles det få nye antibiotika. For å sikre enkle behandlingsalternativer for fremtidens infeksjoner må vi investere i forskning og utvikling av flere antibiotika.

To nye antibiotika-kandidater har en synergistisk effekt mot MRSA

I 2020 publiserte vi en studie om de bakteriedrepende egenskapene til en gruppe peptider som hindrer DNA-replikasjon ved å binde til det bakterielle

proteinet β -clamp (2). Den mest lovende kandidaten i denne gruppen er peptidet BTP-001 (3). Samtidig drev forskerne ved Institutt for kjemi et arbeid med å utvikle nye antibiotika-kandidater basert på en kjent DNA-synteseinhibitor. Ett av disse stoffene er JK-274, en brominert pyrrolopyrimidin. På laboratoriet så vi at BTP-001 og JK-274 effektivt dreper MRSA i kombinasjon, ved lavere konsentrasjoner enn ved enkeltbehandling, en såkalt synergieffekt (4). Konsentrasjonen av JK-274 som er nødvendig for å drepe MRSA reduseres med en faktor på åtte når den kombineres med BTP-001. At man får god effekt ved lavere konsentrasjoner av BTP-001 og JK-274 kan redusere potensielle bivirkninger i humane celler. Å angripe bakteriene på to ulike måter på samme tid, reduserer også sannsynligheten for resistensutvikling.

Kostbart og tidkrevende

Bestemmelse av virkningsmekanismene er kritisk når en antibiotika-kandidat vurderes for videre utvikling. Vanligvis tar det rundt ti år og over ti milliarder kroner å utvikle et nytt legemiddel. Derfor er det viktig å kun investere i de mest lovende kandidatene. En grundig forståelse av hvordan et stoff forårsaker bakteriedød kan gi verdifull innsikt om mulige resistensmekanismer og sekundære effekter.

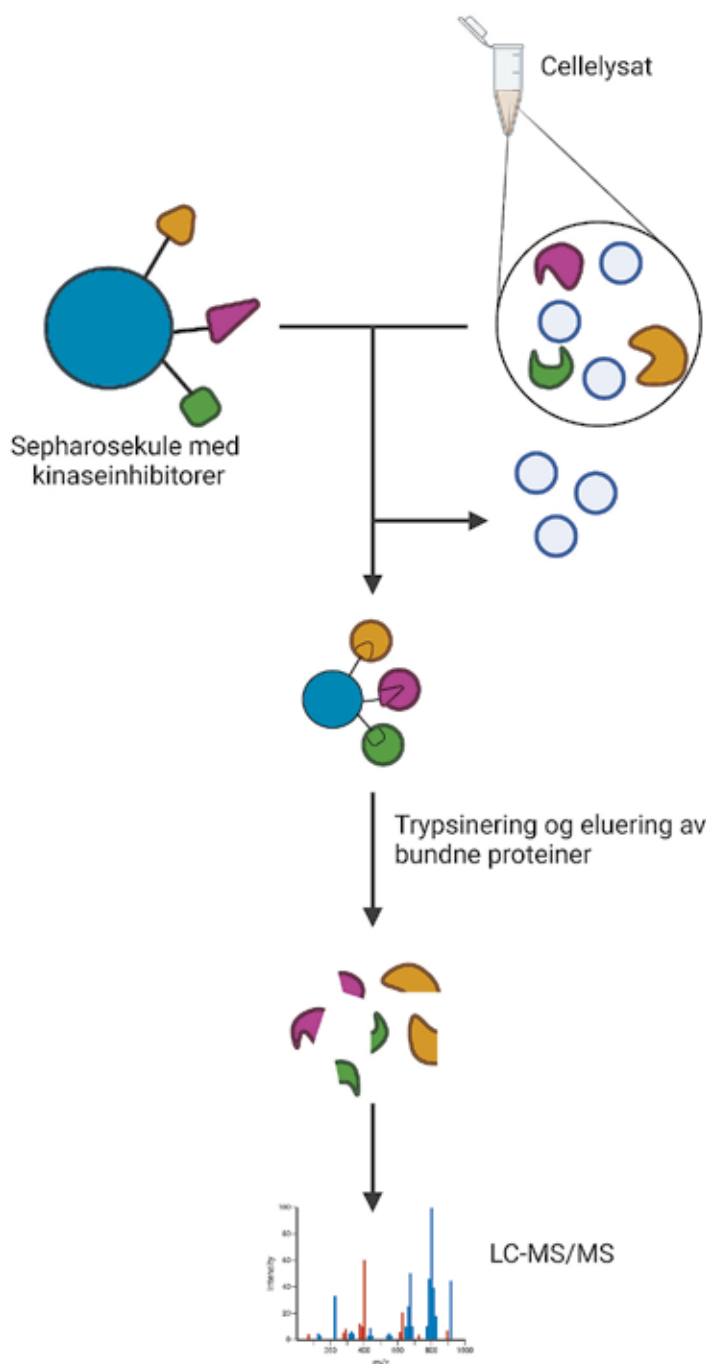
Metode og sentrale funn

For å studere den bakteriedrepende effekten av BTP-001 og JK-274 i kombinasjon, optimaliserte vi en metode

som tidligere er brukt for å studere signalsystemer i menneskeceller. Metoden kalles for «multiplexed kinase inhibitor bead assay» (MIB) og tar i bruk kinaseinhibitorer koblet til sepharosekuler for å fange aktiverte signalproteiner, som kinaser, og relaterte proteiner. Kinaseinhibitorene binder til ATP/GTP-bindingssettet bare i aktiverte kinaser/signalproteiner eller proteiner i kompleks med disse (Figur 1). Deretter blir dette sub-proteomet analysert med massespektrometri som identifiserer hvilke proteiner som er dratt ned.

Ved å se på aktiverte signalproteiner og sammenligne med ubehandlet kontroll, får vi innsikt i hvilke prosesser som aktiveres eller deaktiveres i respons til behandlingen. For eksempel, ved behandling av gule stafylokokker med JK-274, detekterte vi lavere nivåer av aktiverte proteiner i sitronsyresyklusen sammenlignet med en ubehandlet kontroll, en indikasjon på at JK-274 hindrer energiomsetningen i bakteriecellen.

Strukturelle forskjeller i ATP/GTP-bindingssettet mellom proteiner i menneskeceller og bakterieceller fører ofte til ulik bindingsaffinitet til kinaseinhibitorer. Når vi brukte de samme kinaseinhibitorene til MIB som ble brukt til menneskeceller, detekterte vi svært få bakterielle signalproteiner. For å øke antall detekterte bakterielle proteiner, og dermed øke vår innsikt i bakterienes signalsystemer, testet vi fem nye kinaseinhibitorer syntetisert av våre samarbeidspartner på Institutt for kjemi og Institutt for materialteknologi



FIGUR 1: Multiplexed kinase inhibitor bead assay (MIB) Cellelysat blandes med sepharosekuler koblet til tre ulike kinaseinhibitorer i en kolonne. Kinaseinhibitorerne binder seg til ATP-/GTP-bindingssetet til kinaser og fanger dermed opp aktiverte kinaser og relaterte proteiner. Ubundet cellelysat blir vasket bort fra kolonnen før bundne proteiner gjennomgår trypsinering, et trinn hvor de enzymatisk klippes i mindre fragmenter kalt peptider. Peptidene elueres fra kolonnen og blir analysert med massespektrometri, som identifiserer hvilke proteiner som er dratt ned.

ved NTNU. Ved å ta i bruk to av disse kinaseinhibitorer i kombinasjon med en kommersiell kinaseinhibitor, klarte vi å øke affiniteten for bakterielle proteiner og dra ned 1568 proteiner fra gule stafy-

lokokker (1).

Den nye MIB-metoden viser at den gode kombinasjonseffekten skyldes at BTP-001 og JK-274 til sammen aktive- rer stressmekanismer i bakteriene som

de hver for seg ikke aktiverer. Dette økte stresset fører til bakteriedød. De gode kombinasjonsresponsene i bakteriene tyder på at disse to stoffene kan være en lovende antibiotikakombinasjon, som burde studeres videre. Det er en lang vei fra laboratorieforsøk til BTP-001 og JK-274 kan brukes for å behandle infeksjoner i mennesker, men med bedre innsikt i virkningsmekanismene kan man bedre forutse potensielle bivirkninger i humane celler. Derfor er denne studien og metodeutviklingen et viktig skritt i kampen mot økende antibiotikaresistens. ■

Referanser

1. O'Neill J. Antimicrobial resistance: tackling a crisis for the health and wealth of nations. London: Review on Antimicrobial Resistance; 2014.
2. Nedal A, Ræder SB, Dalhus B, Helgesen E, Forstrøm RJ, Lindland K, et al. Peptides containing the PCNA interacting motif APIM bind to the β -clamp and inhibit bacterial growth and mutagenesis. *Nucleic Acids Res.* 2020;48(10):5540-54.
3. Nepal A, Ræder SB, Søgaard CK, Haugan MS, Otterlei M. Broad-spectrum antibacterial peptide kills extracellular and intracellular bacteria without affecting epithelialization. *Front Microbiol.* 2021;12:764451.
4. Olsen CE, Blindheim FH, Søgaard CK, Røst LM, Singleton AH, Bergum OET, et al. Halogenated pyrrolopyrimidines with low MIC on *Staphylococcus aureus* and synergistic effects with an antimicrobial peptide. *Antibiotics.* 2022;11(8):984.
5. Singleton AH, Bergum OET, Søgaard CK, Røst LM, Olsen CE, Blindheim FH, et al. Activation of multiple stress responses in *Staphylococcus aureus* substantially lowers the minimal inhibitory concentration when combining two novel antibiotic drug candidates. *Front Microbiol.* 2023;14:1260120.

Om artikkelen

Studien ble utført av ph.d.-stipendiatene Amanda Holstad Singleton og Olaug Elisabeth Torheim Bergum, i samarbeid med flere fra Institutt for bioteknologi og matvitenskap, Institutt for kjemi og Institutt for materialteknologi, og ledet av professor Marit Otterlei ved NTNU. Den er publisert i tidsskriftet *Frontiers in Microbiology* (5). Studien er en del av forskningsprosjektet TAMiR som er finansiert av Trond Mohn-stiftelsen (<https://www.ntnu.edu/ikom/tamir>).

**Liss Anne Solberg Lavik**

Bioingeniør med master i molekylærmedisin. Molekylærbiolog ved Avdeling for medisinsk genetik (AMG), St. Olavs hospital.

**Marie Lundbæk**

Cand.scient. og ph.d. Molekylærbiolog ved AMG ved St. Olavs hospital, under spesialisering til klinisk laboratoriegenetiker (CLG).

**Kristine Misund**

Cand.scient. og ph.d. Molekylærbiolog ved AMG, St. Olavs hospital og forsker ved Institutt for klinisk og molekylær medisin (IKOM), Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)..

**Wenche Sjørusen**

Bioingeniør, cand.scient. og ph.d. CLG ved AMG ved St. Olavs hospital og professor ved IKOM, NTNU. wenche.sjursen@stolav.no

Revolusjonen innen sekvenseringsteknologi:

Framgang med sjumilssteg

Denne artikkelen gir innblikk i den rivende utviklingen innen sekvenseringsteknologien de siste tiårene og hvordan teknologien benyttes innen medisinsk genetik. Den beskriver også hvordan genetisk utredning foregår, fra første kontakt med helsetjenesten frem til endelig svar.

Innledning

I fagfeltet medisinsk genetik diagnostiserer man sykdommer som har oppstått enten fordi en genfeil er arvet, eller fordi en genfeil har oppstått spontant. Genetiske feil kan være endringer som påvirker kromosomenes eller genenes struktur eller funksjon, noe som gjør oss mer sårbare for utvikling av sykdom. Genetiske faktorer kan virke alene eller i samspill med miljøfaktorer. Vi antas å ha cirka 21 000 proteinkodende gener, og disse er bare delvis kartlagt med tanke på assosiasjon til sykdom. I dag kjenner man til mer enn 6000 ulike genetiske tilstander

(1) og man finner stadig nye genetiske endringer som kan knyttes til utvikling av sykdommer, noe som ny sekvenseringsteknologi har bidratt vesentlig til. I tillegg til tradisjonelle PCR-baserte metoder som sangersekvensering av DNA og RNA, og fragmentanalyse av spesifikke genetiske markører, har ny sekvenseringsteknologi ført oss sjumilssteg fremover. Nestegenerasjonssekvensering (NGS) (også kalt andregenerasjonssekvensering) har gjort det mulig å undersøke mange gener eller hele det menneskelige genom i én enkelt analyse.

Omtrent åtte prosent av alle mennesker utvikler en genetisk sykdom i løpet av livet (2). Ved Avdeling for medisinsk genetik (AMG) ved St. Olavs hospital benytter vi NGS til diagnostisering av arvelig kreft, syndromer og utviklingsavvik i fosterlivet. Hensikten med denne artikkelen er å beskrive den rivende utviklingen som har vært de siste årene innen gentesting ved hjelp av sekvensering.

Arvelig kreft

Kreft oppstår på grunn av ukontrollert cellevekst. Økt risiko for kreft kan være arvelig, og det er kartlagt mange risikogener innen arvelig kreft. Arvelige kreftsyndromer hvor årsaksgenet er

kjent, utgjør cirka fem til ti prosent av alle kreftformer. For eksempel har noen familier økt risiko for bryst- og eggstokkreft på grunn av en genfeil i BRCA1- eller BRCA2-genet, og andre familier har økt risiko for tarmkreft på grunn av feil i ett av fire gener involvert i DNA mismatch-reparasjon (Lynch syndrom) (3). Per i dag kjenner vi mer enn 50 ulike arvelige kreftsyndromer og mer enn 80 assosierte gener (4).

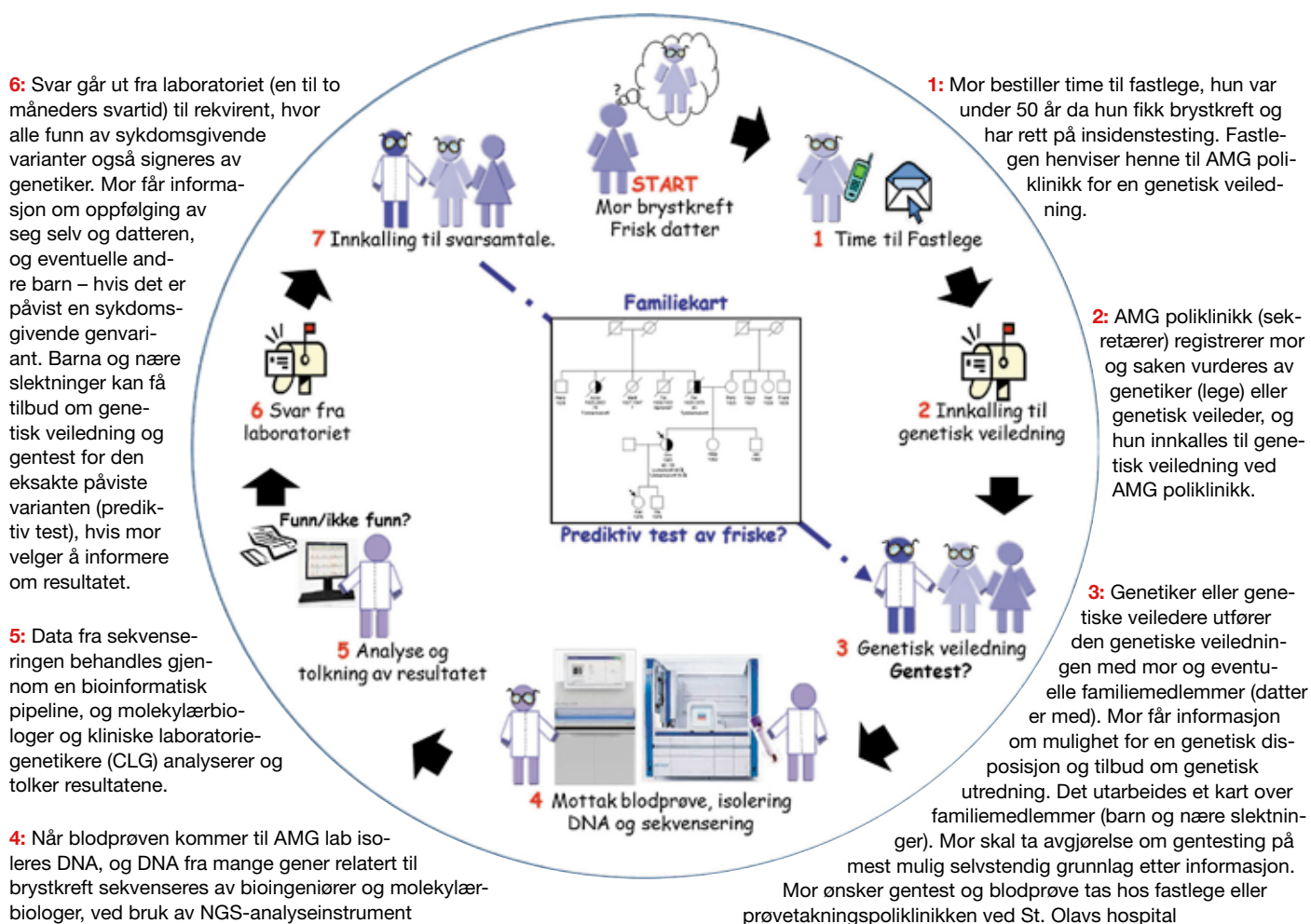
Syndromer

Genetiske syndromer er definert som en sammenstilling av symptomer (fysiske tegn og mulige utviklingsavvik) som ofte opptrer sammen, og hvor genetisk årsak er kjent. Årsaken kan være nedarvet eller nyoppstått og omfatte en enkel genetisk variant (for eksempel Duchenne muskelatrofi, med feil i DMD-genet), eller endringer på kromosomnivå (for eksempel Downs syndrom – tre utgaver av kromosom 21). Flere tusen ulike gener involvert i syndromer er kjent, og de klassifiseres ut fra fenotyper.

Fosterdiagnostikk

Det er utviklet NGS-baserte metoder for undersøkelse av kromosomavvik som kan oppstå i fosterstadiet. Ved indika-

START: Mor (index) er 50 år og har brystkreft, datter 30 år er bekymret, kan det være arvelig? Mor vil gjerne finne ut av dette.



FIGUR 1: Eksempel på genetisk utredning for arvelig kreft ved AMG, St. Olavs hospital.

sjoner på avvik hos fosteret ved ultralyd eller ved høy alder på mor, kan kromosomavvik undersøkes i blodprøve fra mor med NIPT (ikke-invasiv prenatal test, som utføres i samarbeid med Avdeling for medisinsk biokjemi). DNA isolert fra mors blod inneholder en liten andel av sirkulerende DNA fra fosteret, og det er tilstrekkelig til at man kan analysere for trisomi 13, 18 og 21.

Hvorfor er det viktig med gentesting?

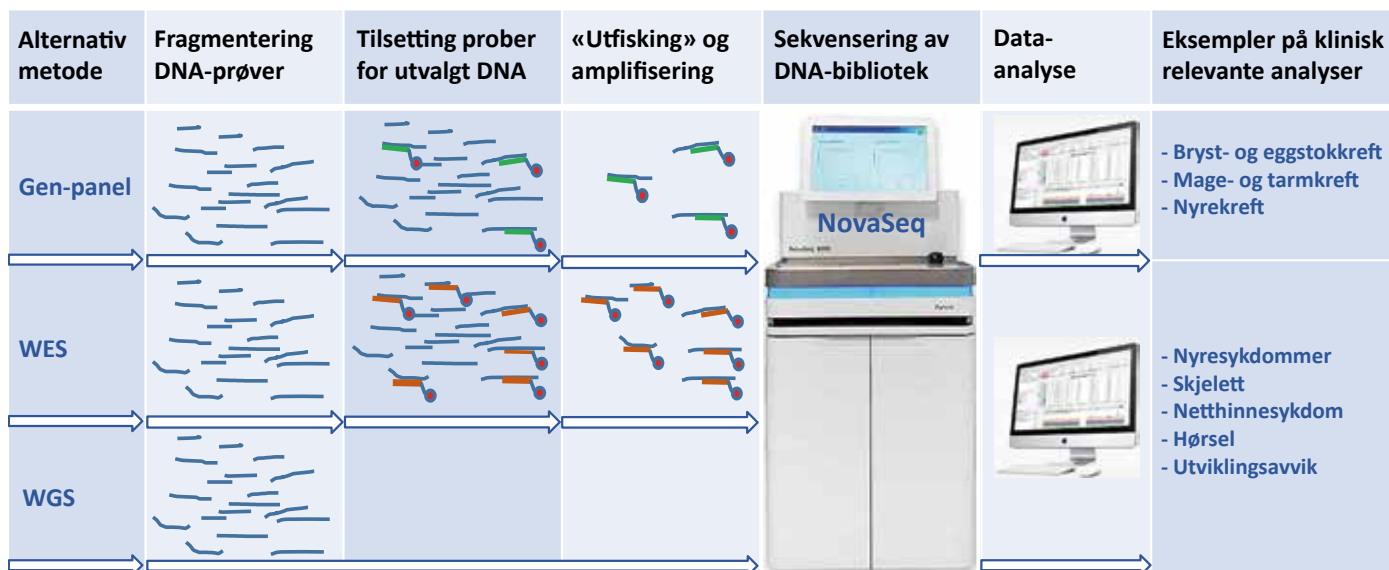
Gentesting kan være en målrettet undersøkelse av en kjent genetisk variant som er påvist i en familie, eller det kan være en undersøkelse av ett eller flere gener

for å prøve å finne en årsak til sykdom.

Når den sykdomsgivende genetiske varianten i en familie er identifisert, er det mulig å tilby gentesting av slektninger. Ved å identifisere bærere av denne varianten, kan disse tilbys oppfølging fra helsetjenesten i form av regelmessige undersøkelser og kontroller som for eksempel MR (magnetisk resonans) og CT (computertomografi). På denne måten kan man oppdage for eksempel kreftutvikling i et tidlig stadium og dermed forhindre videre utvikling og død. Figur 1 gir en skjematisk oversikt over genetisk utredning for arvelig kreft ved vår avdeling, og faktaboksen «Genetisk utred-

ning» gir en forklaring på aktuelle begreper ved gentesting.

I de tilfeller man ikke kjenner den genetiske årsaken til sykdommen fra før, er det viktig for familie og helsetjenesten å finne en forklaring på sykdomsutviklingen – for eksempel ved medfødt utviklingsavvik. Genetiske undersøkelser kan være med å støtte opp under diagnosen ved syndromutredning, fordi symptomene ofte kan være overlappende og de kan variere i omfang og alvorlighetsgrad. Også for syndromer er det viktig med korrekt diagnose, med tanke på riktig behandling og oppfølging. Det kan også være gjentakelsesrisiko, noe som er ►



FIGUR 2: Prinsippskisse for NGS-sekvensering ved målrettet genskvensering (genpanel), eksomsekvensering (WES) og helgenomsekvensering (WGS). DNA fragmenteres, og for målrettet genskvensering og eksomsekvensering blir de aktuelle områdene tilsatt prober som «fisker» ut DNA. Det utvalgte DNAet blir amplifisert og sekvensert. Ved helgenomsekvensering blir DNA tilsatt direkte på sekvensatoren uten «utfisking». Etter sekvensering blir rådataene behandlet i en bioinformatisk pipeline, sekvensene for de aktuelle genpanelene blir filtrert ut (selektert) og deretter analysert for mulige genfeil.

prober som kun binder til utvalgte gener. prober som binder seg til alle ekson (proteinkodende områder i DNA).

viktig å være klar over ved eventuelle nye svangerskap.

Det er i dag flere behandlingsmetoder som differensieres ut fra om årsaken til sykdom skyldes spesifikke genetiske varianter eller ikke. Persontilpasset medisin er noe helsetjenesten vil satse på fremover, og her er både medfødte og ervervede genetiske faktorer av betydning.

For alle som skal rekvirere medisinsk genetiske analyser i Norge, er det tilgjengelig en nettbasert norsk portal (5). Portalen inneholder oversikt over alle tilgjengelige genetiske analyser innen medisinsk genetik i Norge. Man kan søke på indikasjon, underindikasjon, gen og analysenavn, og få informasjon om hvem som setter opp de aktuelle analysene. Portalen har tilgjengelig rekvisisjonsskjema fra alle de medisinsk genetiske avdelingene i landet.

Utvikling av sekvenseringsmetoder – fra Sanger til NGS

Sekvenseringsteknologien hadde sin begynnelse på 1970-tallet med intro-

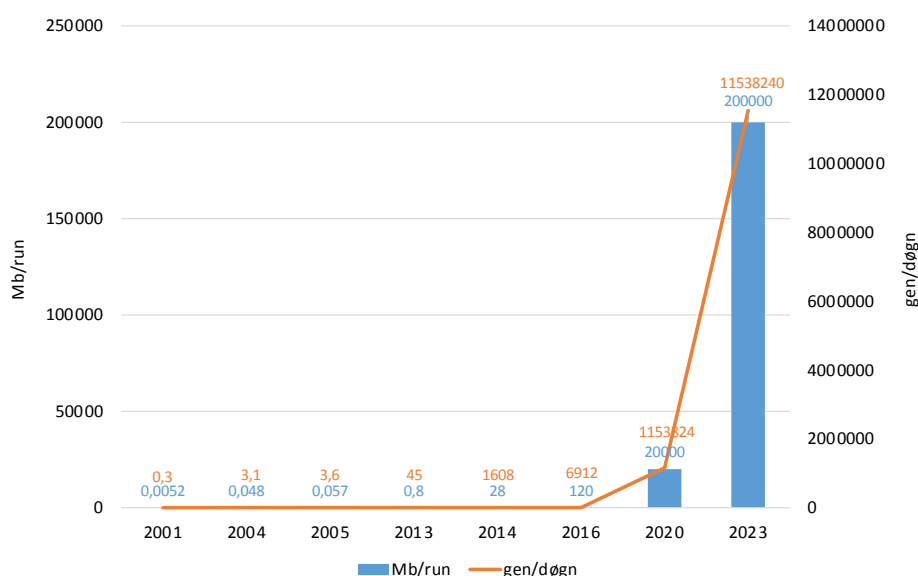
duksjonen av Sanger-sekvensering, som fortsatt er i bruk. Det første humane genomet ble sekvensert med Sanger-sekvensering. Det tok 13 år og ble publisert i 2001 (6). Dette førte til en utvikling av Sanger-sekvensering med kapillærelektroforese, og etter hvert sekvensatorer med flere parallelle kapillærer. I år 2000 ble den første NGS-teknologien lansert (7), men den ble benyttet kun til forskning det første tiåret. De siste ti til femten årene har det vært en rivende utvikling av NGS, og den har fått sin anvendelse i diagnostikken. Nå er det mulig å undersøke større deler av genomet til lavere kostnad enn tidligere.

NGS – sekvensering av korte fragmenter (short-read)

Short-read-sekvensering baserer seg på avlesning av korte sekvenser (vanligvis 150 basepar) og er per i dag den ledende NGS-teknologien på markedet, fullstendig dominert av det amerikanske bioteknologifirmaet Illumina. Det er denne teknologien som benyttes i rutinediagnostikken, og i laboratoriet kan man

velge å gjøre enten målrettet sekvensering (kun utvalgte områder av genomet sekvenseres), eksomsekvensering (de protein-kodende delene av genomet sekvenseres) eller helgenomsekvensering (hele genomet sekvenseres, inklusiv ikke-proteinkodende deler og mitokondriegenomet) (8) (Figur 2).

Ved målrettet sekvensering og eksomsekvensering må de delene av genomet som ønskes sekvensert «fiskes ut» på forhånd. En teknisk fordel med helgenomsekvensering er at det krever mindre arbeid å klargjøre prøvene for sekvensering (såkalt biblioteksprep, figur 2), siden det ikke skal gjøres en «utfisking» av gener på forhånd, som ved eksomsekvensering. Ved helgenomsekvensering vil antall ganger hver nukleotide (DNA-byggestein) blir sekvensert være mer likt fordelt gjennom genomet (mer jevn dekning, eller «coverage»). Dette gjør helgenomsekvensering bedre egnet til å analysere større endringer som delesjoner og duplikasjoner av ett eller flere gener, hvilket er en klinisk fordel, fordi mange nyoppståtte utvik-



FIGUR 3: Grafisk illustrasjon og tallgrunnlag for utviklingen i sekvenseringskapasitet ved AMG St. Olavs hospital fra 2001 og frem til i dag, angitt i antall megabaser (Mb) per analyseoppsett (venstre Y-akse (Y-1)) og antall gen per døgn (høyre Y-akse (Y-2)).

lingsavvik-syndromer er forårsaket av slike kopitallsvarianter (CNV). Ved å ta i bruk helgenomsekvensering vil man bedre kunne detektere både større og mindre DNA-endringer i samme analyse, og i motsetning til eksomsekvensering vil man også kunne analysere ikke-kodende regioner, som intron og regulatoriske regioner, samt gener i mitokondrielt DNA. Totalt sett vil innføring av helgenomsekvensering kunne føre til at flere får en forklaring på sin genetiske sykdom (9). En av ulempene ved helgenomsekvensering er at det blir mange flere varianter å tolke med hensyn til om de er sykdomsgivende eller ikke. Mange varianter vil ligge i ikke-kodende regioner, og de har vi mindre erfaring med og færre verktøy (software-programmer) tilgjengelige til å hjelpe oss i tolkningen. De vil derfor ofte ende som en variant av usikker klinisk betydning (VUS). Dette problemet vil bli mindre etter hvert som vi får erfaring med tolkning av ikke-kodende varianter, og tolkningsprogrammene vil bli bedre etter hvert som det benyttes kunstig intelligens (KI) for å pre-

dikere effekt av variantene. Et eksempel på KI som allerede anvendes til tolkning av varianter er prediksjon av proteinstruktur ved hjelp av AlphaFold(10).

Sekvensering av lange fragmenter (long-read)

Long-read-sekvensering er en teknologi som har vakt stor interesse de siste par årene. Metoden representerer tredjegenereasjonssekvensering. Per i dag domineres markedet av to bioteknologifirmaer som begge tilbyr sekvensatorer og reagenser for long-read-sekvensering, men med forskjellig metodikk: Oxford Nanopore og PacBio. Med long-read-teknologi kan man lese av lengre sekvenser, typisk rundt 10 000 basepar i snitt (11). Dette gjør at man kan lese av og analysere regioner som er krevende med den gjeldende NGS-teknologien, og man kan blant annet avdekke strukturelle varianter, varierende antall tripplett-repetisjoner (for eksempel assosiert med Huntingtons sykdom) og om en variant befinner seg på den maternelle eller den paternelle genstrengen. Denne

FAKTA |

Genetisk utredning – begreper

- **Prediktiv gentest** betegner testing av friske personer som enten har en kjent sykdomsgivende variant i familien eller har en familiehistorie som kan være forenlig med arvelig sykdom.
- **Diagnostisk gentest** betegner testing av syke personer med indikasjon på eller mistanke om arvelig betinget sykdom.
- **Proband** betegner den person i en familie som er henvist til genetisk utredning.
- **Autosomt recessiv arv** betegner tilstander der genfeil må forekomme på begge genstrengene for at sykdommen kommer til uttrykk.
- **Autosomt dominant arv** betegner tilstander der genfeil på kun den ene genstrengen er sykdomsgivende.
- **X-bunden arv** betegner tilstander der genfeilen forekommer på X-kromosomet. Affiserer primært gutter. Jenter kan være affisert, men har da gjerne mildere symptomer.
- **Mitokondriell arv** betegner tilstander der genfeilen forekommer i det mitokondrielle genom. Affiserer både gutter og jenter, men nedarves alltid maternelt.
- **Bærer** betegner en person som bærer en genfeil. Ved autosomt recessive sykdommer betegner bærertilstand at man er frisk bærer av en enkelt sykdomsgivende variant.
- **VUS** betegner en variant av usikker klinisk betydning.

teknologien har derfor et stort potensial for klinisk bruk. Long-read-sekvensering brukes ennå ikke i rutinediagnostikken, men mange laboratorier har tatt teknologien i bruk i forskningsprosjekter (12-14). Også ved AMG har vi pågående forskningsprosjekter der vi benytter long-read-teknologi.

Bioinformatisk kompetanse

Moderne sekvenseringsmetoder genererer store datamengder. Dette krever en infrastruktur som kan håndtere analyser av stadig større datasett og som har høy lagringskapasitet. Den stadige økningen i NGS-analyser krever også mer ►

bioinformatisk kompetanse i avdelingen. I tillegg til bioinformatikere, som etablerer og vedlikeholder dataflyt av store datamengder, må også laboratoriepersonell (som bioingeniører) ha kunnskap om den bioinformatiske behandlingen av sekvenseringsdata som foregår før resultatet av gentesten analyseres (for eksempel kvalitetskontroll og diverse filtreringstrinn).

Sekvensering ved AMG

Ved AMG på St Olavs hospital startet vi med vår første sekvensator i 2001, en ékappillærs maskin. Det var da mulig å analysere ett genfragment fra en pasient av gangen, og det tok flere døgn å analysere ett gen. For pasienter som ble utredet for eksempel for arvelig tarmkreft, lå svartiden de første årene på opptil ett år. Etter hvert fikk vi flerkapillær-sekvensatorer; 16 kapillærer i 2005 og 48 kapillærer i 2014. Vår første NGS-maskin fikk vi i 2012, en Roche GS Junior (pyrosekvensering) med kapasitet til å analysere fire gener fra 48 pasienter. Analysen tok totalt en liten uke, og svartiden ble redusert til noen få måneder. Denne teknologien ble snart utdatert, og vi kjøpte vår første Illumina-maskin i 2016, en MiSeq. Siden utviklingen i feltet skjer så raskt, og det blir dyrt å stadig bytte ut sekvensatorene, har vi siden 2020 samarbeidet med kjernefasiliteten for sekvensering ved universitetet (NTNU). Fra 2020 fikk vi tilgang til Illumina NextSeq, og fra 2023 NovaSeq. Vi startet med eksomsekvensering i 2021, og er nå i ferd med å innføre helgenomsekvensering. Vi har som mål å erstatte majoriteten av eksomsekvenseringen med helgenomsekvensering i diagnostikken i løpet av 2024. Utviklingen ved vår avdeling med fokus på kapasitet er illustrert i Figur 3.

Anvendelse av NGS i diagnostikken

Ved AMG benytter vi målrettet sekvensering ved kreftutredning og eksomsekvensering ved syndromutredning. Det betyr at rent laboratorieteknisk behandles alle pasientprøver for utredning av arvelig kreft likt, og vi sekvenserer et utvalg på cirka 80 gener assosiert med arvelig kreft. Når sekvenseringsdataene skal analyseres, analyserer vi der-

imot kun de genene som har relevans for den aktuelle kliniske problemstillingen. Disse filtreres ut bioinformatisk. Hvis indikasjonen er bryst- og/eller eggstokkreft, analyserer vi for eksempel et panel som består av 21 gener. I noen familier er det mange ulike krefttyper, og dette fører ofte til at vi må re-analysere for å se på et annet panel (for eksempel Mage-tarmkreft på 24 gener). Derfor har vi nylig innført et panel på 50 gener, som dekker de mest vanlige formene for arvelig kreft. Oversikt over alle genpanel kan rekvirentene finne i genetikkportalen (5).

Det samme prinsippet gjelder for syndromutredning: Vi utfører eksomsekvensering for alle pasienter som er henvist for syndromutredning, men analyserer kun de genene som har relevans for den aktuelle kliniske problemstillingen. Her benytter vi genpaneler som er satt sammen av Genomics England PanelApp (15) som utgangspunkt for hvilke gener vi har med i våre genpaneler. Eksempler på paneler som tilbys er Nyresykdommer (259 gener), Netthinnesykdom (201 gener), Hørsel (113 gener), Skjelett (380 gener) og Utviklingsavvik (1973 gener).

Oppsummering

Revolusjonen som har vært innen NGS har medført en dramatisk økning i kapasitet og mye kortere svartid. Dette har kommet pasientene til gode, både i form av kortere ventetid for svar på en genetisk utredning og i form av et bredere analysetilbud.

Da vi begynte med Sanger-sekvensering i 2001, brukte vi en uke på å sekvensere ett gen i en pasientprøve. Nå i 2023 sekvenserer vi på en uke 48 pasientprøver (80 kreftassosierte gener) med NGS til målrettet sekvensering, eller 12 pasientprøver (hundre til tusenvis av gener avhengig av fenotypen) med eksomsekvensering. Fra i år er målet å benytte helgenomsekvensering til syndromutredning. Da vil også kopitallsanalyse for alle gener kunne gjøres.

Ny teknologi har skapt behov for en ny type fagfolk og en ny type kompetanse. Tolkning av varianter er blitt et stort fagfelt, og bioinformatikere er blitt en uunnværlig del av staben ved AMG. ■

Referanser:

1. Online Mendelian Inheritance in Man: <https://www.omim.org/statistics/entry> (2.11.23).
2. Paus B. Det store norske leksikon, Medisinsk genetik: https://sml.sn.no/medisinsk_genetik (7.6.23).
3. Hall MJ, Obeid EI, Schwartz SC, Mantia-Smaldone G, Forman AD, Daly MB. Genetic testing for hereditary cancer predisposition: BRCA1/2, Lynch syndrome, and beyond. *Gynecol Oncol*. 2016;140(3):565-74.
4. Cheng DT, Prasad M, Chekaluk Y, Benayed R, Sadowska J, Zehir A, et al. Comprehensive detection of germline variants by MSK-IMPACT, a clinical diagnostic platform for solid tumor molecular oncology and concurrent cancer predisposition testing. *BMC Med Genomics*. 2017;10(1):33.
5. Norsk portal for medisinsk-genetiske analyser: <https://www.genetikkportalen.no/> (16.1.24).
6. Lander ES, Linton LM, Birren B, Nusbaum C, Zody MC, Baldwin J, et al. Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature*. 2001;409(6822):860-921.
7. Brenner S, Johnson M, Bridgham J, Golda G, Lloyd DH, Johnson D, et al. Gene expression analysis by massively parallel signature sequencing (MPSS) on microbead arrays. *Nat Biotechnol*. 2000;18(6):630-4.
8. Gorcenco S, Ilinca A, Almasoudi W, Kafantari E, Lindgren AG, Puschmann A. New generation genetic testing entering the clinic. *Parkinsonism Relat Disord*. 2020;73:72-84.
9. Stranneheim H, Lagerstedt-Robinson K, Magnusson M, Kvarnung M, Nilsson D, Lesko N, et al. Integration of whole genome sequencing into a healthcare setting: high diagnostic rates across multiple clinical entities in 3219 rare disease patients. *Genome Med*. 2021;13(1):40.
10. Jumper J, Evans R, Pritzel A, Green T, Figurnov M, Ronneberger O, et al. Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold. *Nature*. 2021;596(7873):583-9.
11. Mantere T, Kersten S, Hoischen A. Long-Read Sequencing Emerging in Medical Genetics. *Front Genet*. 2019;10:426.
12. Gupta P, Nakamichi K, Bonnell AC, Yanagihara R, Radulovich N, Hisama FM, et al. Familial co-segregation and the emerging role of long-read sequencing to re-classify variants of uncertain significance in inherited retinal diseases. *NPJ Genom Med*. 2023;8(1):20.
13. Reiner J, Pisani L, Qiao W, Singh R, Yang Y, Shi L, et al. Cytogenomic identification and long-read single molecule real-time (SMRT) sequencing of a Bardet-Biedl Syndrome 9 (BBS9) deletion. *NPJ Genom Med*. 2018;3:3.
14. Höijer I, Tsai YC, Clark TA, Kotturi P, Dahl N, Stättin EL, et al. Detailed analysis of HTT repeat elements in human blood using targeted amplification-free long-read sequencing. *Hum Mutat*. 2018;39(9):1262-72.
15. Genomics England PanelApp: <https://panelapp.genomicsengland.co.uk/> (2.11.23).

Faste skribenter i denne spalten:



Ida Folvik Adem
Spesialbioingenør ved Oslo universitetssykehus, Rikshospitalet



Cathrine Berget Bottolfs
Bioingenør og laboratorie-konsulent Noklus, Vestre Viken



Tine Hiorth Schøyen
Stipendiat ved Institutt for klinisk medisin, UiT Norges arktiske universitet



Ingvild Eide
Fagansvarlig bioingenør (PNA), St. Olavs hospital

Selvtester kan føre med seg unødige bekymringer og overforbruk av helsetjenester. Andre ganger kan de være nyttige. Bioingenører kan bidra med kunnskap om hva som kjenner gode og dårlige tester, og hva som er fornuftig bruk av selvtester.

Bærekraftig diagnostikk?

BÆREKRAFT ER i vinden. Enhver bedrift med respekt for seg selv har en bærekraftsprofil, en strategi eller i det minste en bærekraftsgruppe. Men hva ligger egentlig i ordet «bærekraft»? Enkelt sagt er det å overlate verden i like god stand til generasjonen som kommer etter oss.

I HELSESEKTOREN, både i Norge og internasjonalt, er det økt oppmerksomhet om å redusere utredning og behandling som ikke er nødvendig. Helsetjenesten nærmer seg et vippepunkt og flere organisasjoner setter fokus på medisinsk overaktivitet. Dette skyldes undersøkelser og behandling som gjennomføres uten medisinsk grunnlag, og som legger et enormt press på et allerede belastet helsevesen. På sikt er det ikke bærekraftig.

HVILKE FAKTORER spiller inn på utviklingen? Mange mennesker er i dag opptatt av egen helse. Informasjon om mulige tilstander og undersøkelser er lett tilgjengelig, og

mange ønsker en sjekk på at alt er ok. Dette kan legge et press på behandlere om å ta prøver for sikkerhets skyld.

DET ER VIKTIG å huske på at referanseområdet for laboratorieprøver som regel er definert slik at bare 95 prosent av de som er friske får verdier innenfor normalen. Det betyr at fem prosent vil få verdier utenfor referanseområdet, selv om de er friske! Jo flere prøver, jo større fare for avvikende svar som ikke nødvendigvis kan relateres til sykdom. Dette kan bli en kilde til unødig bekymring, og i verste fall føre til overdiagnostikk og overbehandling.

MARKEDET FLOMMER OVER av selvtester for det meste. Stikker du innom et apotek, eller gjør et kjapt Google-søk, er det ikke måte på hva du kan teste deg selv for. Det finnes tester for diabetes, allergi, D-vitamin-nivå, klamydia, cøliaki, ADHD og urinveisinfeksjon, for å nevne noen. Du kan til og med få små eller store «helsesjekk-pakker». Testene kan utføres hjemme, og du får resultatet raskt – uten henvisning og eventuell ventetid hos lege. Testene er relativt kostbare og uten refusjonsrett. Fenomenet har fått et navn internasjonalt: Direct to consumer testing – DTCT. Det er spådd som «up and coming» i årene som kommer.

Så er spørsmålet – er dette en god eller dårlig nyhet?

MYE KAN GJØRES FEIL ved en selvtest – det vet enhver bioingenør. Selvtestene kan ha dårlig sensitivitet og spesifisitet, og en dårlig skrevet bruksanvisning. De kan gi oss et feil svar, feil bilde og ikke minst unødig bekymring. Stadig flere mennesker utvikler

helseangst på egne vegne – en gullgruve for denne industrien. Og det fører til unødvendig press på helsevesenet.

SAMTIDIG ER DET FINNT å kunne teste både det ene og det andre på egenhånd. Det gir makt til enkeltmennesket, i tråd med visjonene om «pasientens helsetjeneste», med økte muligheter for kontroll på egen helse.

Ser man litt bakover i tid så var kvinners mulighet for graviditetstesting en revolusjon på 60-tallet. Det ga mulighet til kontroll over egen kropp og ga mange fordeler.

SELVTESTING FOR KLAMYDIA er et annet godt eksempel. Det har gjort det mye enklere for ungdom å teste seg, og det at flere tester seg er svært betydningsfullt. Under koronapandemien så man at fordelene med selvtesting totalt sett var større enn ulempene – i et folkehelseperspektiv. Millioner av koronatester var på markedet takket være industrien.

KVALITETEN PÅ SELVTESTINGEN forutsetter derimot god informasjon om utførelse og mulige feilkilder, og at du tar deg tid til, og evner, å lese den informasjonen som følger testen. Og ikke minst at testene har god nok kvalitet i utgangspunktet.

DENNE SAKEN har flere sider, og risikoen for overforbruk av helsetjenester går hånd i hånd med tunge markedskrefter. Disse markedskreftene sørger også for en rivende utvikling. Så her må hver enkelt være seg sitt ansvar bevisst, som fornuftig forbruker av helsetjenester, eller kanskje ha fordelene av å kjenne noen med peiling – for eksempel en bioingenør! ■



Markedet flommer over av selvtester for det meste



Cathrine Berget Bottolfs

Vinterslapp? Få syngende Monica Orlin på resept

152 centimeter over landjorda er den sprudlende og sangglade bioingeniøren Monica Orlin et fenomen. Heldigvis for laben bruker hun den intense energien sin på bioingeniørfag, i stedet for å bli musikalartist.

Av Heidi Strand

– Stemmer det at du synger og danser i korridorene på jobb?

– Ja, jeg er generelt i godt humør og veldig glad i folk, jobben min og kollegene mine. Jeg er også en morgenfugl, og kan nok komme til å plage B-mennesker med kvitringa mi. Jeg går ofte og traller på en sang eller tar et par dansetrinn mens jeg jobber.

– Du synger på fritida også?

– Ja, jeg er med å lede lovsangen i Frimisjonen. I vår kirke er det flere små band som deltar med musikk, og jeg er med i et av dem.

– Misjonerer du?

– Ja og nei. Å stå på gata er utenfor min komfortsone. For meg handler det om å vise hvem Gud er, og hans godhet, gjennom det jeg gjør og hvordan jeg behandler andre.

– Og du er snill?

– Ja, jeg er nok ganske snill, men jeg kan også være streng hvis det er nødvendig. Jeg er veldig rask til å si fra hvis det er noe som ikke er bra, men jeg prøver å gjøre det på en positiv måte. Jeg er opptatt av at ting skal være korrekt og tydelig, og jeg lar ikke ting skure og gå.

– Er det derfor du er god til å veilede studenter?

– Ja, det er kanskje en del av det. I tillegg så holder jeg meg oppdatert og er faglig sterk. Det er en stor fordel både når jeg

NAVN: Monica Orlin

ALDER: 49 år

STILLING: Fagansvarlig overbioingeniør i koagulasjon, Laboratoriemedisin ved Universitetssykehuset Nord-Norge, Tromsø

AKTUELL FORDI: Er ny i BFIs rådgivende utvalg for medisinsk biokjemi, har et tonn med energi og er usedvanlig god på å spre glede.

lærer opp nyansatte og veileder studenter. Her har jeg mulighet til å trekke inn mye av den teorien jeg kan. Er det noe jeg virkelig liker, så er det å tegne og fortelle om koagulasjonssystemet. Det er også to flinke fagbioingeniører på koagulasjon, og vi fordeler opplæringen og veilederrollen mellom oss. Jeg holder meg også faglig oppdatert fordi jeg er ekstern sensor ved muntlig eksamen i koagulasjon og hematologi på bioingeniørstudiet.

– Hvordan synes du det er å være sensor?

– Det er kjempeartig og givende. Jeg har vært sensor siden 2011, og synes studentene er herlige. Noen er nervøse, andre skinner det av. Det er helt fantastisk når det kommer inn noen som kan masse. Da kan man bare lene seg tilbake og lytte.

– Er du en streng sensor?

– Ja, jeg er nok litt streng. Jeg er smilende og blid når studentene er inne, men som sensor er jeg opptatt av høy faglig kvalitet. Det er også medsensor, og vi er ofte enige om karakterene.

– Hva annet kjennetegner deg som bioingeniør?

– Jeg er svært nøye, og har en egen evne til å finne småfeil og mangler på detaljnivå, som for eksempel i prosedyrer. Min tidligere seksjonsleder pleide å kalle meg for en sporhund på laben.

– Er du en sporhund hjemme også?

– Ikke helt på samme måte nei, men vi har en hund hjemme som ofte er på spo-

ret av reinsdyrene i nabolaget! For to år siden overtok mannen min og jeg en hvit og fluffy samojed av en kollega. Hun heter Vega, og er den nydeligste dama i verden! Hun er 11 år og veldig sjarmende. Vi er superforelska i henne!

– Hva ville du gjort hvis du ikke var bioingeniør?

– Da jeg gikk på videregående skrev jeg en stil om å bli ambassadør, fordi jeg er veldig glad i språk, å reise, historie og kultur. Jeg vurderte også dyrlege, men da hadde hjemmet vårt blitt en dyrehage. Jeg hadde tatt med meg alle dyra hjem,





fordi jeg ikke hadde klart å avlive noen. Men drømmen er nok å bli musikalartist.

– *Hvordan tror du studiekameratene husker deg?*

– Som alltid blid og sprudlende, i full fart med et tonn energi. Jeg tror de også husker at jeg var en flittig student som leste mye.

– *Hva arbeider du med akkurat nå?*

– I starten av et nytt år er det faste ting en fagansvarlig gjør her hos oss. Nå jobber jeg med oppsummering av fjorårets drift for fagområdet, blant annet gjennom-

gang av CV for analysene våre, ledelsens gjennomgang og oppdatering av laboratoriehåndboka. I tillegg holder jeg på med prosedyreendringer.

– *Du får ti minutter med helseminister Ingvild Kjerkol, hva ville du sagt?*

– Jeg ville utfordret henne til å bruke litt mer penger på helse. Vi som jobber i helsevesenet tenker mye på økonomi og innsparing, men det burde være viktigere å behandle folk raskt og på en god måte. Det tror jeg samfunnet ville tjent på. Jeg ville også sagt at det må satses mer på rekruttering innen helsefag generelt. Det

må sees på både arbeidsforhold og lønn, slik at det blir attraktivt å jobbe i helsevesenet.

– *Hva gleder du deg mest til akkurat nå?*

– Nå gleder jeg meg til å ta fatt på jobben i BFIs rådgivende utvalg for medisinsk biokjemi. Vi har det første møtet i februar, og kanskje får jeg være med å arrangere koagulasjonskurset som BFI setter opp i april. Dessuten er det topp at sola har kommet tilbake her i Tromsø nå, og at det går mot lysere tider. Jeg håper på fine skiturer med Vega framover. ■

Bruk stemmen din!



THEA FRØYEN

Medlem av BFIs fagstyre

JEG ER MED i BFIs fagstyre fordi jeg ønsker å bruke stemmen min. Jeg mener at dersom jeg er uenig i måten noe gjøres på, så må jeg enten forsone meg med det – eller gjøre noe med det. «Be the change you wish to see in the world» er ord som inspirerer meg.

Jeg støtter deg

Bioingeniører er nok ikke gruppen som roper høyest, eller som stiller seg i front, men vi må tørre å bruke stemmen vår. Vi må bygge kultur for å kunne si ifra – og ikke minst holde sammen, når en bioingeniør tør å si ifra. Når noen tør å stille seg i front og bruker stemmen sin, da må vi støtte hverandre.

Økt samhandling med andre grupper gir oss et behov for å tydeliggjøre vår profesjon og hva bioingeniører står for. Det er lettere å stille seg bak hverandre når vi har en tydelig profesjonsidentitet, verdier og ikke minst kompetanse. For å kunne sikre god kvalitet innen vårt fagfelt, er det minst like viktig at *andre* yrkesgrupper vet hvilken kompetanse bioingeniørene sitter med.

Jeg er bioingeniør

For å kunne ha en tydelig identitet er det viktig at vi profilerer oss som profesjon. Det er fortsatt mange pasienter som tror vi er sykepleiere. Det hjelper ikke at sykepleiere ofte introduserer oss som «laben» eller «stikkedamen», men her har vi også et ansvar selv. Jeg har selv lett for å kun introdusere meg med «jeg er fra laboratoriet» og ikke «jeg er bioingeniør fra laboratoriet». Å legge til et ord kan være det som skal til for å synliggjøre oss. Ikke bare for pasientene, men det har også sterk effekt for andre yrkesgrupper. De vil bruke vår tittel oftere hvis vi bruker den selv! Hva vi forteller har også betydning for hvordan vi opplever oss selv. Det første jeg gjorde da jeg var ferdig utdan-

net bioingeniør, var å kjøpe meg et navneskilt med teksten «Thea Bioingeniør».

Bioingeniørdagen er en god mulighet til å bruke stemmen og vise oss fram på sykehuset. Du kan henge opp plakater og dele ut brosjyrer flere steder enn på laboratoriet. Helst bør vi profilere oss mest utenfor laboratoriet, mot avdelinger vi jobber tett med. Heng opp plakater og sett frem brosjyrer med informasjon på avdelingen hvor dere tar blodprøver. Det blir da lavere terskel for andre profesjoner, pasienter og pårørende for å lese litt om hvem vi er.

Jeg stiller opp

I 2022 ble jeg kontaktet av NITO med forespørsel om jeg kunne stille til intervju i en sak angående lønn og arbeidsmiljø. Jeg fikk hjelp av NITO og tillitsvalgte i Helse Bergen med saken, og til å godkjenne og kommentere på intervjuet. Vi var opptatt av at jeg ikke skulle komme i en skvis mellom fagforeningen og arbeidsgiver. Jeg satt igjen med en følelse av at jeg hadde NITO i ryggen og at jeg hadde en god støttespiller. Det er utrolig viktig å kunne si ifra om både positive og negative aspekter. Hvis vi ikke sier noe, er det vanskelig å kunne endre på noe som helst. I fagstyret hører jeg om saker som kunne synliggjort vårt yrke i



«Det første jeg gjorde da jeg var ferdig utdannet, var å kjøpe meg et navneskilt med teksten «Thea Bioingeniør»

Jeg er bioingeniør

media dersom en bioingeniør ville stille opp, men dessverre blir mange av disse sakene aldri noe av.

Jeg tar ansvar

I mitt verv som tillitsvalgt opplever jeg at det i liten grad er kultur for å kunne si ifra om noe ikke fungerer på arbeidsplassen. Det er forventninger til at vi skal finne gode løsninger. Hvordan skal vi kunne finne gode løsninger, dersom vi ikke tør å peke på de dårlige løsningene? Å belyse et område som trenger utbedring og stille med endringsforslag er ikke å være «negativ og vanskelig». Å ta ansvar for egen og arbeidsgruppens trivsel er en viktig del av fundamentet for et godt arbeidsmiljø.

Flere ganger har kollegaer kommet til meg for å ta opp slike tema, gode saker som burde tas opp med alle, men dessverre trekker de seg når jeg tar opp saken. Det er ikke enkelt å få gjennom en sak, når ingen vil stille seg bak. Vi ender da med det eneste andre alternativet; å måtte forsone oss med situasjonen slik den er. La oss heller bruke stemmen vår, støtte hverandre og skape de endringene vi ønsker å se på våre arbeidsplasser! ■

Møte med barn som skal ta blodprøve



GRETHE H. HALVORSEN

Medlem av yrkesetisk råd

BLODPRØVETAKING av sytte og redde barn er ikke gøy for noen av de involverte. En av mine hovedoppgaver er å ta blodprøver av barn og unge fra 0-18 år, både på sengepost og i poliklinikken. Flere av barna er alvorlig syke. Det kan være barn med kreft, kronisk syke, kirurgiske tilstander og premature. Mange av pasientene er engstelige for å ta blodprøver, noen er livredde og har gruet seg i lang tid og enkelte er hysterisk redde. Det gjør vondt for barnet, er tungt for foreldrene og krevende for bioingeniøren.

Hva gjør at jeg som bioingeniør, år etter år klarer å gjøre denne jobben, når jeg vet at barna gruer seg til å møte meg? Det er gjennom møtet med barnet og pårørende. Når jeg får kontakt med et barn som var engstelig, men går ut av prøvetakingsrommet med et smil, da opplever jeg at oppgaven gir kraft og mening.

Kompetanse og tid

FNs barnekonvensjon omtaler barns rettigheter til å bli hørt i alle saker som angår dem. Bioingeniøren må møte barnet og pårørende med bruk av tid og riktige hjelpemidler. Det er viktig med empati for å kunne støtte foreldre som trolig opplever en krise i livet. Vi må prøve å sørge for rom til å vise følelser. Det kan være ro, sorg, distanse, behov for å uttrykke sinne eller frustrasjon over helsepersonell. Å erfare at vi kan gjøre en forskjell og være stødige, slik at vi vet når vi skal stoppe med å prøve å «overtale» et barn som ikke vil ta blodprøve.

Skap en trygg arena

Mine beste tips for å skape en trygg arena for barna jeg skal ta prøve av er å

- ta imot barn og foreldre på en god måte, forklare hva som skal skje og hvorfor, samt svare hvis de har spørsmål.
- ta barnet på alvor.
- bli enige om hvordan prøvetakingen skal foregå; sitte på fanget, gi støtte og oppgaver; for eksempel gi barnet i oppgave å holde armen i ro og se på tv, mens foreldrene skal gi støtte og oppmuntring.
- barnet må være enig innen stikket gjennomføres.
- dersom foreldre er trygge i situasjonen påvirker det også barnet – legg til rette for å være på lag.
- lek er veien å gå – blåse såpebobler, snakke, se på en filmsnutt.
- ordvalg og stemmeleie er viktig – si at dette får vi til sammen, positive uttrykk.
- tren deg opp til å ha et rolig kroppspråk.
- bruk tid hvis det er behov for smertestillende.
- unngå bruk av tvang og ta pause, vær undrende og avledende.
- gi ros og tilby premie til liten og stor.

BFI har fine brosjyrer om barn og blodprøvetaking som kan bestilles på nettsiden.

Alle barn trenger å leke, også når de er syke. Gjennom leken blir barnet engasjert, det kan glemme seg selv og sette vanskelige hendelser til side. Lek bidrar også inn i arbeidsmiljøet til de voksne, også til bioingeniøren som gjør seg klar til neste møte med barn og unge.

Våre yrkesetiske retningslinjer sier at vi skal respektere pasientens samtykke, autonomi og integritet og rette vår oppmerksomhet mot pasienten og utøve vårt yrke slik at pasienten føler trygghet. Jeg opplever at jeg ved å være bevisst i mine møter med de syke barna kan gjøre en forskjell. Med små grep kan jeg bidra til et enklere og tryggere møte med den helsehjelpen vi skal prøve å gi, også til redde barn. ■



Illustrasjon: Ketill Berger



Medisinsk laborieteknologi

Ein relevant master for deg som er bioingeniør.

Digital og samlingsbasert undervisning.

Søknadsfrist 15. april.



Høgskulen på Vestlandet



Returadresse:
NITO,
postboks 1636 Vika,
0119 Oslo



SOM DIAGNOSTIKK SKAL VÆRE!

- *Rask og enkel*
- *Pålitelig*
- *Kostnadsbesparende*



**NY
TEKNOLOGI
for
molekylær
PNA!**

Diagen AS
Kontakt oss på:
Tlf: +47 69 29 40 50 | Faks: +47 69 29 40 51
Epost: post@diagen.no | Web: www.diagen.no

