

Bioingeniøren



NUMMER 5 • 2026 • ÅRGANG 61

TIDSSKRIFT FOR NITO BIOINGENIØRFAGLIG INSTITUTT

Sykehus er blitt angrepsmål:

NORSK BLODBANK HAR LAGD KRIGSPLAN

• 3-7

Sender prøver og blod-
produkter til værs • 8-9

Verdenskongress
i Japan • 10-16

Originalartikkel: Molekylær typing av
erytrocyttantigener i blodbank • 28-34



Trenger du utstyr til urinprøvetaking?

Vi tilbyr følgende produkter:

- Vakuumsrør uten tilsetning
- Vakuumsrør med borsyre (CCM) til mikrobiologi (Rørene kan lagres ved 20-25°C i opptil 48 timer før dyrkning)
- Separat overføringsenhet
- Urinbeger med integrert overføringsenhet
- Beholdere til døgnurin
- Universalcontainere (med eller uten tilsetning av borsyre)
- Komplett sortiment til farging av urinsediment

med·kjemi

www.med-kjemi.no

Tlf: 66 76 49 00

E-post: firmapost@med-kjemi.no

Adresse: Drengsrudbekken 9, 1383 Asker

Ta kontakt for mer informasjon!

av



Å innse alvoret gjør oss tryggere

FORSIDEN i denne utgaven har et dystert budskap, men dessverre viser den bare verden slik den er. Sykehus og helsepersonell skal ikke være mål i krig. Likevel har man sett at angrep skjer igjen og igjen – i Ukraina, i Gaza, i Syria og andre steder.

DOKUMENTASJONEN for at dette ikke er uhell, er solid. Forskere, blant annet fra Universitetet i Oslo, har gransket russiske angrep på ukrainsk helsevesen.

Konklusjonen er klar. Rundt 60 prosent av angrepene mot sykehus, klinikker og annen helseinfrastruktur ble utført med presisjonsvåpen. Det Russland gjør er altså målrettet, systematisk terror mot pasienter og helsepersonell.

NORGE må forholde seg til denne virkeligheten. Så lenge nabolandet vårt i øst har imperialistiske ambisjoner i Europa, vil det utgjøre en trussel. Og det er ingen grunn til å tro at en eventuell væpnet konflikt vil bli annerledes enn det vi ser hver dag i Ukraina.

I JANUAR i år sa helsedirektør Cathrine Lofthus, i et intervju med Forsvarets forum, at Norge ikke var kommet langt nok med planer som tar høyde for at helsevesenet kan være et mål i krig. Å være uforberedt er farlig. Beredskap handler ikke bare om soldater, men alle samfunnsviktige funksjoner. Svak beredskap på ett eller flere områder kan påvirke en motstanders vurdering av sjansen for å lykkes med et angrep.

DEN GODE nyheten er at beredskap kan styrkes, og det skjer. På de neste sidene kan du lese hvordan Haukeland sjukehus forbereder seg på å drive blodbanken fra et trygt sted utenfor sykehuset i en krigssituasjon. Og i «Fagstyret mener» er bioingeniørenes rolle i cybersikkerhet tema.

Å INNSE alvoret i dagens situasjon kan være ubehagelig, men det gjør oss tryggere. Det er alltid bedre å gå forberedt inn i en krisesituasjon, enn å være uforberedt. Dessuten kan beredskap i seg selv være avskrekkende for en motstander. Jo bedre den er, jo større sjanse for at man slipper å få bruk for den. ■



SVEIN A. LILJEBAKK

ansvarlig redaktør



Beredskap handler ikke bare om soldater, men alle samfunnsviktige funksjoner

INNHold

Aktuelt

- 4 Hvis sykehuset blir angrepet, kan Haukeland ha «blodhall» et annet sted i byen
- 8 Skal sende pasientprøver og blodprodukter til værs
- 16 20 nye studie plasser til Vestlandet
- 18 Flere er allerede operert

IFBLS verdenskongress

- 10 Konnichiwa!
- 12 Prisdryss til to norske bioingeniører
- 13 Tre norske presentasjoner
- 14 Bioingeniører uten grenser
- 16 Kommentar | Japansk KI-skepsis til ettertanke



Fag

- 22 Resymé | Klinisk evaluering av en unik antigen test for deteksjon av SARS-CoV-2, influensa og RSV
- 24 Fra fagmiljøene | Automatisert svaroverføring for mykobakterie-PCR gir betydelig gevinst i svartid og optimaliserer arbeidsflyten i laboratoriet
- 28 Originalartikkel | Molekylær typing av erytrocyttantigener i blodbank: muligheter for implementering lokalt?
- 36 Resymé | Analyse av antistoffer mot luftveisvirus i morsmelk: Utvikling av en ELISA-basert metode

BFI

- 38 Etikk | Autorisert frå dag éin, erfaren frå dag to?
- 41 Fagstyret mener | Vi må trene på at skjermen går i svart!

Faste spalter

- 42 Tett på | Kirsti Berg
- 46 Kryssord
- 46 Sudoku
- 47 Lab-Liv



Russland bomber systematisk ukrainske helseinstitusjoner. Bildet viser konsekvensene av et angrep på et sykehus i Zaporizhzhia, 25. september i år.

Foto: NTB/ EPA/ Daryna Naumova

HVIS SYKEHUSET BLIR ANGREPET, KAN HAUKELAND HA «BLODHALL» ET ANNET STED I BYEN

Blodbanken i Bergen bereder seg på krig. De har plan og utstyr klart for å etablere tappesaler – blodhaller – utenfor sykehuset på kort varsel.

Tekst: Frøy Lode Wiig
FRILANSJOURNALIST

Besøkende til blodbanken ved Haukeland universitetssjukehus bør ha godt fottøy. De skal gå inn hovedinngangen til Sentralblokka, ta rulletrappen opp tre etasjer og spasere over gangbroen til Laboratoriebygget. Der skal de følge merking på gulvet forbi hjørner, ned korridorer og langt av sted.

Hvis de løfter blikket, er utsynet fritt.

I det 23 000 kvadratmeter store Laboratoriebygget er det glass som gjelder. Det er glasstak, glassdører og glassvegger, klart glass og farget glass. Hos blodbanken i tredje etasje er det lyst og fint.

En trykkbølge kan knuse alt sammen.

– Hvis blodbanken på sykehuset settes ut av spill, eller blir overbelastet, trenger vi et alternativ. Vi må ha et annet lokale hvor vi kan masseverve givere og tappe nødblood, sier Hanne Braathen.

Hun er spesialbioingeniør ved Norsk



Sykehuset og blodbanken i Bergen vil være sårbart i en krigssituasjon. Det har man nå lagt planer for.

koordineringssenter for blodberedskap (Nokblod). De deler lokaler med blodbanken på Haukeland.

Blodhall utenfor sykehuset

I to år har Nokblod arbeidet med prosjektet «Blodhall i Helse Bergen». Bestillingen var tydelig:

1. Finne et alternativt tappelokale – en «blodhall».
2. Finne ut hva slags infrastruktur og utstyr som trengs i blodhallen for

å nødtappe, lagre og transportere fullblod.

3. Lage rutiner for å aktivere, drifte og bemanne blodhallen.

“ **Våre kollegaer i Ukraina har fortalt at da de la ut offentlig hvor folk kunne gå for å gi blod, ble tappestasjonene bombet**

4. Lage et system for å tilkalle beredskapstappere og innkalle og masseverve nødblodgivere.

– Blodbanken er utsatt i kriser. Det er for sent å planlegge når ting skjer. Derfor gjør vi planer og utstyr klart nå, forklarer Braathen.

Stikkordet er moduler. Utstyr må være lett å frakte og sette opp. For eksempel har Nokblod utviklet tappesett med alt som trengs for nødtapping av fullblod (se foto). Tappesettene er vakuumpakket, tar ➤



Foto: Kristin Risa

Spesialbioingeniør Hanne Braathen viser frem et av tappesettene som Nokblod har utviklet. Settet inneholder viktige skjema, blodpose, prøverør og annet nødvendig utstyr. Tappesettene er vakuumpakket, og tar liten plass. Dermed kan de, ved behov, enkelt fraktes til alternative tappesteder utenfor sykehuset.



Foto: Kristin Risa

Vanligvis går cirka ti prosent av blodforbruket ved Haukeland universitetssjukehus til behandling av pasienter med blødninger. I en krigssituasjon vil andelen være en helt annen. Da forventer sykehuset mange flere pasienter med alvorlige blødninger.

liten plass og lagres slik at alt er klart ved behov.

Blodhallen skal ha ulike moduler med fast organisering. Oppsettet skal sikre god flyt av givere fra de blir registrert, fylles ut blodgiverskjema og intervjues til de tappes og til slutt får et sted å hvile.

Trenger skjulte lokaler

– Våre kollegaer i Ukraina har fortalt at da de søkte etter blodgivere, og la ut offentlig hvor folk kunne gå for å gi blod, ble tappestasjonene bombet. Så vi trenger skjulte lokaler og et lukket system for å kommunisere med blodgivere, understreker Braathen.

Hvilke lokaler de har funnet, er hemmelig.

For ikke veldig lenge siden var det utenkelig at sykehus skulle være krigsmål. Genèvekonvensjonen forbyr angrep



Foto: Kristin Risa

Silje Kristiansen Nygaard er bioingeniør, og skal jobbe med prosjektet «Vandrende blodbank» på Voss sjukehus, som startet i august 2026. Planen er å etablere et korps med nødbloggivere som kan gi blod på kort varsel.

på sivile sykehus og helsepersonell.

Krigen i Ukraina viser at vi lever i en ny tid. Siden Russland invaderte i februar 2022 har helsetjenester i Ukraina blitt utsatt for mer enn 3300 angrep, viser kartlegging fra Verdens helseorganisasjon (WHO).

Mange vil gi blod i kriser

Braathen er ikke bekymret for mangel på blodgivere i en krisesituasjon.

– All erfaring viser at folk strømmer til for å hjelpe. Utfordringen er at vi ikke klarer å prosessere dem. Vi må planlegge hvordan vi kan gjennomføre masseverving, sier hun.

Det skal de øve på. Per i dag har Blodbanken i Bergen en lang liste med personer som ønsker å bli blodgivere. Men blodbanken har ikke kapasitet til å kalle dem inn til registrering.

Nå planlegger de å gjennomføre masseregistrering av nye blodgivere i et lokale utenfor blodbanken. Da får de øvd på mye samtidig.

Bærekraftig beredskap

Imidlertid får de ikke øvd på det som er Braathens største bekymring: Hvordan

I krig vil blodbankene være angrepsmål

– Vi må ta innover oss at i krig vil blodbanker og all annen medisinsk infrastruktur være angrepsmål, sier Torunn Oveland Apelseth.

Apelseth er leder for Norsk koordineringssenter for blodberedskap (Nokblod). Hennes jobb er å styrke Norges tilgang på blod og blodprodukter i krig og krise, og hun har ropt varsko i flere år. Nå er det flere som lytter, og mer som skjer.

I 2023 fikk alle blodbankene i Norge i oppdrag å lage planer for blodberedskap.

– Noen blodbanker har mye arbeid igjen, men alle er i gang, sier Apelseth.

Nye EU-krav til beredskap

I 2024 vedtok EU en ny forordning for blod, celler og vev. Den trer i kraft i august 2027. Da blir den også gjeldende norsk rett gjennom EØS-avtalen.

EU-forordningen har et helt kapittel (kap. 8) viet blodberedskap, og stiller krav til selvforsyning, beredskapsplaner og varslingsystemer. Her er det mye å ta tak i for norske blodbanker.

I november 2026 skal de regionale helseforetakene legge frem en plan for hvordan de skal innføre NAT (nukleinsyretesting) i blodbankene. Dette skal på plass i løpet av 2027. Målet er at

håndtere en situasjon med økt blodbehov over tid?

– Vi kan tappe døgnet rundt, men da kneler vi fort. Vi må lage et rigg i blodhallen som vi klarer å stå i, understreker Braathen.

Med dagens tappekapasitet vil man kunne tappe over 100 blodgivere hver dag. Er det nok i en langvarig krise? Ingen vet.

Bioingeniør Silje Kristiansen Nygaard er nyansatt i Nokblod. Fra før har hun jobbet fem år på blodbanken på Hauke-



Arkivfoto

Torunn Oveland Apelseth er leder for Norsk koordineringssenter for blodberedskap (Nokblod) på Haukeland. Hun har ropt varsko om blodberedskapen i Norge i mange år. Nå opplever hun at flere lytter til advarslene. – Det er en helt annen bevissthet rundt beredskap i dag enn for bare to-tre år siden, sier hun.

NAT-testing vil øke antall givere, og dermed styrke blodberedskapen.

Ny nasjonal oversikt

Ikke minst, i oktober lanseres en ny nasjonal oversikt over blodbeholdning. Hittil har ingen visst hvor mye blod og blodprodukter de ulike blodbankene i Norge har tilgjengelig akkurat nå.

– Det er veldig gode nyheter at vi får på plass en løsning slik at vi kan ha nasjonal oversikt i sanntid, sier Apelseth.

Det neste hun ønsker seg er en oversikt over tilgang til blodgivere nasjonalt. Om hun får ønsket innfridd, gjenstår å se. ■

land, blant annet med beredskap.

Hun viser til at i påsken stenger blodbanken i Bergen for tapping på skjærtorsdag og langfredag. Men blodbanken åpner igjen på påskeaften (lørdag), i tillegg det trengs mer blod til helligdagene.

– Vi bekymrer oss for om vi klarer å gå fem dager uten å tappe blod i fredstid. Tenk hvordan det kan bli i krig, sier hun.

Første steg er å tenke tanken. Neste steg er å omsette tanke til plan og handling, slik de har gjort i Bergen. ■

Fire helseforetak prøver dronefrakt:

Skal sende pasientprøver og blodprodukter til værs

Forskningsrådet har gitt 24 millioner kroner til å teste ut dronefrakt av biologisk materiale. Drone-pionerer fra laboratorier i Vestre Viken er med i det nye prosjektet.

Av Frøy Lode Wiig

FRILANSJOURNALIST

– Vi tror at droner kan ha en plass i hel-sevesenet, men vi må være 100 prosent sikre på at produktene som fraktes ikke forringes, sier bioingeniør Trude Steinsvik, avdelingssjef for laboratoriemedisin i Vestre Viken.



Foto: privat

Merete Ueland Nå skal hun og Merete Rasmussen Ueland, seksjonsleder ved medisinsk mikrobiologi ved Bærum sykehus, teste ut om droner kan brukes mellom Hallingdal sjukestugu og Bærum sykehus. Dette er



Foto: privat

Avdelingssjef Trude Steinsvik og Vestre Viken er med på det nye droneprosjektet. Bildet er fra et tidligere prosjekt, som Vestre Viken gjennomførte i 2022.

én av fire piloter i det nye forskningsprosjektet Aero Aid (se faktaboks).

I luftlinje er avstanden mellom Hallingdal og Bærum om lag 135 kilometer. Kjøretid med bil er rundt 2,5 time, uten trafikk. Laboratorielederne i Vestre Viken

skal sende blodprøver, mikrobiologiske prøver og blodprodukter med drone. Det vil gå fortere enn budbil, men er kvaliteten på prøvene og blodproduktene den samme?

– Vi må blant annet finne ut om temperatur eller risting i luften påvirker prøvene, forklarer Ueland.

FAKTA |

Dette er droneprosjektet Aero Aid

- Prosjektets fulle tittel er: «Aero Aid – Drones for a more efficient Norwegian healthcare service».
- Målet er å utvikle en dronetjeneste for levering av pasientprøver og blodprodukter mellom helseinstitusjoner i Norge. Prosjektet skal kartlegge behov, sikkerhetskrav, kvalitet og tekniske løsninger.
- Det skal gjennomføres pilotprosjekter i alle landets helseregioner. Helseforetakene som deltar er Helgelandssykehuset, Helse Fonna, Vestre Viken og St. Olavs hospital.
- Prosjektet ledes av det norske droneselskapet Aviant. SINTEF leder forskningsarbeidet, og Norsk Luftambulans har ansvar for luftromstyring.
- Aero Aid er tildelt 24 millioner kroner fra Pilot Helse, som er Forskningsrådets program for innovasjon i helsetjenesten.
- Prosjektet skal gi et forskningsbasert grunnlag for å avgjøre hvor og når dronetransport gir verdi, og hva som må være på plass for at det kan tas i bruk.

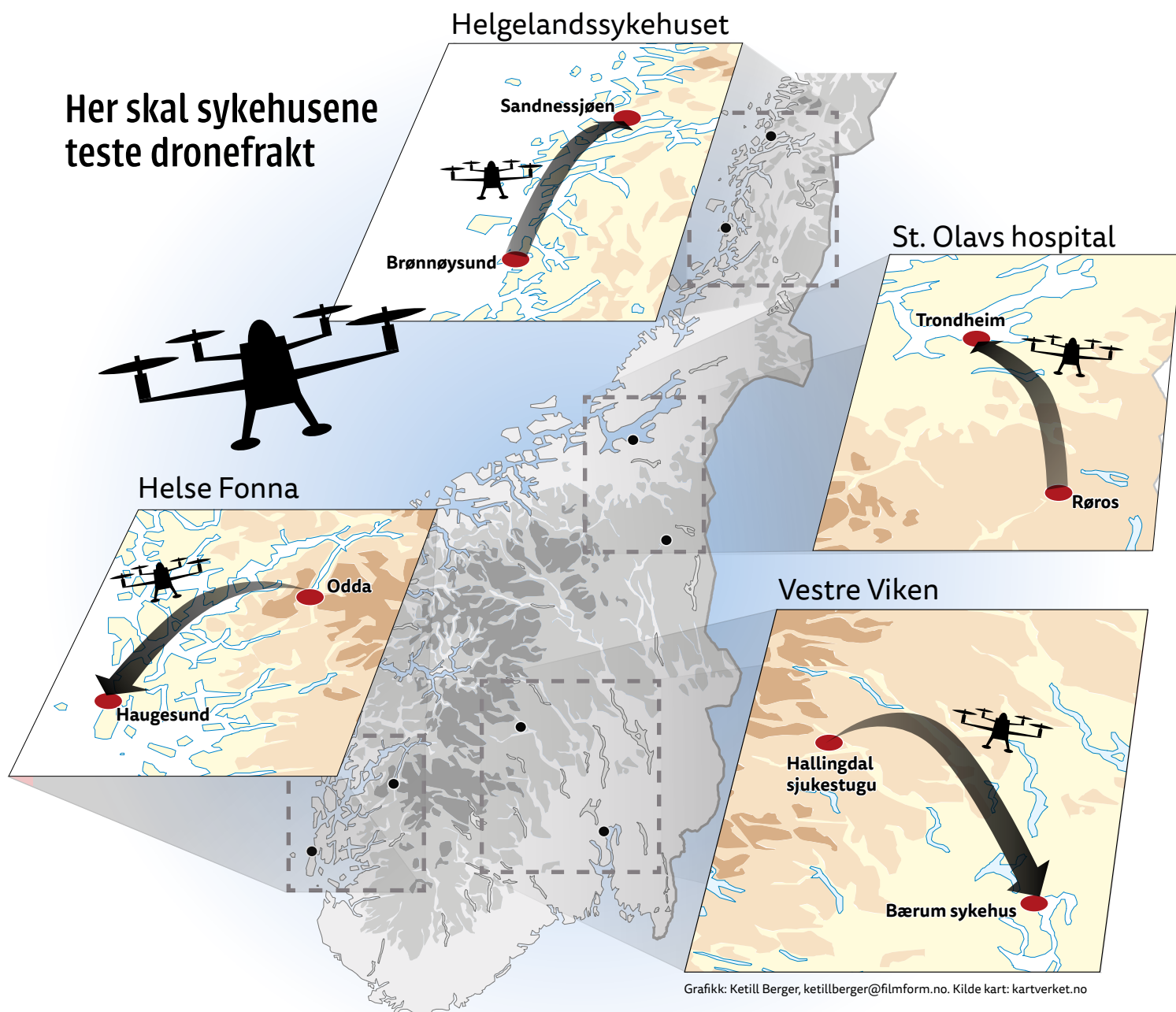
Erfaring med dronefrakt

De to bioingeniørene har jobbet med droner før. Høsten 2022 sendte de blodprøver fra 22 friske frivillige med drone de syv kilometerne i luftlinje fra Sunnaas sykehus til Blakstad sykehus. De to sykehusene ligger på hver sin side av Oslofjorden.

– Mye har skjedd med drone-teknologien siden den gang, og nå kan vi fly lengre. Sist hadde vi ikke tillatelse til å fly over boligområder, men det har Luftfartstilsynet gitt grønt lys for nå, forteller Ueland.

Etter piloten i 2022 viste Steinsvik og Ueland i en fagartikkel at kvaliteten på drone-prøvene var like god som prøvene

Her skal sykehusene teste dronefrakt



fraktet med budbil. Den gang sa Stein-svik til Bioingeniøren: «Jeg er overbe-vist om at dronefrakt av pasientprøver og blodprodukter kommer til å bli rutine om noen år.» Men, understrekte hun, det trengs mer forskning.

Fire helseforetak deltar

Nå fortsetter forskningen. På slutten av fjoråret bevilget Forskningsrådet 24 millioner kroner til prosjektet Aero Aid, ledet av det norske droneselskapet Aviant. Fire helseforetak, ett fra hver hel-seregion, skal teste ut frakt av pasient-prøver og blodprodukter med droner.

I tillegg til Vestre Viken deltar Helge-landssykehuset (frakt mellom Brønn-øysund og Sandnessjøen), Helse Fonna (frakt mellom Odda og Haugesund) og St. Olavs hospital (frakt mellom Røros og

Trondheim). Flere av foretakene har tid-ligere gjennomført enkeltprosjekter med bruk av droner. Dette er første gang de fire helseregionene går sammen om et felles drone-prosjekt.

– Det er spennende å være med på. Hvis teknologien er god nok, og sikker-het og personvern blir ivaretatt, kan dro-netransport åpne flere muligheter, mener Steinsvik.

Dronefrakt kan ha fordeler

Et eksempel: På sjukestugu i Hallingdal tapper de blodgivere. Blodet må trans-porteres videre til Blodbanken i Dram-men eller Bærum innen en gitt tid for videre produksjon. I dag gjøres dette med budbil. En drone kan fly raskere og oftere. Da kan det være mulig å tappe mer blod i distriktene.

Et eksempel til: Laboratoriet ved i Hal-lingdal har to ansatte og begrenset dia-gnostikk. Hvis de kan sende en posi-tiv blodkultur med drone til sykehuset i Bærum, kan det gi raskere diagnostikk og behandling.

Ikke minst kan droner være viktige for beredskap. Da ekstremværet «Hans» rammet Hallingdal i august 2023, var sjukestugu helt isolert. Helikopter måtte frakte blodprodukter dit.

– Hvis forsøkene fremover viser at blodprodukter sendt med drone oppfyl-ler alle krav i Blodforskriften, kan droner være et godt alternativ i krisesituasjoner, mener Ueland.

Prosjektet er foreløpig i planleggings-fase. De håper å være i gang med test-flyvninger i løpet av 2027. ■



Fagstyreleder i NITO BFI, Kaja Marienborg, overrekker JAMT-president Mitsuaki Nagasawa det norske flagget under IFBLS-kongressens tradisjonelle åpningsseremoni.

KONNICHIIWA!

Rundt 89 presentasjoner og over 530 postere møtte de litt over tusen deltakerne fra 29 land da verdenskongressen for bioingeniører nylig gikk av stabelen i Japan.

I JAPAN: Heidi Strand (tekst og foto)

JOURNALIST

Gulvene på Makuhari Messe ble godt brukt 23.- 27. september i år da International Federation of Biomedical Laboratory Science (IFBLS) arrangerte sin 36. verdenskongress i Chiba. Samtidig holdt den japanske bioingeniørorganisasjonen, Japanese Association of Medical Technologists (JAMT), sin 75. nasjonale kongress.

Resultatet: Mange unike møter mellom bioingeniører fra ulike verdenshjørner, nettverksbygging og faglige diskusjoner.

Åpningsseremoni x 2

To messer krever to åpningsseremonier. Først var IFBLS' tradisjonelle flaggseremoni der alle de 37 medlemslandenes flagg ble båret opp på scenen og overrakt til presidenten i JAMT, Mitsuaki Nagasawa.

IFBLS ble stiftet i 1954, og i dag er 41 bioingeniørorganisasjoner fra 37 land



Eva Hauksdottir fra Island er ny president elect og amerikanske Hassan Aziz er ny president i IFBLS for perioden 2026 – 2028.

medlemmer. Nye av året var en bioingeniørorganisasjon i Palestina, og en til fra Portugal. Det er også flere organisasjoner som er i prosess med å bli medlemmer, blant annet fra Fiji, Ghana og Kuwait.

JAMT-president Nagasawa fortalte fra scenen at det var en ære å være vertskap for kongressen i år. IFBLS-president Gabriella Lillsunde Larsson håpet kongressen vil føre til kunnskap og økt internasjonalt samarbeid og framskritt.

Prinsessebesøk

– Instrumentene blir stadig bedre, men rollen til bioingeniørene er fremdeles veldig viktig, fastslo prinsesse Aiko av Japan, under åpningsseremonien av JAMT sin 75. kongress.

Når en prinsesse dukker opp, er det lite som overlates til tilfældighetene. Allerede dagen i forveien ble det rigget til som om deltakerne skulle ut og fly: kroppsskannere, sperringer og mengder av vakter.

Prinsesse Aiko skred inn på den blomsterpyntede scenen iført sølvgrå drakt og halvhøye pumps. 24-åringen er svært populær i Japan, og det var helt stille da hun talte.

IFBLS-valg ga ny president

Amerikaneren Hassan Aziz ble valgt til ny IFBLS-president for perioden 2026 –

FAKTA | IFBLS

- International Federation of Biomedical Laboratory Science
- Stiftet i 1954
- Har 41 medlemsorganisasjoner i 37 land, inkludert NITO BFI
- Over 250 000 medlemmer
- Arrangerer verdenskongress hvert annet år
- Publiserte egen journal med vitenskapelige artikler

2028. Han tar over etter svenske Gabriella Lillsunde Larsson.

– Bioingeniører har en uerstattelig rolle i den globale folkehelsen – og de har aldri vært viktigere enn i dag, fortalte Aziz.

Flere på kongressen var inne på om KI kunne hjelpe i den internasjonale bioingeniørmangelen, men Aziz var klar på at teknologi aldri kan erstatte bioingeniører, bare skape muligheter for oss.

Til rollen som president elect, det vil si president for neste periode, var det to kandidater: Eva Hauksdottir fra Island og Fernando Mendes fra Portugal. Hauksdottir vant med 29 mot 19 stemmer.

Det var kun sjefsdelegater som kunne stemme under valget, stemmingen ble gjort anonymt og det var 11 kandidater til syv posisjoner i IFBLS' styre for perioden 2026 – 2028.

Framtidas KI-bruk bør være kritisk

Tradisjonen tro holdt studentforum presentasjon mot slutten av kongressen.

Flere inviterte studenter fra mange land hadde brukt dagene på å diskutere framtida for verdens bioingeniører.

Den raske utviklingen av teknologi og bruk av KI var del av hovedbudskapet deres.

– KI burde støtte oss i arbeidet vårt, men ikke erstatte kunnskapen vår. Derfor bør vi ikke være avhengig av KI, og bør bruke det med forsiktighet, fortalte studentene fra scenen.

De avsluttet ved å spørre seg selv – og bioingeniørene i salen:

– Kanskje kan vi i framtida bidra til å bygge en mer rettferdig KI?

Framtida er snart. Neste IFBLS verdenskongress arrangeres i Bangkok, Thailand, 7. – 11. juni 2028.

Sayonara! ■



I pausene mellom presentasjonene kunne deltakerne delta i japanske workshops, som å lage vifter, brette origami eller høvle treverk på tradisjonelt vis.



Jennifer Adoley Annan er fra Ghana, som i år stilte med 28 deltakere på kongressen. Her er hun på besøk på Kazusa DNA Research Institute. Bioingeniørene kastet seg over den praktiske oppgaven med å knytte egen DNA-heliks.



Prisdryss til to norske bioingeniører

To sprudlende postervinnere på verdenskongressen i Japan: Joanna Malgorzata Bivand og Marie Skogstad Le.

På verdenskongressen var det stilt ut over 530 poster. Joanna Malgorzata Bivand og Marie Skogstad Le hanket inn hver sin posterpris.

– Dette var veldig overraskende og gøy, forteller Bivand, som forsker innen mikrobiologi og snart er ferdig med ph.d.

Som én av tre vant hun den amerikanske bioingeniørforeningen The American Society for Clinical Laboratory

Science (ASCLS) sin Good Poster Award. Bivand og medforfatterne, som jobber på henholdsvis Universitetet i Bergen og Haukeland universitetssjukehus, har sett nærmere på sekvensering av 16S rRNA-genet, og evaluert bakgrunnskontaminasjon og sekvenseringsdybde.

Oppmuntrer til flere poster

Skogstad Le og kollegene fra Oslo universitetssykehus og Universitetet i Oslo hadde identifisert og karakterisert en ny variant av koagulasjonsfaktor X, c.163dup. Hun vant en av Japanese Association of Medical Technologists (JAMT) sine pos-

terpriser, og med prisen fulgte det også en pengepris på 5000 yen.

– Gir dette dere inspirasjon til å fortsette å forske, lage poster og utvikle dere som bioingeniører?

– Ja, det er alltid gøy å lage poster og skrive abstrakter, sier Bivand, og Skogstad Le er enig.

De er ikke tvil om hva som var best med den 36. IFBLS-verdenskongressen i Chiba:

– Å bli kjent med så mange bioingeniører fra hele verden – også de fra Norge. Jeg kjente for eksempel ikke Joanna fra før, forteller Skogstad Le. ■

Tre norske presentasjoner

Britina Kjuul Danielsen



Blant kongressens 1050 deltakere var det flere av de 39 nordmennene som hadde med postere eller holdt muntlig presentasjon. Her er tre av dem:

På Institutt for kreftforskning på Oslo universitetssykehus jobber bioingeniør Britina Kjuul Danielsen med IMPRESS-studien. Hun presenterte hvordan bio-bankingen hun bidrar med i studien fører til presisjonsonkologi. Etter foredraget fikk hun flere spørsmål fra salen, blant annet om målet er å få dette innført som standard behandling i Norge på sikt.

På samme sykehus, på Avdeling for medisinsk biokjemi, arbeider stipendiat og seksjonsleder Åge Winje Brustad. Han presenterte resultater fra et prosjekt som har fulgt personer med multippel sklerose gjennom to behandlingsbytter med natalizumab: fra originalpreparat til biotilsvarende legemiddel, og fra intravenøs til subkutan administrasjon. Ved subkutan behandling så man lavere og stabile serumnivåer av natalizumab, uten tegn til økt immunogenisitet.

Nardos Tesfaye Woldemariam forsker på mikroRNA (miRNA) i atlanterhavslaks i forskningsgruppa til Rune Andreassen på OsloMet, der hun også er førsteamanuensis og underviser i bioingeniørfag.

Åge Winje Brustad



Woldemariam presenterte en metode, et dual-luciferase reportersystem, optimalisert for bruk i lakseceller. Metoden gjør

Nardos Tesfaye Woldemariam



det mulig å teste om bindingen mellom et miRNA og dets målgen faktisk har en nedregulerende effekt. ■



Det japanske bioingeniørbandet KOMATSU underholdt på verdenskongressen. Alle har bakgrunn fra cytologi. De spiller populære japanske pop- og rockelåter, og ledes av manager og gitarist Kyoko Komatsu, som har passert 70 år. Fra venstre, bakfra: Suguru Toguchi (trommer), Yoshi Hiroyoki (gitar), Tomohisa Machida (bassgitar). Foran: Maiko Kawai (keyboard og stylist) og Kyoko Komatsu (gitar, vokal og manager).

Bioingeniører uten grenser

Her er et knippe bioingeniører som deltok på kongressen.



Aquel Rene Lopez

Aquel Rene Lopez er avdelingsleder og forsker på Tetteh Quarshie Memorial Hospital i Ghana.

Han er én av 28 deltakere fra sitt land, og var med for å lære mer, få info om nye instrumenter og knytte kontakter med bioingeniører fra andre land.

– Du vet, vi bioingeniørfolk, vi gjør de samme oppgavene over hele verden, men bruker ofte ulike prosedyrer. Derfor er det nyttig å snakke sammen, forteller Lopez, som har jobbet som bioingeniør i tjue år.

Lopez forteller at det i Ghana er altfor få bioingeniører.

– Kan det brukes til å få lønningene opp?

– Jeg håper det, men det er ikke lett – alle kjemper om de samme midlene, forteller Lopez.



Mai Ueta og Shinji Tokuhira

Mai Ueta og Shinji Tokuhira ønsker seg mer automatisering av laboratorietester.

– Vi utfører fremdeles mye manuelt arbeid på laboratoriene i Japan. Å få automatisert arbeidet mer ville hjulpet, forteller Tokuhira.

Han har jobbet som bioingeniør i 15 år, og er styremedlem i The Japanese Association of Medical Technologists (JAMT), som arrangerer årets verdenskongress. Samtidig er han laboratorieleder på klinisk lab på Tokushima universitetssykehus, og mye av tiden hans går med til å dekke opp vakter.

Kollega Ueta jobber i rutinen på samme lab. Hun har jobbet som bioingeniør i ti år, og har laget en poster om forebygging av HBV-reakivering.

Marion Herzl har en lederrolle på et universitetssykehus i Graz. I Østerrike er det bioingeniørmangel som er deres største hemske.

Som sjefsdelegat fra den østerrikske bioingeniørforbundet BioMed Austria har hun akkurat deltatt i flagg-



Marion Herzl

prosesjonen under åpningsseremonien på scenen, derav bekleddningen.

– Jeg liker IFBLS-kongressene og særlig det å knytte kontakter på tvers av landegrenser, forteller hun.

Herzl har jobbet som bioingeniør i mer enn 40 år, og neste år skal hun pensjonere seg. Men før det håper hun på å ta med seg mange nye ideer hjem til egen lab. Fra Østerrike deltok 14 bioingeniører.

In-Suk Cho og Minjoo Kwon

Kwon var to av 33 deltakende bioingeniører fra Sør-Korea. Kwon har jobbet som bioingeniør i to år, og forsker på vete-



In-Suk Cho og Minjoo Kwon



Shoko Miyahara gjør klar den grønne teen matcha for en mini tesseremoni for kongressens deltakere.

rinærmedisin på universitetet i Jeonbuk.

Cho arbeider på Seoul nasjonale universitetssykehus, og er også internasjonal leder for den koreanske bioingeniørorganisasjonen, the Korean Association of Medical Technologists (KAMT). KAMT jobber tett sammen med den japanske organisasjonen, JAMT, og de treffes ofte på kongresser i Asia.

– Det er bare IFBLS som arrangerer verdenskongresser, og det gir oss en mulighet til å utvide horisonten og se utover eget geografiske område, forteller Cho.

Den største kneika i koreansk helsevesen for tida synes hun er den aldrende befolkningen.

– I Korea blir nå mange flere eldre samtidig – mange flere enn før. Det kan bli vanskelig for helsevesenet når mange må på sykehus samtidig, forklarer Cho.

Yusuke Tajika, Yuma Ikeda og Yuki Obara jobber innen patologi og cytologi i Japan.

Tajika og Ikeda stiller på kongressen med hver sine postere om henholdsvis digital kontroll av formalin-flasker og urotelialt karsinom i urincytologi. Obara



Yusuke Tajika, Yuma Ikeda og Yuki Obara

holdt en presentasjon om bukspyttkjertelcytologi.

De er ikke i tvil om hva som er den største flaskehalsen på labene sine: Altfor mye manuelt arbeid med støping, snitting og prøvepreparering. Lite er automatisert ennå. De ser alvorlige ut, men bare noen få sekunder.

I kveld er det fest, og trioen mingler glade rundt. Å være ikledd mørk dress er standarden her, og det hindrer dem ikke i å gjøre ablegøyer og spillopper.

– Kunne dere vært IFBLS 2026 sitt eget boyband?

– Yes! svarer de i kor, og stiller seg raskt opp og lager fingerhjerter.

Tegnet oppsto i Sør-Korea og ble populært gjennom K-pop-kulturen, der popstjernene bruker det for å vise kjærlighet og takknemlighet til fanskaren sin.

Fra vertsnasjonen Japan deltok 524 bioingeniører på kongressen.

På scenen svinger **Shoko Miyahara** seg i en blå yukata med en gul og bred obi rundt livet. Hun synger populære japanske sanger med en selvtilitt man sjelden ser hos bio-

ingeniører.

Til daglig tar hun blodprøver og analyserer prøver på laben. De siste årene har antallet prøver økt i takt med eldrebølgen i Japan.

– Nå ønsker vi å flytte noe av aktiviteten på laboratoriet ut til sykehusets sengeposter og hjem til folk, forteller Miyahara.

63-åringen har jobbet som bioingeniør i over 40 år.

– Pensjonere meg? Nei, det skal jeg ikke! sier hun med et smil. ■



Shoko Miyahara

Japansk KI-skepsis til ettertanke

Japan forbindes med høyteknologi, men på sykehusene er KI fortsatt lite brukt. Nå satser landet, men med en varsomhet det kan være verdt å lære av.



KOMMENTAR
Heidi Strand
JOURNALIST

Av 89 foredrag og over 530 postere på verdenskongressen var det seks presentasjoner og 30 postere som omhandlet det å bruke KI på laboratoriet. Det er ikke mange. Deltakerne hadde brukt KI til alt fra å estimere ventetiden for pasienter som kom i prøvetakingspoliklinikken, til å evaluere en maskinlæringsmodell for forbyttning av pasientprøver.

KI-toget går fort, og det har vært spøkt med at hvis du snart ikke kaster deg på i fart, vil du bli stående alene igjen på plattformen.

Ny nasjonal KI-strategi

Flere steder i verden utfører bioingeniører fremdeles mye manuelt arbeid. Flere japanske deltakere på kongressen fortalte at det er lite automatisering på laboratoriet deres, særlig innen patologi og cytologi. Der

snitter, støper og screener de manuelt. Her til lands er det flere år siden cytologiscreenerne omskolerte seg.

Andre japanske kongressdeltakere fortalte at KI foreløpig er lite brukt på japanske sykehus.

I fjor vedtok Japan en nasjonal KI-lov og et nasjonalt hovedkvarter for KI-strategi. Helsesektoren er ett av satsingsområdene, og for KI innen medisinsk diagnostikkstøtte er det øremerket rundt 1,3 milliarder kroner. I en egen godkjenningsordning for innføring av KI i sykehusene sitter både bioingeniører og it-konsulenter. De skal blant annet sørge for at dette ikke tar for lang tid.

Hør på de unge

Det er lett å tenke at teknologi og innovasjon hører land som Japan til – at de er langt foran oss.

Er japanerne sent ute med å introdusere KI i helsevesenet sitt? Eller har de med sunn skepsis tenkt ett trekk lenge på sjakkbrettet og klamrer seg til verdien av det menneskelige i miksen?

Dersom man i nord er så redd for å miste KI-toget at man blir naivt KI-positiv, utgjør det en risiko for at den kritiske sansen går ut togvinduet. Særlig når KI overgår den jevne bioingeniørs evner til å kontrollere at det den har gjort, faktisk stemmer.

I studentforum på verdenskongressen kom bioingeniørstudentene fram til at KI bør støtte oss i arbeidet vårt, men ikke erstatte kunnskapen vår. Bruk KI kritisk og med forsiktighet.

Det er verdt å lytte til. ■

Det er lett å tenke at teknologi og innovasjon hører land som Japan til – at de er langt foran oss.

Statsbudsjettet:

20 nye studie

Høgskulen på Vestlandet (HVL) lanserer konseptet «Vestlandsbioingeniøren», som åpner for å ta det tredje året av utdanningen i Førde eller Haugesund, i stedet for i Bergen.

Svein A. Liljebakk

ANSVARLIG REDAKTØR

Regjeringens forslag til statsbudsjett, som ble lagt frem 7. oktober, er godt nytt for HVL. Høgskolen får 20 nye studieplasser til bioingeniørutdanning.

– Glad og takknemlig

Studieprogramansvarlig Line Wergeland jubler over nyheten fra forsknings- og høyere utdanningsminister Eileen Fugelsnes.

– Vi er svært glade og takknemlige for at statsråden ser viktigheten av å utdanne bioingeniører, spesielt i distriktene, skriver hun i en e-post til Bioingeniøren.

Wergeland forteller at idéen om «Vestlandsbioingeniøren» kom på et samarbeidsmøte med Helse Førde. Helseforetaket har lenge hatt problemer med å rekruttere bioingeniører og ønsket seg muligheten til å ha bioingeniørstudenter i praksis over lengre tid.

– Etter at idéen ble sådd tok vi på HVL kontakt med både Helse Fonna og Helse Bergen, som begge var svært positive, skriver Wergeland.

Men en forutsetning for å komme i gang, var at HVL fikk 20 nye studieplasser. Og nå kommer det på plass, med et lite forbehold om at det ikke skjer endringer i løpet av regjeringens budsjettforhandlinger med samarbeidspartiene.

Studenter til Førde og Haugesund i 2029

– Vi har utarbeidet en ny studieplan som muliggjør flercampusundervisning i tredje studieår, der studentene kan gjen-

plasser til Vestlandet



Line Wergeland, førsteamanuensis og studieprogramansvarlig ved bioingeniørutdanningen, HVL.

nomføre all praksis i det regionale helseforetaket. Man ser spennende muligheter for utvidet samarbeid om studentenes bacheloroppgaver, skriver Wergeland.

HVL kan ta opp flere studenter allerede fra høsten 2027. Det vil si at de første studentene kan komme til Førde og Hauge-sund i 2029.

– Vi er takknemlige for det gode samarbeidet med helseforetakene i Helse Vest og gleder oss til fortsettelsen, fastslår Wergeland.

– Et skritt i riktig retning

– 20 nye studieplasser i bioingeniørutdanningen er et viktig skritt i riktig retning. Samtidig er det bare en del av løsningen, mener Kaja Marienborg, fagstyreleder i NITO Bioingeniørfaglig institutt (BFI).

For å bote på bioingeniørmangelen har NITO BFI bedt regjeringen om 100 nye, varige studieplasser på landsbasis.

– Bioingeniørmangelen har de siste årene ført til at medisinske laboratorier ser seg nødt til å ansette ikke autorisert helsepersonell. Det er en utvikling NITO BFI er bekymret for, skriver Marienborg i en e-post.

NITO BFI understreker også viktigheten av nok praksisplasser og en tydelig satsing på etter- og videreutdanning. ■



Snart blir det flere bioingeniørstudenter ved Høgskulen på Vestlandet (HVL). Bildet viser Ale Abdula og medstudenter på HVL, under et kurs i nødtapping og nødtransfusjon utenfor sykehus.

Arkivfoto: Anita Rynningen



Utprøvende PSA-screening:

Flere er allerede operert

Få måneder inn i pilot-prosjektet har flere menn uten symptomer fått påvist behandlingstrengende prostatakreft. Det kan ha reddet liv.

Tekst og foto: Heidi Strand
JOURNALIST

Kim Pettersen (54) følger nøye med når Thea Velta fører kanylespissen inn i venen hans. Et klikk senere fylles et serumgelrør med blod. Det hele tar mindre enn ett minutt.

– Når man får tilbud om å delta er det greit å benytte seg av det. Og så gir det jo en trygghet, sier Pettersen, der han sitter på blodprøvepoliklinikken på Akershus universitetssykehus (Ahus).

Han er én av over 22 000 friske menn som har blitt, eller kommer til å bli, invitert til å være med i Norges første pilot-



Kim Pettersen benyttet anledningen til å ta PSA-prøven på Akershus universitetssykehus da han likevel fulgte sønnen til en kontroll på sykehuset. Prøvetaker er helsesekretær Thea Velta.

prosjekt for prostatakreftscreening.

Målet er å finne ut hvordan et nasjonalt screeningprogram for prostatakreft best kan innføres.

«Hvorfor er naboen min invitert, men ikke jeg?».

Rekrutteringen skjer fortløpende.

Siden oppstarten 1. februar i år, har litt over 5000 menn fått invitasjon om å delta. Menn på 50, 52 eller 54 år i Ahus' opptaksområde mottar denne i Helsenorge måneden etter at de fyller år.

Det besvarer spørsmålet flere har stilt på studietelefonen, om hvorfor naboen er bedt med, men ikke innringeren.

FAKTA |

Pilotprosjekt for PSA-screening

- Inklusjon i perioden 01.02.26 – 01.01.28
- 22 000 menn inviteres fortløpende
- Innebærer analyse av prostata-spesifikt antigen (PSA)
- Forhøyet PSA fører til MR av prostata
- Funn på MR kan lede til biopsi
- Studien skal kartlegge deltakelse, funn ved undersøkelser, sikkerhet, logistiske forhold og ressursbruk.
- Et samarbeid mellom Ahus, Helse Sør-Øst, Prostatakreftforeningen, Kreftforeningen, EU CanScreen og EU-prosjektet PraiseU.

De har seks uker på seg til å signere det elektroniske samtykkeskjemaet og ta blodprøve.

Til nå har flere tusen menn gjort som Pettersen; målt prostata-spesifikt antigen (PSA), og dermed blitt inkludert i studien. Det opplyser studiesykepleier på avdeling for forskning, Gro Boezelijn.



Gro Boezelijn

Kollegaen hennes, Marie Loeng, forteller at det virker som noen menn tror de skal få en innkalling til prøvetaking. Hun presiserer at de selv må oppsøke et testsenter for prøvetaking.



Marie Loeng

– Menn i femtiåra er kanskje litt opptatt?

– Ja, de virker travle, for de signerer samtykkeskjema og fyller ut spørreskjemaet på Helsenorge, men de glemmer å ta selve prøven, forteller Loeng.

Da blir de ikke inkludert.

Studieteamet har begynt å sende ut påminnelser, og det hjelper.

– Det er da vi ser størst effekt – det er da de skjønner at de må møte opp på dropp-inn og ta den prøven, forteller Boezelijn.

I skrivende stund har prosjektet 26 testsentre fordelt på mange kommuner. I tillegg til Ahus' poliklinikker på Nordbyhagen, Gardermoen, Kongsvinger og Ski, kan blodprøven tas ved mange legekonsultant- ➤



I analysehallen i fjerde etasje møter PSA-prøven mange titalls meter automasjonslinje.

torer, uavhengig av om man har fastlege der eller ikke. Lista over teststasjoner utvides stadig.

Det siste tilskuddet, Aleris på Strømmen, er kveldsåpent. Det er etterspurt.

– Flott, da kan jeg ta prøve mens kona handler, uttalte en mann som ringte prosjektets studietelefon.

Mange stikk – viktig bidrag

Vanligvis møter det fire-fem prosjektdeltakere hver dag på prøvetakingspoliklinikken på Ahus Nordbyhagen. På travle dager, eller rett etter at påminnelsesbrev er sendt ut, kan det dukke opp ti – tolv.



Eva Marie Strand Bergskaug

– Det er kjempeviktig å kunne bidra i slike prosjekter, forteller seksjonsleder for prøvetaking, Eva Marie Strand Bergskaug.

Nylig har de ansatte på seksjonen, bioingeniører og helsesekretærer, fått en egen internundervisning av prosjektteamet.

Tanken bak er å la de få vite mer om prosjektet, og at det kan redde liv. Det kan gi alle som bidrar mer eierskap og forståelse for hvorfor man gjør dette.

Kompenserer laben for merarbeid

Oppe på prøvemottak i fjerde etasje pakker helsesekretær Serish Noreen opp prøver som er sendt fra legekontorer og fra sykehusene på Kongsvinger, Ski og Gardermoen.

Ytterligere fem prosjektprøver om dagen finner veien til laben på denne måten.

– I forsendelsesboksene er prosjektprøvene ofte lette å få øye på, fordi avsender grupperer dem eller merker dem på en bestemt måte, forteller Noreen.

I tillegg til selve registreringen og prøvetakingen, er det mange flere på laben som bidrar.

For å nå ut til legekontorene og starte samarbeidet der har de blant annet benyttet kunde-rådgiver og bioingeniør Kirsten Elvsaas. I tillegg har IKT-bioingeniør Danijela Pavlovic automatisert prosjektprøvenes gang på laben mest mulig.

En del manuelle trinn og merarbeid for laben, blir det likevel. Dette blir laben kompensert for av prosjektmidler.

Fra puck til ECLIA og autovalidering

Fra prøvetaking sendes Pettersens blodprøve opp til laben med røpøst, og videre åker den rett på en puck på automasjonsbåndet.

12 µl serum bruker immunkjemiinstrumentet i et elektrokjemiluminescens-immunoassay (ECLIA) sandwichprinsipp for å måle enzymet PSA. Etter 18 minutter er svaret klart.

Når robotikken og automatikken tar

over er prøven urørt av menneskehender fram til svar foreligger. Men bak står det alltid en eller flere bioingeniører. I dette tilfellet er det fagbioingeniør Hege Kristin Hermansen.

– De fleste av PSA-svarene er normale og lave, forklarer Hermansen, – og derfor vil de autovalideres.

For en mann i alderen 50-54 år er det et PSA-svar på under 2,5 µg/L. Men referanseområdet er veiledende, og et svar som ligger litt høyere enn dette samsvarer likevel ikke med nasjonale retningslinjer for henvisning til videre undersøkelser for prostatakreft.

Hermansen forklarer at prøver med veldig høy PSA-verdi, det vil si over 100 µg/L, blir automatisk fortynnet på instrumentet. Disse må bioingeniørene validere manuelt.

Men hvor mange høye prøver det er, og om det er flere nå enn før prosjektet startet, legger ikke Hermansen og kollegene på laben merke til. Kapasiteten for prosjekter som dette, hvor prosjektprøvene sklir inn i havet av andre prøver i analysehallen, er god.

Europeisk samarbeid

Det er ikke innført nasjonal PSA-screening i Norge.

I et debattinnlegg i Dagens Medisin problematiseres tilfeldige PSA-testing

av menn, og forfatterne kaller det for opportunistisk eller «villscreening».

Samtidig viser de til piloten på Ahus med organisert, risikovurdert PSA-testing, i tråd med anbefalinger fra EUs

ekspertgrupper.

Tilbake i 2022 utarbeidet Norsk urologisk forening en anbefaling om å iverksette regionale pilotprosjekter for å skaffe mer kunnskap om prostatakrefttesting i Norge.

Omtrent samtidig oppdaterte EU sine anbefalinger, og medlemslandene ble oppfordret til å evaluere kost-nytte av PSA-basert screening for prostatakreft, med MR som oppfølging.

Overlege Kirsti Aas tok initiativ til å etablere en pilotstudie i Ahus-regio-



Kirsti Aas

Foto: privat



– Allerede har vi funnet flere tilfeller av behandlingstrengende prostatakreft og flere menn er blitt operert.

Kirsti Aas



Fagbioingeniør Hege Kristin Hermansen greier ut om elektrokjemiluminescens-immunoassay, også kalt ECLIA, som er sandwich-metoden cobas Pro bruker når PSA analyseres. Etter 18 minutter er svaret klart.

nen i samarbeid med det EU-finansierte forskningsprosjektet PRostate cancer Awareness and Initiative for Screening in the European Union (PRAISE-U).

Det ble til Norges første screeningprosjekt for prostatakraft.

Prosjektleder Aas forteller at det er litt for tidlig å si noe om endelig deltakelse og resultater, men er fornøyd med det de ser så langt.

– Allerede har vi funnet flere tilfeller av behandlingstrengende prostatakraft og flere menn er blitt operert. Vi ser at det er stor interesse for å delta, forteller Aas.

Etter hvert er tanken å få med seg flere av landets sykehus. Kanskje vil det også bli et nasjonalt screeningprogram på sikt.

Screeningen har reddet liv

Det er mengden PSA i serumprøven som avgjør om Pettersen og de andre mennene går videre til ytterligere undersøkelser.

I løpet studiens første måneder har én av tjue testede menn fått påvist forhøyede PSA-verdier. I skrivende stund er det 87 stykker. De blir oppringt av studiets sekretær, som setter de opp til en MR-undersøkelse av prostata.

Den avslører om det fins noe suspekt som må følges opp med biopsi.

Hos fjorten menn har det i løpet av få måneder blitt oppdaget prostatakraft. De fleste av disse har vist seg å ha behandlingstrengende kreft, og vil bli operert.

– På et så tidlig stadium har ikke mennene symptomer ennå, så dette hadde man ikke funnet nå uten screening, forteller Loeng.

Deltakelsen i studien kan ha reddet livene deres.

De som ikke får påvist noe ved MR oppmuntres til å ta ny PSA-prøve om to år, for å oppdage eventuell prostatakraftutvikling på et tidlig stadium.

PSA-prøve på'n far

I prøvetakingspoliklinikken er Pettersen ferdig. Han har med seg sønnen sin, som har vært til kontroll på sykehuset.

Da ble det PSA-prøve på'n far. To fluer i én smekk.

– Er du bekymret for hva PSA-verdien din viser, og om du må undersøkes videre?

– Nei, jeg er ikke det – i hvert fall var jeg det ikke før du spurte, sier Pettersen og flirer på vei ut døra.

Statistisk sett har han lite å bekymre seg for. Av de 5340 mennene som fikk prostatakraft i Norge i fjor, er cirka 85 prosent 60 år eller eldre.

I løpet av sommeren tikket det inn en SMS fra Pettersen: «I går fikk jeg bekreftet at PSA-verdien min ikke er forhøyet. Fortsatt god sommer!» ■

Kilde: Kreftforeningen Prostatakraft – symptomer, utredning og behandling – Kreftforeningen

**Karoline Berger**

Molekylærbiolog, ph.d.
Forsker og ingeniør ved
medisinsk mikrobiologi,
Diagnostisk klinikk,
Sykehuset Innlandet HF.

**Siv-Hege Vang**

Bioingeniør, MSc.
Fagbioingeniør ved medisinsk mikrobiologi,
Diagnostisk klinikk,
Sykehuset Innlandet HF.

**Roy H.O. Bekkeseth**

MD. Seksjonsoverlege
ved medisinsk avdeling,
Medisinsk klinikk, Sykehuset Innlandet HF.

**Anders Bredberg**

MD, ph.d. Overlege ved
medisinsk mikrobiologi,
Diagnostisk klinikk,
Sykehuset Innlandet HF.

Klinisk evaluering av en unik antigenetest for deteksjon av SARS-CoV-2, influensa og RSV

Denne studien indikerer at antigenesten ALL IN TRIPLEX har høy ytelse for påvisning av virusene SARS-CoV-2, influensa A og B samt RSV, og egner seg derfor godt i akutte kliniske settinger hvor eventuell smitte krever rask avklaring.

Bakgrunn

Antigenester blir mye brukt både i spesialisthelsetjenesten og primærhelsetjenesten, der det ofte er behov for rask avklaring om luftveissymptomer skyldes SARS-CoV-2, influensa eller RSV, med tanke på smitteverntiltak og eventuell behandling.

Diagnostisering av luftveisvirus ved hjelp av PCR-metodikk regnes som gullstandard. Metoden er veldig sensitiv, men utføres kun ved sentrale laboratorier og kan ha lange svartider grunnet transport- og analysetid. Forsinkede prøvesvar kan føre til at pasienter ikke blir isolert i tide og kan føre smitten videre. Det er spesielt kritisk i akuttinnlegg, der det ofte er mange pasienter samtidig.

Antigenester gir raskere svar, men har

en lavere sensitivitet enn PCR. Etter pandemien har antigenester for SARS-CoV-2 blitt mye brukt og er godt dokumentert, men det mangler fremdeles data på gode antigenester for influensa og RSV. I tillegg er sammenhengen mellom Ct-verdier fra PCR og smittsomhet et omdiskutert tema med stor betydning for den kliniske nytten av antigenester. Studier har blant annet vist at respiratoriske prøver kan inneholde mer enn en million færre levedyktige SARS-CoV-2-partikler enn antallet RNA-molekyler som påvises ved PCR. Det er derfor ikke uventet at flere studier har sammenfallende resultat som indikerer at antigenester korrelerer bedre med smittsomhet enn PCR ved Ct cut-off på 40. Videre finner man sjeldent dyrkbare virus i prøver med Ct-verdi over 30, som derfor støtter bruken av en PCR Ct cut-off på 30 som referanse.

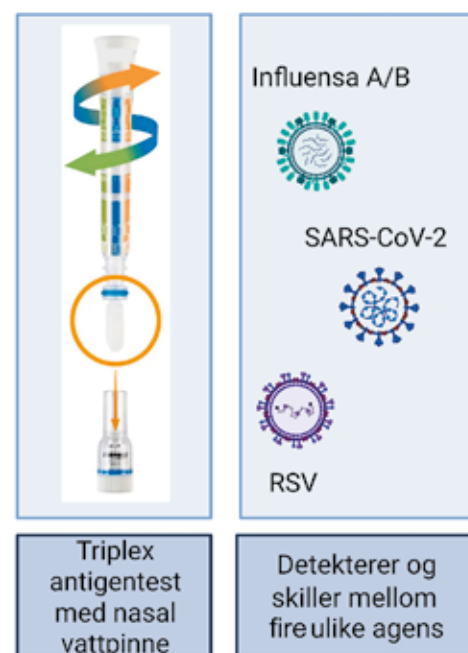
I denne studien validerte vi antigenesten ALL IN TRIPLEX (AAZ-LMB), heretter kalt Triples. Den unike nasale prøvetakingspinnen er en stor og myk svamp som ikke gir ubehag for pasientene. Triples skiller seg fra andre antigenester ved sin enkle bruk og mulighet for gjentatte prøvetakinger uten ubehag, og er spesielt utviklet for prøvetaking av barn ned til én måned. Videre er alle komponenter integrert i én enhet, noe som reduserer risiko for søl og kontaminasjon, og samtidig gir minimalt avfall.

Målet med studien var å validere Triples for bruk i akuttinnlegg, som en rask indikator for smittsomhet.

Metode og sentrale funn

I denne studien så vi på ytelsen til Triples-testen og sammenlignet resultatene med en dyp neseprøve tatt på virus-transportmedium (Nerliens Meszansky) og analysert med Panther Fusion (Montebello Diagnostics).

Studien inkluderte både voksne og



barn som kom inn på akuttmottak ved Sykehuset Innlandet (SI) mellom november 2024 og mars 2025. Personalet på akuttmottaket utførte prøvetaking og analyserte Triplex-testene. Avlesning av positivt eller negativt svar ble gjort etter 15 minutter. Det ble samtidig tatt en dyp neseprøve som ble sendt til avdeling for medisinsk mikrobiologi på Lillehammer sykehus for ordinær PCR-analyse.

Av de 1372 pasientene inkludert i studien var 1222 voksne og 150 barn under 18 år. 264 pasienter fikk påvist SARS-CoV-2 med en Ct-verdi på PCR på ≤ 40 , 264 fikk påvist influensa A, 38 influensa B og 70 pasienter fikk påvist RSV. I tillegg fikk 201 pasienter påvist andre luftveisagens, mens 788 pasienter testet negativt med PCR på alle agens. 29 pasienter var positive på mer enn et agens.

Studien viste ingen falske positive resultater, spesifisiteten på Triplex-testen var 100 % for alle fire virus.

Ved å sette en PCR Ct cut-off på 30, var sensitiviteten til Triplex-testen 87 % for SARS-CoV-2, 79 % for influensa A, 88 % for influensa B og 91 % for RSV. Et sammendrag av studien og hovedfunn er gitt i Figur 1. Kun på prøvene tatt på barn så vi at sensitiviteten øker til 94 % for influensa A, 100 % for influensa B og 93 % for RSV. Sensitivitet for SARS-CoV-2 hos barn var ikke mulig å regne ut grunnet lav forekomst i perioden.

FAKTA | Om artikkelen

- Denne studien ble utført av Karoline Berger, Siv-Hege Vang og Anders Bredberg i samarbeid med ansatte på de fire ulike akuttmottakene i Sykehuset Innlandet og avdeling for medisinsk mikrobiologi på Lillehammer sykehus.
- Studien inkluderte 1372 pasienter som møtte opp på akuttmottaket med luftveissymptomer i perioden november 2024 til mars 2025. Pasientene ble testet med en unik nasal antigen test som kan påvise SARS-CoV-2, influensa A, influensa B og RSV, og sammenlignet med resultatene fra en dyp neseprøve analysert med PCR.
- Artikkelen ble publisert i tidsskriftet Clinical Microbiology and Infection 8. april 2026 (1).

Konklusjon og betydning for fagfeltet

Denne studien rapporterer ytelsen til den brukervennlige nasale antigen testen Triplex for SARS-CoV-2, influensa A og B samt RSV.

Triplex-testen har en lavere sensitivitet enn PCR, noe som er observert for alle antigen tester på markedet. Sensitiviteten til Triplex ligger på 79-91% for SARS-CoV-2, influensa A/B og RSV i denne stu-

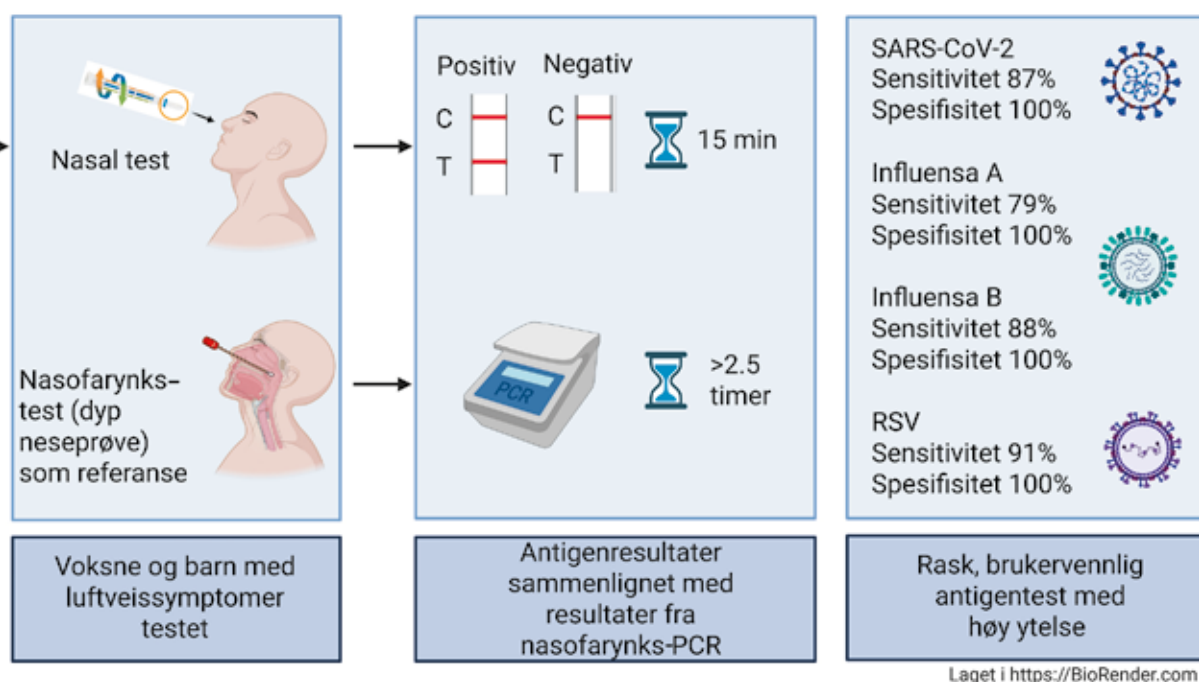
dien, og er den første Triplex-studien som også inkluderer voksne. Vi ser en høyere sensitivitet ved å kun inkludere barn, noe som er i samsvar med tidligere studier.

Vår studie indikerer at antigen test kan være et nyttig verktøy for rask avklaring av smittsomhet, som ved høy belastning og kapasitetsutfordringer i akuttmottak og andre kliniske situasjoner. Våre funn basert på PCR-sensitivitet i både Triplex-medium og dype neseprøver antyder at Triplex kan fungere som en markør for smittsomhet og dermed ha klinisk relevans ved vurdering av isolasjon og antiviral behandling. Våre funn understreker betydningen av korrekt prøvetakingsteknikk, samt nødvendigheten av strenge indikasjoner for testing, for eksempel typiske luftveissymptomer og kort sykdomsvarighet.

Ut ifra våre resultat foreslår vi en diagnostisk strategi som består av initial testing med Triplex antigen test for å bedømme smittsomhet, etterfulgt av en dyp neseprøve som blir sendt for PCR luftveispanel for å gi mer informasjon om diagnose for pasienter med atypiske eller langvarige symptomer. ■

Referanse

1. Berger K, Vang S-H, Bekkeseth RHO, Bredberg A. Performance of an antigen test for detection of SARS-CoV-2, influenza and respiratory syncytial virus – A prospective study. Clin Microbiol Infect. 2026 Aug;32(8):1295-1301. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2026.03.041>



FIGUR 1: Sammen- drag av metode og ytelse av Triplex- testen. Figuren er oversatt og hentet fra (1) (CC-BY 4.0).

Automatisert svaroverføring for mykobakterie-PCR gir betydelig gevinst i svartid og optimaliserer arbeidsflyten i laboratoriet

Jagdip Kaur¹ og Azel Arab el Mrhari Pettersen²

¹ Avdeling for mikrobiologi, Bakteriologisk enhet, Mykobakterielaboratoriet, Oslo universitetssykehus (OUS), Rikshospitalet (RH)

² Avdeling for mikrobiologi, Seksjon for kvalitet, IT og driftstøtte, OUS RH

Kontaktforfatter: jagk@ous-hf.no

Automatisert svaroverføring for mykobakterie-PCR ved Oslo universitetssykehus har redusert svartid, styrket kvalitetssikringen og effektivisert laboratoriets arbeidsprosesser ved diagnostikk av tuberkulose og andre mykobakterielle infeksjoner.

Tuberkulose (TB) er en alvorlig, smittsom sykdom som primært rammer luftveiene, og som fortsatt er blant de ti ledende dødsårsakene globalt. Sykdommen er særlig utbredt i lav- og mellominntektsland, men forekommer også i høyinntektsland. TB forårsakes hovedsakelig av *Mycobacterium tuberculosis* (Mtb) eller andre arter som inngår i *Mycobacterium tuberculosis*-komplekset. Resistente Mtb-stammer har spredd seg til Norge i kjølvannet av geopolitiske endringer og migrasjon (1).

Tuberkulose i Norge – lav forekomst, høye krav til diagnostikk

I Norge er forekomsten av TB lav, med færre enn 200 tilfeller årlig. Majoriteten av tilfellene, 80–90 %, oppstår hos personer født i land med høy forekomst av sykdommen (figur 1) (2).

Til tross for den lave insidensen av TB i Norge, stiller sykdommens alvorlighetsgrad og smittepotensial strenge krav til rask, følsom og pålitelig diagnostikk. Effektive laboratorieprosesser er derfor

avgjørende for å sikre tidlig påvisning og riktig behandling så snart som mulig.

Mtb er en langsomtvoksende og kravstor bakterie, noe som medfører lang analysetid ved tradisjonelle dyrkningsmetoder. Direkte påvisning av Mtb er derfor særdeles viktig. Molekylærbiologiske metoder for oppformering av DNA, som PCR, benyttes derfor i tillegg til tradisjonell dyrkning i økende grad for direkte påvisning av bakterielt DNA i kliniske prøvematerialer. Ettersom Mtb smitter via dråpesmitte, er det avgjørende at pasienter med høy klinisk mistanke om TB isoleres inn til diagnosen er avklart. Ved mistanke om TB ligger pasienter på sykehus på enerom med mellomgang mellom rom og korridor, i et såkalt P3-isolat.

Det er anslått at et døgn på P3-isolat kan koste opp mot 20.000 kr (3). For alle leger, sykepleiere og bioingeniører som skal inn til pasienter er det nødvendig å bruke frakk, hansker og åndedrettsvern, noe som er tidkrevende og dyrt. Pasienter som ligger på isolat, kan ofte føle seg ensomme og isolert. Dette understreker behovet for hurtige og pålitelige PCR-analyser med høy sensitivitet og spesifisitet.

Nye PCR-metoder ga økt behov for effektivisering

I 2024 tok Avdeling for mikrobiologi (MIK), Bakteriologisk enhet ved Rikshospitalet, Oslo universitetssykehus (OUS), i bruk PCR-instrumentet cobas® 5800 (Roche) (figur 2) og cobas® MTB analyse-kit for direkte påvisning av DNA fra Mtb-komplekset. Samtidig ble det innført nye analyser for påvisning av genotypisk resistens

mot rifampicin og isoniazid hos Mtb, samt en PCR-test for de hyppigst forekommende atypiske mykobakteriene, *Mycobacterium avium/intracellulare*. Hensikten med innføringen av disse analysene var å sikre rask, følsom og mer presis diagnostikk av TB og andre mykobakterielle infeksjoner, samt tidlig deteksjon av antibiotikaresistens som er av stor klinisk betydning.

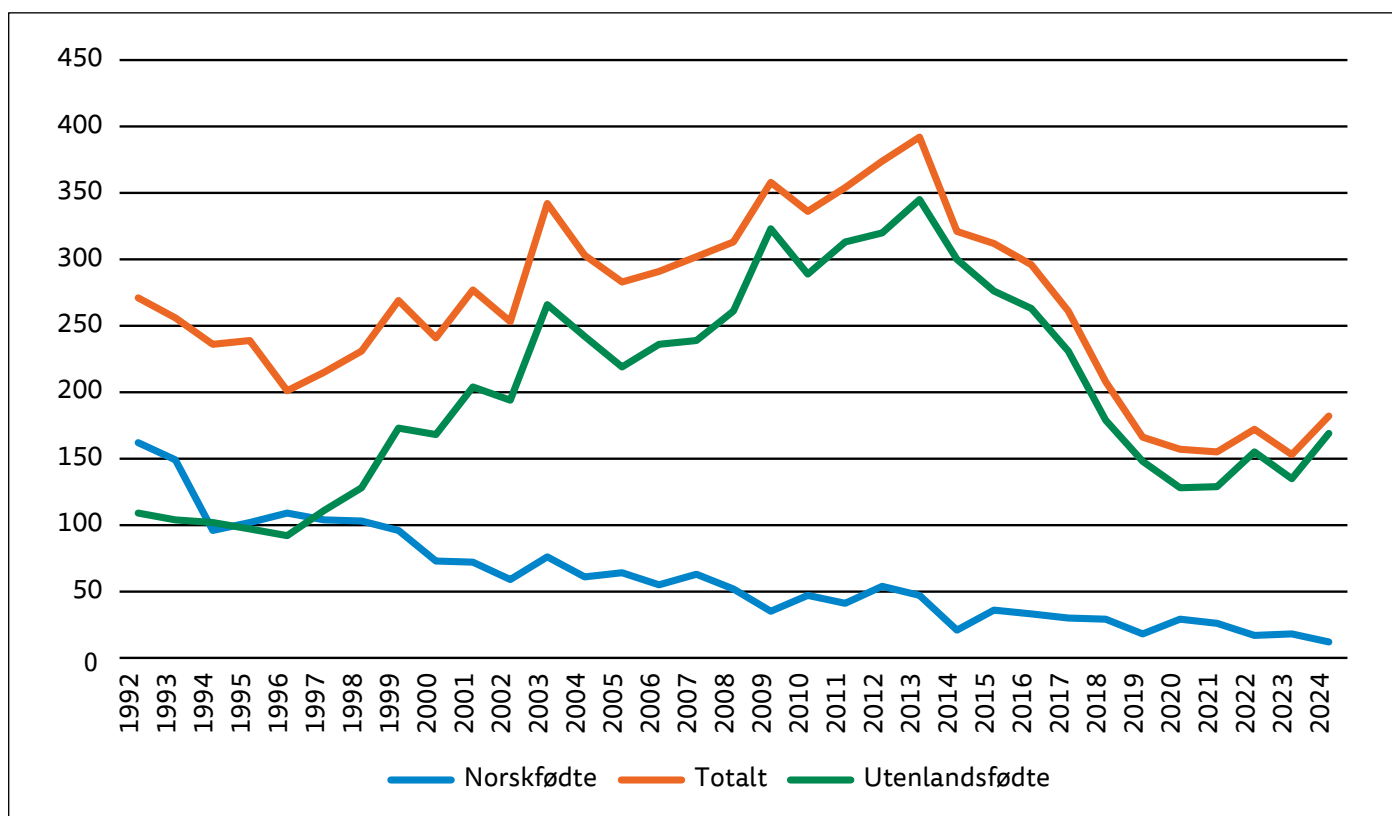
Tidligere arbeidsflyt og utfordringer

PCR-instrumentet ble tatt i bruk før integrasjon med laboratoriesystemet (LIMS) var på plass. Dette medførte en manuell arbeidsflyt der bioingeniører måtte rekvirere analyser direkte på instrumentet, etterfulgt av manuell avlesning av resultater med arbeidslister.

Videre måtte prøvesvarene registreres manuelt i LIMS før foreløpige svar kunne formidles til rekvirent. Denne prosessen var både tidkrevende og sårbar for forsinkelser og potensielle registreringsfeil.

Før PCR-analysen måtte pasientprøvene først forbehandles med N-acetyl-L-cystein (NALC) for å løse opp prøvematerialet. Deretter ble levende mykobakterier inaktivert med Microbial Inactivation Solution (MIS). Ved høyt prøvolum kunne det medføre at analyseresultater ikke ble avlest samme dag, ettersom Mykobakterielaboratoriet har åpningstid fra kl. 08:00 til 15:30.

Forsinket svarrapportering var uheldig, særlig i tilfeller hvor pasienter var isolert på grunn av mistanke om TB. Rask tilgang til PCR-resultater er avgjørende for klinisk beslutningstaking, inkludert oppstart av behandling eller oppheving av isolasjon.



FIGUR 1: Antall meldte tuberkulose tilfeller totalt i Norge, fordelt på norsk- og utenlandsfødte, fra 1992 til 2024. Illustrasjonen er hentet fra FHI årsrapport (2).

Behov for automatisering

Planlagt LIMS-integrasjon kom etter hvert på plass. Automatisert svaroverføring ville redusere manuelt arbeid, minimere risiko for feil og bidra til kortere svartider.

I tillegg ble daglige kvalitetskontroller tidligere avlest manuelt og dokumentert i separate Excel-regneark, noe som var tidkrevende. Det var derfor også et ønske om å etablere en automatisert og mer robust løsning for registrering og oppfølging av kvalitetskontroller.

Implementering av automatisert løsning

Arbeidet ble igangsatt som et samarbeidsprosjekt mellom MIK og Roche Diagnostics Norge AS.

Målet var å etablere en fullverdig integrasjon mellom PCR-instrumentet og LIMS.

Programvaren cobas infinity ble implementert som mellomledd for å muliggjøre toveis kommunikasjon mellom instrument og LIMS. Dette ga automatisk overføring av både arbeidslister og analyseresultater, samt støtte for kvalitetssikring og regelstyrt validering av resultater.

Det ble gjennomført en omfattende test-

fase der nye analysekoder ble opprettet, inkludert overføring av Ct-verdier fra PCR og positive, negative og ugyldige resultater til LIMS. Videre ble det implementert regler for automatisk kvalitetskontroll basert på statistiske avvik, ± 2 og ± 3 standardavvik. Resultater utenfor definerte

grenser ble automatisk stoppet for videre overføring.

Godkjente resultater ble umiddelbart overført til LIMS og deretter automatisk videre til journalsystemet DIPS for eksterne og interne rekvisitter, hvor de ble tilgjengelige for rekvisient uten manuell håndtering.

Stor gevinst i hverdagen

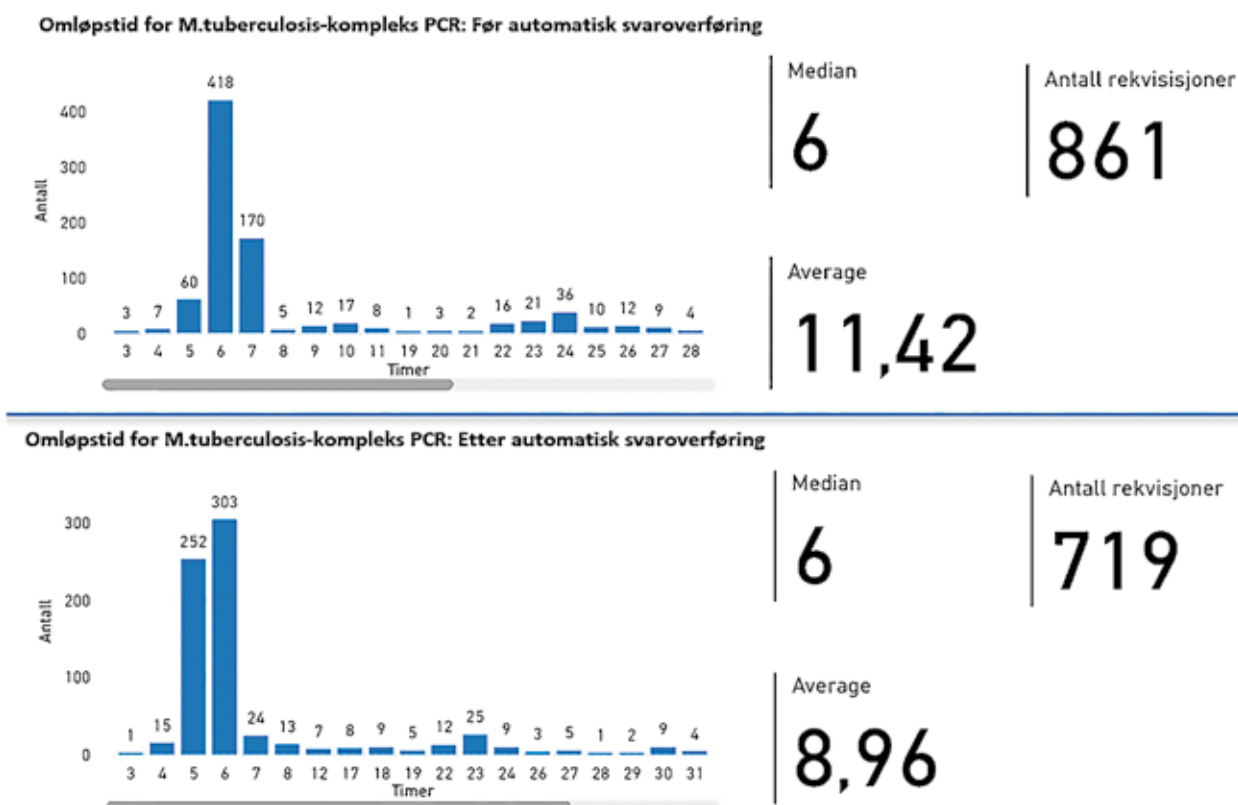
Den mest sentrale gevinsten ved automatiserte laboratoriesvar er muligheten for raskere klinisk beslutningstaking. Kortere tid fra prøvetaking til svar vedrørende resistens mot standard TB-behandling med rifampicin og isoniazid, kan bidra til tidligere oppstart av riktig behandling, samt raskere avklaring av isolasjonsbehov. Dette viser seg å ha stor betydning både for pasientsikkerhet og ressursutnyttelse i helsetjenesten, i et helhetlig perspektiv.

Implementeringen av automatisert svaroverføring har gitt betydelige gevinster i den daglige driften ved Mykobakterielaboratoriet. Reduksjonen i manuelle arbeidsprosesser har ikke bare bidratt til kortere svartid, men også til økt standardisering og redusert risiko for menneskelige feil. Dette er særlig viktig ➤



FIGUR 2: PCR-instrumentet cobas® 5800 fra Roche Diagnostics.

Foto: Privat



FIGUR 3: Omløpstad i timer for *Mycobacterium tuberculosis*-kompleks PCR før og etter innføring av automatisk svaroverføring. Figuren er laget i programmet Power BI.

ved diagnostikk av TB, hvor tidsaspektet er særlig kritisk for både pasientbehandling og smittevern.

Figur 3 viser at omløpstiden for Mtb-kompleks PCR ble redusert fra cirka 11 timer før automatisk svaroverføring til 9 timer etter at MIK tok i bruk automatisert løsning for besvarelse av PCR-svar. Etter innføring av automatisert svaroverføring, blir de fleste PCR-analysene besvart etter 5-6 timer. Automatisert svaroverføring har derved redusert svartiden for Mtb-PCR med cirka 2 timer.

Automatiseringen av kvalitetskontroller representerer også en viktig forbedring. Ved å innføre standardiserte kriterier for godkjenning av analyser, sikres en mer konsistent kvalitetssikring. Samtidig reduseres arbeidsbelastningen for bioingeniørene.

Selv om automatiseringen har gitt store gevinster, er det fortsatt behov for manuell vurdering av enkelte prøvesvar, spesielt ved avvik. Systemet er også helt avhengig av riktig etablering, oppsett og vedlikehold. Feil i regler, arbeidsrutiner eller integrasjon kan få konsekvenser for

svarflyten, og det er derfor viktig med kontinuerlig kvalitetsoppfølging.

Konklusjon

Automatisering av svaroverføring for mykobakterie-PCR ved MIK, OUS, har ført til redusert svartid, økt effektivitet og forbedret kvalitet i laboratoriets arbeidsprosesser. Løsningen gir raskere diagnostisk avklaring og bedre pasientbehandling, samtidig som den reduserer mengden manuelt arbeid og risiko for feil. Dette er god helseøkonomi.

Referanser

1. World Health Organization. Global Tuberculosis Report 2024. Geneva: World Health Organization; 2024.
2. Nordstrand K, Berild JD, Mengshoel AT, Strand ÅM, Ingebrigtsen TM, Heldal E. Tuberkulose i Norge 2024 – med behandlingsresultater for 2023. Årsrapport. Oslo: Folkehelseinstituttet; 2025
3. Bakken JD. Et døgn på isolat kan koste 20.000 kroner. Nationen 24.02.17: <https://www.nationen.no/et-dogn-pa-isolat-kan-koste-20-000-kroner/s/23-148-166150> (22.05.2026).

Om forfatterne



Jagdip Kaur er bioingeniør med spesialistgodkjenning og master i biomedisin. Hun jobber som spesialbioingeniør ved avdeling for mikrobiologi, Bakteriologisk enhet, Mykobakterielaboratoriet, OUS RH. Medlem av NITO BFIs rådgivende utvalg for mikrobiologi.



Azel Arab el Mrhari Pettersen er molekylærbiolog. Han jobber som seniorrådgiver/spesialrådgiver – IKT ved avdeling for mikrobiologi, Seksjon for kvalitet, IT og driftstøtte, OUS RH.



Grunnlagt i 1977 i Nord-Frankrike, er **Macopharma** en av de største aktørene i blodbank industrien. Macopharmas utvikling har alltid vært drevet av viktige innovasjoner som følge av betydelige investeringer i forskning og utvikling, samt samarbeid med kunder og partnere. **I 2025 startet MacoPharma et samarbeid med Lmb Technologie GmbH** for ytterligere å forsterke vår produkt portfolio på instrumentsiden.

Sammen tilbyr vi en rekke løsninger for blodbehandling som kombinerer ekspertise innen blodposer, instrumenter, programvare og retningslinjer for å støtte helsepersonell med sikrere og høyere kvalitet på blodkomponentene til fordel for givere og pasienter.

For mer informasjon kontakt
Jon Morten Olsen
48 50 53 99
jonmorten.olsen@macopharma.com



Hovedbudskap

- RBC-genotyping ved bruk av Ery Q[®] fra BAG Diagnostics kan egne seg som et supplement til serologisk typing.
- En spørreundersøkelse fra 2022 med syv respondenter fra ulike blodbanker i Norge viste at flere vurderer å implementere RBC-genotyping i fremtiden.
- Telefonintervjuer fra 2025 med syv blodbanker i Norge viste at to av syv utfører RBC-genotyping.

Sammendrag

Bakgrunn: Genotyping av røde blodceller (RBC) er aktuelt når serologisk typing er utilstrekkelig. Metoden utføres hovedsakelig i referanselaboratorier, men kan også være relevant ved mindre blodbanker. Denne studien evaluerte Ery Q[®] fra BAG Diagnostics som et supplement til serologisk typing og inkluderte en kartlegging av RBC-genotyping i et utvalg norske blodbanker.

Materialer og metoder: EDTA-blod fra 34 blodgivere ble analysert for enkelte antigener i Rh-, Kell-, Kidd-, Duffy- og MNS-blodtypesystemer ved bruk av Ery Q[®] kit, og resultatene ble sammenlignet med serologisk typing. Kartlegging av praksis og vurderinger knyttet til RBC-genotyping ble gjennomført via et nettbasert spørreskjema i 2022, og strukturerte telefonintervjuer med representanter fra syv blodbanker i Norge i 2025.

Resultater: Det var 100 % samsvar mellom resultatene av serologisk og molekylært typede D, c, E, e, K, Jk^a, Jk^b, Fy^a, Fy^b, M, N, S og s antigener. I tre prøver var genotypingen inkonklusiv for C/Cw. To blodbanker hadde implementert RBC-genotyping, én planla implementering i 2026, mens andre vurderte fremtidig bruk.

Konklusjon: Ery Q[®] kan egne seg for mindre blodbanker. Elektronisk overføring av genotyperesultater anbefales for å redusere manuelle feil. RBC-genotyping kan være aktuelt for flere blodbanker, forutsatt tilstrekkelig kompetanse og vurdering av kostnader og behov før implementering.

Nøkkelord

Blodtypesystemer, serologisk typing, RBC-genotyping, Ery Q[®] kit

■ Bioingeniøren er godkjent som vitenskapelig tidsskrift. Artikkelen er fagfellevurdert og godkjent etter Bioingeniørens retningslinjer.

Molekylær typing av erytrocyttantigener i blodbank: muligheter for implementering lokalt?

Hanne Greaker¹, Robert C. Wilson¹, Tor Henrik Andersen Tvedt², Elisabeth Ersvør¹

1 Institutt for Bioteknologi, Universitetet i Innlandet (INN)

2 Oslo universitetssykehus HF

Kontaktforfatter: hanne.greaker@inn.no

Introduksjon

Rutinemessig typing av erytrocyttantigener utføres hovedsakelig med serologiske metoder basert på hemagglutinasjon ved bruk av antigenspesifikke antisera (figur 1A) (1). Metoden er relativ enkel å utføre, rimelig og tjener transfusjonsmedisin godt i rutinen, men har visse begrensninger. Dette gjelder særlig hos pasienter med positiv direkte antiglobulintest (DAT), ved behandling med enkelte monoklonale antistoffer (anti-CD38/daratumumab, anti-CD47/magrolimab) (2), ved mangel på spesifikke antisera for visse blodtypeantigener (f.eks. U, DO^a, DO^b, Jr^a, Lan og Vel) (3) og ved svakt eller partielt uttrykk av antigener (2). For å omgå disse begrensningene kan RBC-genotyping fungere som et godt supplement til serologisk metode (figur 1B).

Nasjonalt referanselaboratorium for immunhematologiske utredninger hører til Oslo universitetssykehus (OUS), og her utføres RBC-genotyping på tilsendte prøver fra andre blodbanker.

Utgangspunktet for denne studien var et initiativ fra Sykehuset Innlandet (SI), ved ansvarlig avdelingsoverlege, om å utforske in-house RBC-genotyping. Begrunnelsen for å etablere RBC-genotyping lokalt var å oppnå kortere svartid ved utvidet fenotypelikt blod til pasienter, samt reduksjon av kostnader og typing av flere erytrocyttantigen hos blodgivere.

Det finnes kommersielle kit for RBC-genotyping som kan være egnet for implementering ved mindre blodbanker, det vil si utenfor rammen av et referanselaboratorium. Eksempler på slike kit er inno-train FluoGene[®] (inno-train Diagnostik) og Ery Q[®] (BAG Diagnostics). I denne studien ble Ery Q[®] fra BAG Diagnostics (4) evaluert som et supplement til serologisk metode. Testen er basert på TaqMan-teknologi og inkluderer frysetørkede primere og prober. Kvantitativ PCR (qPCR) muliggjør analyse av blant annet ABO, ABO-varianter, Rh-typer, svak D, partiell D og KKD/MNS. Programvaren PlexTyper[®] gir automatisert tolkning av resultatene.

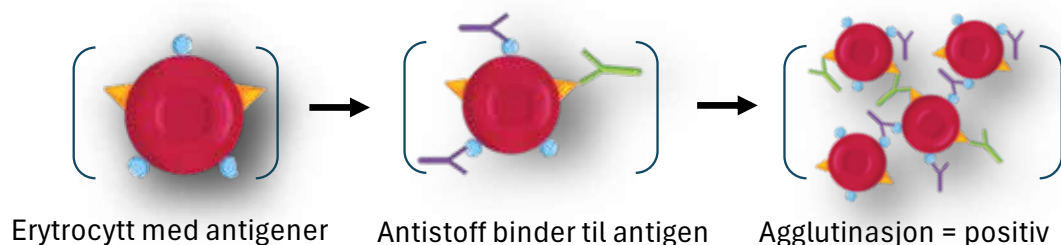
Denne studien ble gjennomført som en del av masterstudiet i bioteknologi ved Universitetet i Innlandet (INN) på oppdrag for SI. Målet var å evaluere Ery Q[®], et kommersielt tilgjengelig verktøy for RBC-genotyping, med sikte på mulig implementering ved SI. I tillegg ble det gjennomført en kartlegging av RBC-genotyping ved et utvalg norske blodbanker.

Materiale og metode

Etisk godkjenning: Datainnsamlingen i denne studien ble godkjent av personvernombudet ved Sykehuset Innlandet HF (prosjektkode 15594100) og vurdert som ikke meldepliktig av Regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk, Sør-Øst Norge (REK sør-øst

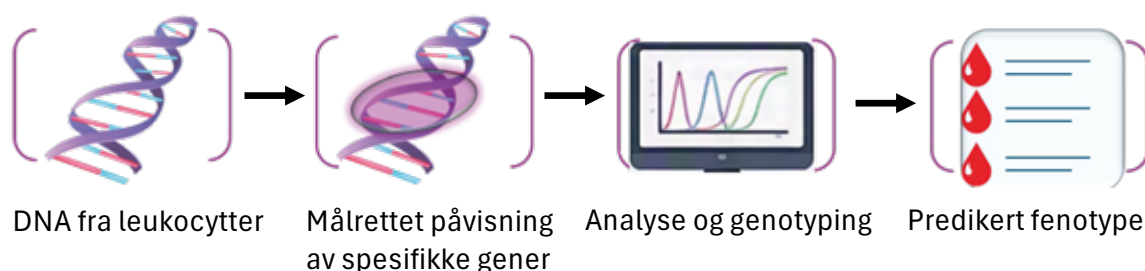
A

SEROLOGISK BLODTYPING



B

GENOMISK BLODTYPING



FIGUR 1. Serologisk og genomisk blodtyping. A) Direkte fenotyping som påviser antigener på erytrocyttens overflate. B) Indirekte typing som påviser gener som koder for erytrocyttantigener.

360867). Informert samtykke ble innhentet fra blodgiverne gjennom Helsedirektoratets standardiserte blodgiverskjema, som omfatter samtykke til bruk av anonymiserte blodprøver til forskningsformål.

Blodgivere: Totalt 34 blodgivere ble i 2021-22 inkludert i studien, basert på tidligere serologisk typing for å dekke de relevante fenotypene for Ery Q[®] kitene som ble brukt (KKD/MNS, RH, Svak D og Partiell D). Fenotyper som k+, Fy(b+w), og S-U+w ble ikke sammenlignet med genotyperesultater. Prøver som ved genotyping viste svak og/eller partiell D (D-varianter), stammet fra blodgivere som i blodbankdatasystemet var registrert som svak D, basert på tidligere serologisk RhD-reaksjon ≤ 2+.

DNA-ekstraksjon: Genomisk DNA (gDNA) ble ekstrahert fra leukocytt i EDTA-fullblod ved bruk av QIAamp[®] DNA

Blood Mini Kit (QIAGEN, Hilden, Tyskland) i henhold til produsentens anbefalinger. Konsentrasjon og renhet av ekstrahert DNA ble målt ved bruk av NanoDrop Spectrophotometer ND-1000 (Thermo Fisher Scientific, Wilmington, USA). DNA-konsentrasjoner mellom 10 – 30 ng/μl er anbefalt i Ery Q[®] kit instruksjonshefte, versjon EN-IFU-ERY-Q-V5-2021. Ekstrahert gDNA ble lagret ved -20 °C.

Genotyping av erytrocyttantigener: RBC-genotyping ble utført med Ery Q[®] kit (BAG Diagnostics, Lich, Tyskland), som er CE/IVDR-godkjent og forhåndsvalidert av produsenten, i henhold til produsentens instruksjoner. Totalt ble fire forskjellige Ery Q[®] kit benyttet i studien (RH, Svak D, Partiell D og KKD/MNS) som omfatter påvisning av allelvarianter innen blodtypesystemene Rh, Kell, Kidd, Duffy og MNS. Allelvarianter inkludert i hvert kit er

presentert i tabell S1 (tilgjengelig i nettversjon). Kvantitativ PCR ble utført ved bruk av CFX96[™] Real-Time System (C1000[™] Thermal Cycler, Bio-Rad, Hercules, USA). I tillegg til en intern amplifikasjonskontroll (humant HGH-gen) ble det brukt en ikke-templat kontroll (nukleinsyre- og nukleasefritt H₂O i stedet for DNA) for hver av de ulike kitene.

Tolkning av Ery Q[®]-genotype-resultater: Fluorescenssignaler generert av Ery Q[®] ble automatisk tolket av programvaren PlexTyper[®] (BAG Diagnostics, Lich, Tyskland), og fenotypen ble predikert fra genotypen for de ulike antigenene.

Kartlegging blant blodbanker i Norge: Hovedmålet med denne delen av studien var å avklare bruk, behov og preferanser for RBC-genotyping i norske blodbanker. Studien benyttet en mixed methods-tilnærming, med åpne spørsmål i spørreskjema

TABELL 1. Fenotypings- og genotypingsresultater innen Kell, Kidd, Duffy og MNS blodtypesystemer fra 21 blodgivere ved bruk av Ery Q® KKD/MNS kit.

Blodtype-system	Alleler	Antigener	Serologisk resultat	Antall (%)	Genotyping	Predikerte fenotyper	Antall (%)
Kell	KEL*01.01 og KEL*02	K og k	K- ¹ K+ ¹ K+ ¹	18 (85.7) 2 (9.5) 1 (4.8)	KEL*02/KEL*02 KEL*01/KEL*02 KEL*01/KEL*01	K-k+ K+k+ K+k-	18 (85.7) 2 (9.5) 1 (4.8)
Kidd	JK*01 og JK*02 JK*01N.06 JK*02N.06	Jk ^a og Jk ^b Jk(a-b-) Jk(a-b-)	Jk(a+b-) Jk(a-b+) Jk(a+b+) Jk(a-b-) Jk(a-b-) Jk(a-b-)	8 (38.1) 7 (33.3) 6 (28.6) 0 (0) 0 (0) 0 (0)	JK*01/JK*01 JK*02/JK*02 JK*01/JK*02 - ³ - ³	Jk(a+b-) Jk(a-b+) Jk(a+b+) Jk(a-b-) Jk(a-b-) Jk(a-b-)	8 (38.1) 7 (33.3) 6 (28.6) 0 (0) 0 (0) 0 (0)
Duffy	FY*01 og FY*02 FY*02N.01 (eller FY*01N.01) ²	Fy ^a og Fy ^b Fy(a-b-)	Fy(a+b-) Fy(a-b+) Fy(a+b+) Fy(a-b-)	2 (9.5) 10 (47.6) 9 (42.9) 0 (0)	FY*01/FY*01 FY*02/FY*02 FY*01/FY*02 - ³	Fy(a+b-) Fy(a-b+) Fy(a+b+) Fy(a-b-)	2 (9.5) 10 (47.6) 9 (42.9) 0 (0)
MNS	GYPA*01 og GYPA*02 GYPB*03 og GYPB*04	M og N S og s	M+N- M-N+ M+N+ S+s- S-s+ S+s+	7 (33.3) 5 (23.8) 9 (42.9) 3 (14.3) 10 (47.6) 8 (38.1)	GYPA*01/GYPA*01 GYPA*02/GYPA*02 GYPA*01/GYPA*02 GYPB*03/GYPB*03 GYPB*04/GYPB*04 GYPB*03/GYPB*04	M+N- M-N+ M+N+ S+s- S-s+ S+s+	7 (33.3) 5 (23.8) 9 (42.9) 3 (14.3) 10 (47.6) 8 (38.1)

¹ k-antigenet er ikke serologisk typet
² Ved enkelte kombinasjoner av nærliggende SNP'er kan Ery Q® ikke skille mellom alternative haplotyper. Mer enn én underliggende allelkombinasjon kan derfor forklare den rapporterte genotypen.
³ Allel ikke detektert

TABELL 2. Sammenligning av feno- og genotyping fra 23 blodgiverprøver for hovedantigenene i Rh-blodtypesystemet ved bruk av Ery Q® RH kit.

Blodtype-system	Alleler	Antigener	Serologisk resultat	Antall (%)	Genotyping	Predikerte fenotyper	Antall (%)
Rh	RHD*01 RHD*01N.01	D	D+ D-	18 (78.3) 5 (21.7)	RHD*01/- ¹ RHD*01N.01/RHD*01N.01	D+ D-	18 (78.3) 5 (21.7)
	RHCE*C og RHCE*c	C og c	C+c- C-c+ C+c+ C ^w + C ^w -	3 (13) 8 (34.8) 12 (52.2) 3 (13) 20 (87)	RHCE*C/RHCE*C RHCE*c/RHCE*c RHCE*C/RHCE*c RHCE*C ^w /- ¹ - ⁴	C+c- C-c+ C+c+ C ^w + C ^w -	1 (4.3) ² 8 (34.8) 11 (47.8) ³ 1 (4.3) ² 20 (87)
	RHCE*E og RHCE*e	E og e	E+e- E-e+ E+e+	0 (0) 17 (73.9) 6 (26.1)	RHCE*E/RHCE*E RHCE*e/RHCE*e RHCE*E/RHCE*e	E+e- E-e+ E+e+	0 (0) 17 (73.9) 6 (26.1)

¹ Ifølge LABEX kan Ery Q® ikke fastslå zygositet for RHD eller RHCE.
² To prøver serologisk typet som C+ og Cw+ ga inkonklusive genotyper. Ved enkelte kombinasjoner av nærliggende SNP'er kan Ery Q® ikke fastsette haplotype, slik at mer enn én allelkombinasjon kan forklare genotypen. Produsenten rapporterer derfor kun påviste SNP'er i slike tilfeller.
³ En prøve serologisk typet til C+ og Cw+ ble etter genotyping predikert som kun Cw+.
⁴ Allel ikke detektert.

og intervjuer, og gjennomførte deskriptiv, tematisk og kvantitativ innholdsanalyse av dataene (5). To ulike metoder ved to ulike tidspunkt ble benyttet.

- I 2022 ble et anonymt nettbasert spørreskjema med åpne spørsmål benyttet (www.nettskjema.no). Informert samtykke for anonyme undersøkelser ble

inkludert i spørreskjemaet. Rekrutteringsstrategien var bred forespørsel via e-post til fagnettverket Rådgivende utvalg for immunologi og transfusjonsmedisin i NITO BFI, samt til studieledere ved bioingeniørutdanningene med oppfordring om å videresende til praksisfelt innen transfusjonsmedisin. E-posten for rekruttering inneholdt informasjon og len-

ke til spørreundersøkelsen i nettskjema.no. Spørreundersøkelsen var anonymisert, og det ble ikke registrert direkte eller indirekte personidentifiserbare opplysninger. Datahåndtering og tematisk analyse av spørreskjemaet (2022) ble utført ved bruk av Microsoft Excel.

- I 2025 ble det gjennomført strukturelle, individuelle telefonintervjuer.

TABELL 3. Svake- og partielle D-typer identifisert ved bruk av Ery Q[®] kit Svak D og Partiell D i ti blodgiverprøver. Serologiske resultater viste reaksjonsstyrke $\leq 2+$.

Rh(D)-varianter	Antall (%)
Svak D type 1	3 (30%)
Svak D type 2	2 (20%)
Svak D type 3	1 (10%)
Partiell D type RHD*DVI.2	4 (40%)

En ringerunde ble utført til syv utvalgte blodbanker i Norge basert på geografisk spredning. Valg av deltakende blodbanker var formålsstyrt for å sikre geografisk og organisatorisk representativitet i Norge. Datainnsamlingen inkluderte sykehus fra ulike deler av landet (Haukeland universitetssjukehus, St. Olavs hospital, Stavanger universitetssjukehus, Sykehuset Innlandet, Sykehuset Østfold, Sørlandet sykehus og Universitetssykehuset Nord-Norge) for å fange variasjon i praksis og utfordringer på tvers av regioner. Utvalget reflekterer bevisst en blanding av større universitetssykehus og regionale sykehus for å ivareta variasjon i størrelse, opptaksområder og organisering av blodbanktjenester. De forespurte personene fikk muntlig informasjon om studien, og det ble innhentet spesifisert muntlig samtykke. Det ble ikke registrert direkte eller indirekte personidentifiserbare opplysninger. Data ble behandlet i form av notat. Notater ble gjengitt til respondenten som bekreftet innholdet før intervjuet ble avsluttet.

For begge metodene (2022/2025) ble følgende spørsmål inkludert i spørreskjema/intervjuguide: Hvor mange prøver har behov for RBC-genotyping i løpet av et år hos dere? Har dere RBC-genotyping implementert ved deres sykehus i dag? Hvis ja, hvilken metode benytter dere? Hvis nei, hvor sender dere prøver for RBC-genotyping? Vurderer dere å implementere RBC-genotyping lokalt i fremtiden? Hvorfor/hvorfor ikke? En fullstendig oversikt over alle spørsmålene er tilgjengelig i tabell S2 (tilgjengelig i nettkomplett).

Resultater

RBC-genotyping ved bruk av Ery Q[®]

Blodtypeantigener i Kell-, Kidd-, Duffy- og MNS-systemene

Totalt ble 21 blodgivere genotypet ved bruk av Ery Q[®] kitet KKD/MNS for anti-

genene K, Jk^a, Jk^b, Fy^a, Fy^b, M, N, S og s. Det ble ikke funnet avvik mellom genotyping og tidligere serologisk typing (tabell 1). Ikke-templat-kontrollene viste ingen fluorescenssignal i q-PCR-analysen. Den interne amplifikasjonskontrollen viste fluorescenssignal i hver av multiplex PCR-reaksjonene.

Blodtypeantigener i Rh-systemet

Totalt ble 23 blodgivere genotypet for antigenene D, C, c, E og e ved bruk av Ery Q[®] RHkit. Feno- og genotypene av D, C, c, E og e antigener er presentert i tabell 2. Resultatene viste 100 % samsvar mellom RhD/E feno- og RHD*01/RHCE*E genotyper. Én prøve, serologisk typet som C+ og C^w+, ble etter genotyping predikert som kun C^w+ fenotype. I to andre prøver, begge serologisk typet som C+ og C^w+, var genotypingen inkonklusiv for C og C^w antigenene. For disse tre prøvene kunne ikke Ery Q[®] skille mellom mulige allelkombinasjoner på haplotypnivå og dermed ikke fastsette en entydig genotype (personlig kommunikasjon fra LABEX).

I tillegg ble ti blodgivere genotypet for svak- og partiell D ved bruk av Ery Q[®] kitene for svak D og partiell D. RBC-genotyping av disse ti blodgiverne, serologisk RhD-typet med reaksjonsstyrke $\leq 2+$, viste at tre (30 %) var svak D type 1, to (20 %) var svak D type 2, og én (10 %) blodgiver var svak D type 3. De resterende fire (40 %) prøvene utgjorde partiell D type RHD*DVI.2 (tabell 3).

Kartlegging blant blodbanker i Norge

Syv respondenter fullførte anonym spørreundersøkelse i 2022, og syv respondenter deltok i en etterfølgende kartlegging via telefonintervju i 2025. Fordi undersøkelsen i 2022 var anonym, foreligger det ingen mulighet for å verifisere om noen av respondentene deltok i begge studiene. Presentasjonen av resultatene er strukturert tematisk, og omtales som følgende: (i) omfang av RBC-genotyping, (ii) kliniske indikasjoner, (iii) betydningen av svartid, (iv) implementering, (v) erfaringer med ulike kit, og (vi) fremtidige behov.

Omfang av RBC-genotyping: Resultatene fra spørreundersøkelsen i 2022 viste at respondentene estimerte færre enn 12 prøver for RBC-genotyping per år, med unntak av én respondent som rapporterte et behov for 100–200 prøver per år. I tele-

fonintervjuene i 2025 rapporterte blodbankene et årlig antall prøver som varierte fra cirka 10 til 250 (figur 2).

Kliniske indikasjoner for RBC-genotyping: I spørreundersøkelsen fra 2022 oppga respondentene blant annet følgende kliniske indikasjoner for RBC-genotyping: (i) nylig transfunderede pasienter, (ii) autoantistoffer, (iii) hemoglobinopatis (for eksempel talassemi eller sigdcellesykdom), (iv) daratumumab-behandling, særlig ved positiv DAT, (v) svake antigenuttrykk og (vi) inkonklusive serologiske resultater. Kliniske indikasjoner ble ikke spesifikt undersøkt i telefonintervjuene i 2025.

Betydningen av svartid for RBC-genotyping: Respondentene fra spørreundersøkelsen i 2022 rapporterte at svartid for RBC-genotyping ofte er viktig for å kunne transfundere utvidet fenotypelikt blod. Fem av syv respondenter mente at lang svartid kan påvirke pasientbehandlingen. Konsekvensene kan tolkes både spesifikt, for eksempel som økt risiko for alloimmunisering, og mer overordnet som forsinket eller ikke tilstrekkelig tidsriktig pasientbehandling. Telefonintervjuene i 2025 bekreftet at respondentene opplevde kortere svartid som viktig, og dette ble trukket frem som en viktig årsak til å vurdere lokal implementering av RBC-genotyping.

Implementering av RBC-genotyping: Resultatene fra spørreundersøkelsen i 2022 viste at ingen av respondentene utførte RBC-genotyping lokalt, men sendte prøver til andre sykehus. Blant dem som oppga hvor prøvene ble sendt, ble Nasjonalt referanselaboratorium for immunhematologiske utredninger ved OUS angitt. Telefonintervjuene i 2025 viste at to av syv blodbanker har implementert RBC-genotyping. Ved én av disse brukes Ery Q[®] i rutinen, mens den andre planlegger å gå over til Ery Q[®] i 2026. I tillegg planlegger ytterligere én blodbank å implementere RBC-genotyping med Ery Q[®] i løpet av 2026. Hovedårsakene til lokal implementering er oppsummert på bakgrunn av respondentenes utsagn. Respondentene rapporterte kortere svartid, redusert risiko for alloimmunisering – og forbedret kostnadseffektivitet som de viktigste driverne.

Erfaringer med Ery Q[®]: Telefonintervjuene i 2025 avdekket erfaringer med Ery

ST. OLAVS HOSPITAL UNIVERSITETSSYKEHUSET I TRONDHEIM

Analysere ca. 250 prøver (både pasienter og blodgivere) for RBC-genotyping i løpet av et år. Sykehuset har hatt RBC-genotyping implementert siden 2016. De skal nå erstatte ID CORE XT (Progenika) med Ery Q® (BAG). Erfaringene med Ery Q® har så langt vært positive. Fordelene inkluderer kort analysetid (ca. 70 minutter), lavere kostnader sammenlignet med ID CORE XT, IVDR-godkjenning, samt fleksibilitet til å velge hvilke kit som skal analyseres. En ulempe kan være at enkelte antigener som ID CORE XT typer ut, ikke detekteres av Ery Q®. I tillegg har de gitt tilbakemelding til leverandøren om forbedringsmuligheter knyttet til programvaren.

HELSE BERGEN Haukeland universitetssjukehus

Sender få prøver i året til OUS for RBC-genotyping. Utfører ikke RBC-genotyping selv. Ønsker å implementere RBC-genotyping lokalt, men ingenting er konkretisert, bestemt eller besluttet. Viktige argumenter for å implementere RBC-genotyping er å ha mulighet til å type ut gravide med svak RhD, utredning av antistoff og pasienter med autoantistoff. Det er en fordel å ha en nærhetsanalyse, tidsfaktor er viktig – forsendelse av prøver tar tid. I tillegg, muligheten til å kunne analysere flere prøver.

HELSE STAVANGER Stavanger universitetssjukehus

Sender ca. 50 prøver i løpet av året for RBC-genotyping til OUS. Utfører ikke RBC-genotyping selv, men vurderer å implementere RBC-genotyping lokalt i fremtiden. De oppgir som årsaker et ønske om å unngå prøvesending og oppnå kortere svartid. Det koster å sende prøver til et annet sykehus.

UNIVERSITETSSYKEHUSET NORD-NORGE DAVVI-NORGGA UNIVERSITEHTABUOHCEVIESSU



Sender ca. 12 prøver i året til OUS for RBC-genotyping. Utfører ikke RBC-genotyping lokalt, men vurderer å implementere RBC-genotyping i fremtiden. De ser behovet, men det er blant annet en kostnadsvurdering. En av fordelene ved implementering er muligheten til å genotype hele blodgiverkorpset, noe som vil forenkle prosessen med å finne blod til pasienten ved forekomst av en del irregulære antistoffer.

SYKEHUSET INNLANDET

Sender ca. 10 prøver i løpet av året for RBC-genotyping til OUS. Utfører ikke RBC-genotyping selv. Har vurdert å innføre RBC-genotyping, men det er ikke på agenda per dags dato. Det er et økonomisk spørsmål.

SYKEHUSET ØSTFOLD

Analysere 20-30 prøver for RBC-genotyping per år. Sykehuset har RBC-genotyping implementert. Hovedårsakene til implementering er kortere svartid og økt pasientsikkerhet ved blodtransfusjon. De benytter Ery Q® (BAG) i rutinen. De oppgir at Ery Q® passer til deres bruk siden de sjeldent setter opp mer enn én prøve, hovedsakelig ø-hjelpsprøver. Det er ønskelig å få koblet PlexTyper® software til blodbankdatasystemet.

SØRLANDET SYKEHUS

Sender ca. 50 prøver for RBC-genotyping per år til OUS. Sykehuset skal implementere Ery Q® (BAG) i løpet av 2026. Hovedårsaken til implementering oppgis å være raskere svartid. Metoden skal brukes på pasienter med DAT og multitransfunderte pasienter for å være sikrere ved valg av blod. Så langt har de gode erfaringer med Ery Q®, det fremstår som brukervennlig. Programmet PlexTyper® ser greit ut, med påvist eller ikke påvist. De planlegger å koble PlexTyper® til blodbankdatasystemet, men i begynnelsen må resultater legges inn manuelt. De påpeker at det må opparbeides mer kompetanse, og at eventuelle problemprøver må sendes til OUS.

FIGUR 2. Kartlegging av RBC-genotyping ved utvalgte sykehus i Norge. Figuren viser svarene fra en kartlegging gjennomført i 2025, der syv blodbanker i Norge deltok i individuelt telefonintervju. Spørsmålene i undersøkelsen fokuserte på antall analyserte prøver, bruk og implementering av RBC-genotyping, samt fremtidige planer for lokal implementering. For en fullstendig oversikt over spørsmålene, se tabell S2. Modifisert figur hentet fra <https://snl.no/Nord-Norge> (CC BY NC SA 3.0).

Q[®] testkit. Metoden ble vurdert som brukervennlig, med fordeler som kort analysetid (cirka 70 minutter), lavere kostnader, IVDR-godkjenning og fleksibilitet i valg av kit. Samtidig ble det rapportert om enkelte begrensninger, blant annet at PlexTyper[®]-programvaren ikke skiller mellom A1- og A2-blodtyper, men automatisk forutsetter at A1 er til stede. Det ble også påpekt at enkelte antigener som kan genotypes ved hjelp av ID CORE XT (Progenika), ikke dekkes av Ery Q[®].

Perspektiver rundt fremtidens behov: Resultatene fra spørreundersøkelsen i 2022 viste at seks av syv respondenter vurderte å etablere RBC-genotyping ved sitt helseforetak. Utvidet typing av erytrocyttantigener hos blodgivere og redusert svartid ble fremhevet som hovedårsaker til å vurdere implementering. Samtidig rapporterte fire av syv respondenter mangel på tilstrekkelig kompetanse innen genotyping av erytrocytter som en utfordring: én ønsket å bygge opp kompetanse, to var usikre på mulighetene for kompetansebygging, og én vurderte mulighetene som gode, blant annet gjennom videreutdanning. Én respondent oppga å ha delvis kompetanse, mens to oppga å ha nødvendig kompetanse og instrumenter for RBC-genotyping.

Telefonintervjuene med syv utvalgte blodbanker i 2025 viste at tre blodbanker uttrykte ønske om å etablere RBC-genotyping lokalt i fremtiden. Videre fremkom det at blodbanker som allerede benytter Ery Q[®] ønsker å koble programvaren PlexTyper[®] til blodbankdatasystemet for automatisk overføring av svar, men oppgir at dette foreløpig må gjøres manuelt.

Diskusjon

Metoder og resultater

Generelt sett er serologisk metode veletablert, kostnadseffektiv og integrert i dagens transfusjonsmedisin. Metoden har imidlertid begrensninger, blant annet ved tilfeller av autoantistoff (7) og lavt uttrykt antigen, som kan gi svake eller falskt negative reaksjoner (2). RBC-genotyping har ikke disse begrensningene.

I denne studien ble Ery Q[®] evaluert som komplementær til rutinemessig fenotyping av erytrocyttantigener ved hjelp av serologiske metoder. Resultatene viste godt samsvar for antigenene K, Jk^a,

Jk^b, Fy^a, Fy^b, M, N, S og s. Fenotypene k+, Fy(b+w) og S-U+w ble ikke sammenlignet med genotyperesultater.

I tillegg var det 100 % samsvar mellom genomisk og serologisk typing av RhD/E antigener. Én prøve var serologisk typet til C+ og C^w+. Ery Q[®] predikerte C^w+ fenotype, men kunne ikke avklare om prøven også uttrykte C antigenet, ettersom metoden ikke kunne skille mellom de aktuelle allelkombinasjonene på haplotypenivå. I to andre prøver, som også var serologisk typet til C+ og C^w+, var genotypingen inkonklusiv. Fenotypen ble predikert som enten C+ og C^w+ eller kun C^w+. Ery Q[®] kunne heller ikke skille mellom mulige allelkombinasjoner på haplotypenivå for disse prøvene, og dermed ikke fastsette en entydig genotype (personlig kommunikasjon fra LABEX).

Genotyping av ti serologisk svake RhD typer viste at 60 % av blodgiverne ble genotypet som enten svak RhD type 1, 2 eller 3. De resterende 40 % ble genotypet som partiell RhD type RHD*DVI.2 (tabell 3). Svak og partiell RhD kan ikke differensieres serologisk og er en av utfordringene ved bruk av serologisk metode (8). De fleste partielle D'er types som D positiv serologisk, mens enkelte partielle D'er som har få epitoper (f.eks. RHD*DVI.2) gir svak reaksjonsstyrke (9). Individer med partiell D, hvorav RHD*DVI er den vanligste, produserer ofte anti-D ved eksponering på villtype (konvensjonelt eller normalt) D-antigen (10). Identifisering av individer med svak D type 1, 2 og 3 ved hjelp av RBC-genotyping er viktig siden de ikke danner anti-D når de utsettes for RhD positive erytrocytter. De kan dermed behandles som RhD positive (10). Kvinner i fertil alder med svak D type 1, 2 og 3 vil heller ikke trenge anti-D immunglobulin (RhD-profylakse) i forbindelse med svangerskap eller RhD positive trombocyttransfusjoner (11). Det finnes flere D-varianter som kommersielle kit ikke genotyper. Kitene inkluderer et forhåndsdefinert sett med alleler, og D-varianter med lavere forekomst i populasjonen er ikke tatt med. Ytterligere metoder, som DNA-sekvensering, kan være nødvendig for å type ut sjeldne varianter.

I denne studien ble Ery Q[®] vurdert som brukervennlig, med fordeler som begrenset manuell håndtering (cirka 1,5 time) og fleksibilitet til å kombinere ulike kit i én

kjøring, avhengig av hvilke antigener som er av interesse. Metoden krever et qPCR-instrument, noe som ofte er tilgjengelig i molekylærbiologiske laboratorier. Per i dag er Ery Q[®] kun validert for et begrenset utvalg av qPCR-instrumenter. PlexTyper-programvaren foretar automatisk analyse av Ery Q[®]-resultatene. En utfordring med automatisk analyse er knyttet til operatørens manglende innsyn i rådata og tolkningsalgoritmer, noe som preger forutsettningene for kvalitetssikring. Operatøren har ikke innsyn i hvordan tolkningsalgoritmene er utviklet for å omforme scoringsresultatene til genotyper. Resultater fra analysen og predikerte fenotyper var tilgjengelige i form av skriftlige svarrapporter. I fravær av automatisk opplasting av disse dataene til det lokale blodbankdatasystemet, er manuell dataregistrering nødvendig- noe som representerer en potensiell feilkilde.

Den anonyme spørreundersøkelsen avdekket i 2022 at ingen av respondentene utførte RBC-genotyping. Imidlertid vurderte flere implementering i fremtiden, med begrunnelse i fordelene ved utvidet fenotyping av blodgivere og redusert svartid. Måltrettet kartlegging utført i 2025 viste at genteknologiske metoder er, eller planlegges implementert, ved tre av syv sykehus. Tre andre vurderte fremtidig implementering, mens ett sykehus ikke hadde planer om dette. Et genotypet blodgiverkorps ble fremhevet som en viktig fordel, da det kan bidra til å identifisere blodgivere som er antigen-negative for klinisk relevante antigener, inkludert enkelte høyfrekvente antigener. Dette vil være særlig nyttig for transfusjon av fenotypelike erytrocyttkonsentrater til spesielt utsatte pasienter, der målet er å redusere risikoen for alloimmunisering (12, 13), selv om immunisering ikke kan forhindres hos alle pasienter.

Undersøkelsen avdekket i 2022 at tre av syv respondenter oppgir å ha kompetanse eller delvis kompetanse innen RBC-genotyping. Denne typen genotyping krever omfattende kunnskap om blodtyper, blodtypesystemer og deres molekylære bakgrunn. Selv om metoder som Ery Q[®] tilbyr programvare med automatisk prediksjon av fenotyper, er det nødvendig å tolke de molekylære og serologiske dataene med forsiktighet (11).

Svakheter og mangler

Denne studien har enkelte begrensninger. Studien benyttet kun kommersielle kit fra én produsent, og i fremtidige studier anbefaler vi å teste og sammenlikne kommersielle kit fra ulike produsenter med hensyn til kostnader, analysetid og resultat kvalitet.

Undersøkelsen fra 2022 har et svakt datagrunnlag da svarene var anonyme og ikke kunne kobles til spesifikke blodbanker. Dette begrenset muligheten for oppfølgingsspørsmål og ytterligere avklaringer. Derimot har undersøkelsen fra 2025 et mer robust datagrunnlag, da den ble gjennomført som telefonintervjuer med syv blodbanker, hvor svarene kunne knyttes til spesifikke helseforetak/blodbanker. Dette ga mer detaljert innsikt i lokale praksiser og erfaringer. For fremtidige studier anbefales det å etablere direkte kontakt og korrespondanse med hver enkelt blodbank, uten anonymisering, for å sikre bedre datakvalitet og mulighet for oppfølging ved behov for avklaringer.

Konklusjoner

Ery Q[®] muliggjør genotyping av flere erythrocyttantigener fra ulike blodtypesystemer i én kjøring, med lite manuelt arbeid. For å effektivisere prosessen ytterligere anbefales automatisk overføring av genotyperesultater til lokale blodbankdatasystemer. Respondentene som allerede har implementert Ery Q[®], og de som har testet den og planlegger implementering, vurderer metoden som nyttig for dem. De respondentene som vurderer å implementere RBC-genotyping understreker behovet for nøye vurdering av kompetanse, kostnader og nytte før en eventuell implementering. Videre studier er nødvendige

for å sammenlikne ulike kommersielle kit med hensyn til kostnader, analysetid og nøyaktighet i resultatene. Det er også behov for kost-nytte-vurderinger for å sikre at implementering av RBC-genotyping gir fordeler både for persontilpasset transfusjon og for ressursbruk i blodbankene. Samarbeid og dialog med relevante aktører, inkludert nasjonale ressurser og kompetansemiljøer, kan være verdifullt i prosessen med å etablere RBC-genotyping og legge til rette for kompetanseoverføring. ■

Takk til

Takk til overlege Karin Magnussen og til blodbankene i Sykehuset Innlandet for oppdraget, innsamling av blodprøver fra blodgivere og tilrettelegging for det praktiske laboratoriearbeidet. Takk til LABEX som leverte Ery Q[®] kit til rabattert pris og bistod med teknisk veiledning og opplæring knyttet til Ery Q[®]. LABEX var ikke involvert i studiens design, dataanalyse, tolkning av resultatene eller arbeid med manuskriptet.

Interessekonflikter

Forfatterne erklærer ingen interessekonflikter.

Forfatternes bidrag

HG, RCW og EE utformet og designet studien; HG samlet dataene, bidro med blodgiverprøver, utførte analysene. HG har laget første manusutkast, RCW, THAT og EE har bidratt med bearbeiding av manus, litteratur og revisjon av manuset. Alle forfatterne har lest og godkjent det endelige manuskriptet.

Referanser

1. Li HY, Guo K. Blood Group Testing. *Front Med.* 2022;9:827619. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.827619>
2. Daniels G. An overview of blood group genotyping. *Ann Blood.* 2023;8:3. <https://dx.doi.org/10.21037/aob-21-37>
3. Lane WJ. Recent advances in blood group genotyping. *Ann Blood.* 2021;6:31. <https://dx.doi.org/10.21037/aob-21-8>
4. BAG Diagnostics. Blood group real-time PCR typing: <https://www.bag-diagnostics.com/en/bloodgroup-real-time-pcr-typing.html> (22.05.2022).
5. Doyle L, McCabe C, Keogh B, Brady A, McCann M. An overview of the qualitative descriptive design within nursing research. *J Res Nurs.* 2020;25(5):443–55. <https://doi.org/10.1177/1744987119880234>
6. Dhawan H, Kumawat V, Marwaha N, Sharma R, Sachdev S, Bansal D, et al. Alloimmunization and autoimmunization in transfusion dependent thalassemia major patients: Study on 319 patients. *Asian J Transfus Sci.* 2014;8(2):84. <https://doi.org/10.4103/0973-6247.137438>
7. Sapatnekar S, Figueroa PI. How do we use molecular red blood cell antigen typing to supplement pretransfusion testing? *Transfusion (Paris).* 2014;54(6):1452–8. <https://doi.org/10.1111/trf.12623>
8. Stegmann TC, Veldhuisen B, Bijman R, Thuriak FF, Bossers B, Cheroute G, et al. Frequency and characterization of known and novel RHD variant alleles in 37 782 Dutch D-negative pregnant women. *Br J Haematol.* 2016;173(3):469–79. <https://doi.org/10.1111/bjh.13960>
9. Daniels G. Variants of RhD – current testing and clinical consequences. *Br J Haematol.* 2013;161(4):461–70. <https://doi.org/10.1111/bjh.12275>
10. Sandler SG, Chen LN, Flegel WA. Serological weak D phenotypes: a review and guidance for interpreting the RhD blood type using the RHD genotype. *Br J Haematol.* 2017;179(1):10–9. <https://doi.org/10.1111/bjh.14757>
11. Sandler SG, Flegel WA, Westhoff CM, Denomme GA, Delaney M, Keller MA, et al. It's time to phase in RHD genotyping for patients with a serologic weak D phenotype. *Transfusion (Paris).* 2015;55(3):680–9. <https://doi.org/10.1111/trf.12941>
12. Flegel WA, Gottschall JL, Denomme GA. Implementing mass-scale red cell genotyping at a blood center. *Transfusion (Paris).* 2015;55(11):2610–5. <https://doi.org/10.1111/trf.13168>
13. Kulkarni S, Choudhary B, Gogri H, Sharma J, Madkaikar M. Red cell antigen phenotypes in blood donors & thalassaemia patients for creation of red cell antigen-matched inventory. *Indian J Med Res.* 2020;152(3):273–9. https://doi.org/10.4103/ijmr.IJMR_1199_18

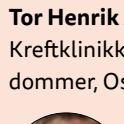
Om forfatterne



Hanne Greaker, bioingeniør, senioringeniør, Institutt for bioteknologi, Universitetet i Innlandet (INN)



Robert C. Wilson, professor, Institutt for bioteknologi, Universitetet i Innlandet (INN)



Tor Henrik Andersen Tvedt, overlege, Kreftklinikken, Avdeling for blodsykdommer, Oslo universitetssykehus



Elisabeth Ersvær, førsteamanuensis, Institutt for bioteknologi, Universitetet i Innlandet (INN)

Nyhet!

QuidelOrtho er nå en del av Triolab

Triolab tilbyr hele sortimentet fra QuidelOrtho i Norge

Samme kompetanse. Samme kontaktpersoner. Nå hos Triolab.

Gjennom et utvidet samarbeid styrker vi vårt tilbud innen blodbank og transfusjonsmedisin, samtidig som vi åpner for nye muligheter innen klinisk kjemi, hurtigdiagnostikk og pasientnær analysing.

For deg som kunde betyr dette én lokal samarbeidspartner for bestilling, leveranser, opplæring, applikasjonsstøtte og service.

QuidelOrtho sine medarbeidere i Norge er nå en del av Triolab. Det sikrer kontinuitet, lokal tilstedeværelse og videreføring av verdifull erfaring og produktkompetanse.

- Anne Noer, produktsjef
- Ellen-Margrethe Wahl, applikasjonsspesialist
- Jens Tore Haga, serviceingeniør
- Roger Berntsen, serviceingeniør



 QuidelOrtho™

Triage MeterPro®

Når pasientforløpet er avgjørende

Nøkkelfunksjoner

- hsTroponin I til pasientnær analysing (PNA)
- Etablert beslutningsgrenser både for enkelt prøve og 0-/1-times algoritme
- Gjennomsnittlig svartid 12 minutter
- Innebygde kvalitetskontroller i hver testkassett
- Robust og brukervennlig instrument uten behov for vedlikehold eller service

For mer informasjon



Anne Noer
Produktsjef
t: +47 40 55 73 08
e: anne.noer@triolab.no

 **TRIOLAB**

Triolab AS | Jogstadveien 21, 2007 Kjeller | +47 63 83 57 50 | info@triolab.no | www.triolab.no



Karl Albert Brokstad

Professor i mikrobiologi og immunologi. Høgskulen på Vestlandet (HVL). Bioingeniørutdanningen, Institutt for sikkerheit, kjemi- og bioingeniørfag. E-post: kabr@hvl.no

Analyse av antistoffer mot luftveisvirus i morsmelk: Utvikling av en ELISA-basert metode

Morsmelk inneholder store mengder antistoffer, og disse beskytter barnet i sin første levetid mot infeksjoner gjennom en prosess vi kaller passiv immunisering.

Bakgrunn

Luftveisinfeksjoner er en vesentlig global helseutfordring, særlig for spedbarn med et utrent immunforsvar. Passiv immunitet gjennom maternale antistoffer spiller en avgjørende rolle tidlig i livet. Mens IgG blir overført via placenta, er morsmelk en viktig kilde til sekretorisk IgA, som verner slimhinner, spesielt i øvre luftveier. Vaksinerer av mor kan øke nivået av antistoffer både i serum og morsmelk, og dermed styrke beskyttelsen av barnet mot luftveisinfeksjoner. Trass i økende interesse for dette feltet, mangler det standardiserte metoder for å måle virusspesifikke antistoffer i morsmelk. Formålet med denne studien var derfor å utvikle og optimalisere en ELISA-basert metode for kvantifisering av antistoffer mot luftveisvirus i morsmelk og serum fra ammende kvinner. Resultatene fra denne studien er publisert i en egen artikkel (1).

Metode og sentrale funn

Serum- og morsmelkprøver ble samlet inn fra 26 ammende kvinner. Indi-

FAKTA | Om artikkelen

- Studien ble utført fra september 2025 – april 2026 ved Høgskulen på Vestlandet (HVL), campus Bergen og Influenzasenteret på Universitetet i Bergen i forbindelse med en bacheloroppgave på bioingeniørstudiet ved HVL. Studentene var med å planlegge studien, de rekrutterte mødre, samlet prøver og analyserte prøvene selv. Resultatene fra oppgaven ble publisert i tidsskriftet *Viruses* i mai 2026 (1).
- Barns beskyttelse mot infeksjoner i sin første levetid er et viktig tema som studien belyser. Heldigvis er det få spedbarn som får alvorlige infeksjoner her i landet, men i de tilfellene det skjer, er det dramatisk for både barn og foreldre. Resultatene i denne studien viser at mødrene vi undersøkte hadde høye nivåer av antistoffer i morsmelk, noe som bidrar til passiv immunitet hos barna.

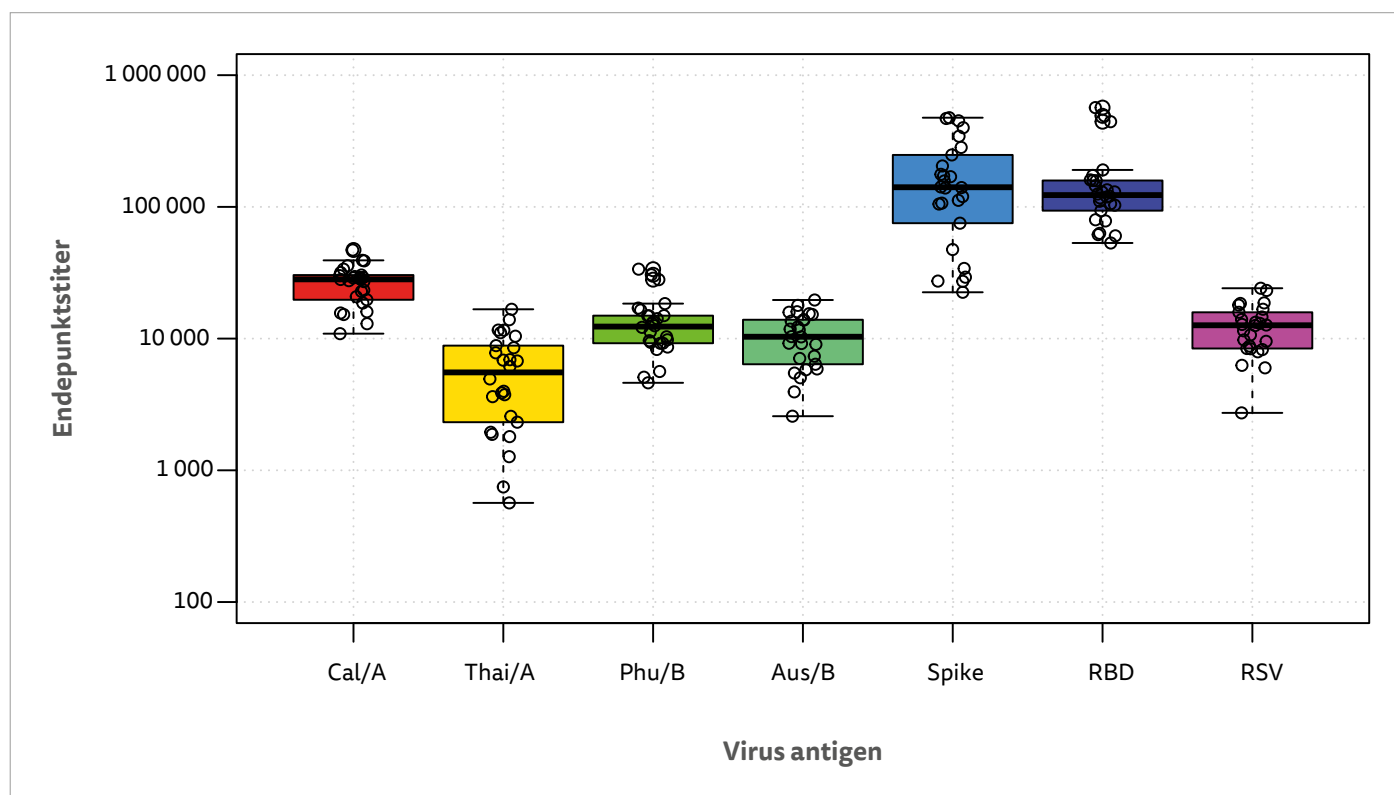
rekte ELISA ble benyttet for å påvise IgG-, IgA- og IgM-antistoffer mot influensa A (H1N1 og H3N2), influensa B, koronavirus (SARS-CoV-2) og respiratory syncytial virus (RSV). Metoden ble optimalisert for morsmelk gjennom sentrifugering, modifisering av blokkeringsbuffer og justering av inkubasjonsbetingelser. Datahåndtering ble utført i Microsoft Excel,

og endepunktstiter og statistiske analyser ble beregnet i R og R-studio. Den optimaliserte ELISA-metoden gjorde det mulig å påvise virusspesifikke IgG- og IgA-antistoffer i både serum og morsmelk. Metodeendringer reduserte uspesifik binding og matrikseffekter.

Virusspesifikke IgG- og IgA-antistoffer ble påvist i alle serum- og morsmelkprøver (figur 1). Morsmelk hadde et høyere nivå av IgA, mens serum hadde et høyere nivå av IgG. Imidlertid ble det påvist veldig lave nivåer av IgM i serum, og såpass lave nivåer av IgM i morsmelk at de ble ekskludert fra videre analyser. Denne studien viser at indirekte ELISA kan tilpasses for påvisning av virusspesifikke antistoffer i både serum og morsmelk. De metodiske tilpassingene var avgjørende for å håndtere den komplekse sammensetningen av morsmelk, og sikre valide og reproducerbare resultater.

Konklusjon

Virusspesifikke IgG- og IgA-antistoffer ble påvist i alle prøver, noe som stadfester at ammende kvinner har både sirkulerende og sekretoriske antistoffer mot vanlige luftveisvirus. Som forventet var IgG dominerende i serum, mens IgA dominerte i morsmelk. Dette samsvarer med etablerte immunologiske prinsipper om at sekretorisk IgA spiller en sentral rolle i slimhinneimmuniteten. Funnene tyder på at deltakerne har vært eksponert for luftveisvirus gjennom infeksjon og/eller vaksinasjon i løpet av de siste åre-



FIGUR 1. Hovedresultater fra studien. Boksplottet viser endepunktstiter for IgA i morsmelk mot sju forskjellige luftveisvirusantigen. Influenta A (California og Thailand), Influenta B (Phuket og Austria), SARS-CoV-2 (spike og reseptorbindende domene RBD) og RSV (respiratorisk syncytialvirus). Endepunktstiter (ept) angir hvor mye prøven må fortynnes før prøven gir et negativt svar, eks. ept = 10000, prøven fortynnes mer enn 10000 ganger før den gir et negativt prøvesvar. Figuren er laget i R av forfatteren.

ne. Studien viser at indirekte ELISA kan tilpasses for pålitelig kvantifisering av virusspesifikke antistoffer i morsmelk. Metoden gir et viktig grunnlag for videre forskning på passiv immunitet og beskyttelse av spedbarn.

Det høye nivået av IgA i morsmelk understreker at dette antistoffet sær-

lig beskytter slimhinner hos spedbarn. Siden spedbarn har et utrent immunforsvar, er passiv immunitet gjennom amming en viktig forsvarsmekanisme. Videre indikerer funnene at maternell immunstatus påvirker immunbeskyttelsen som overføres til barnet. ■

Referanse

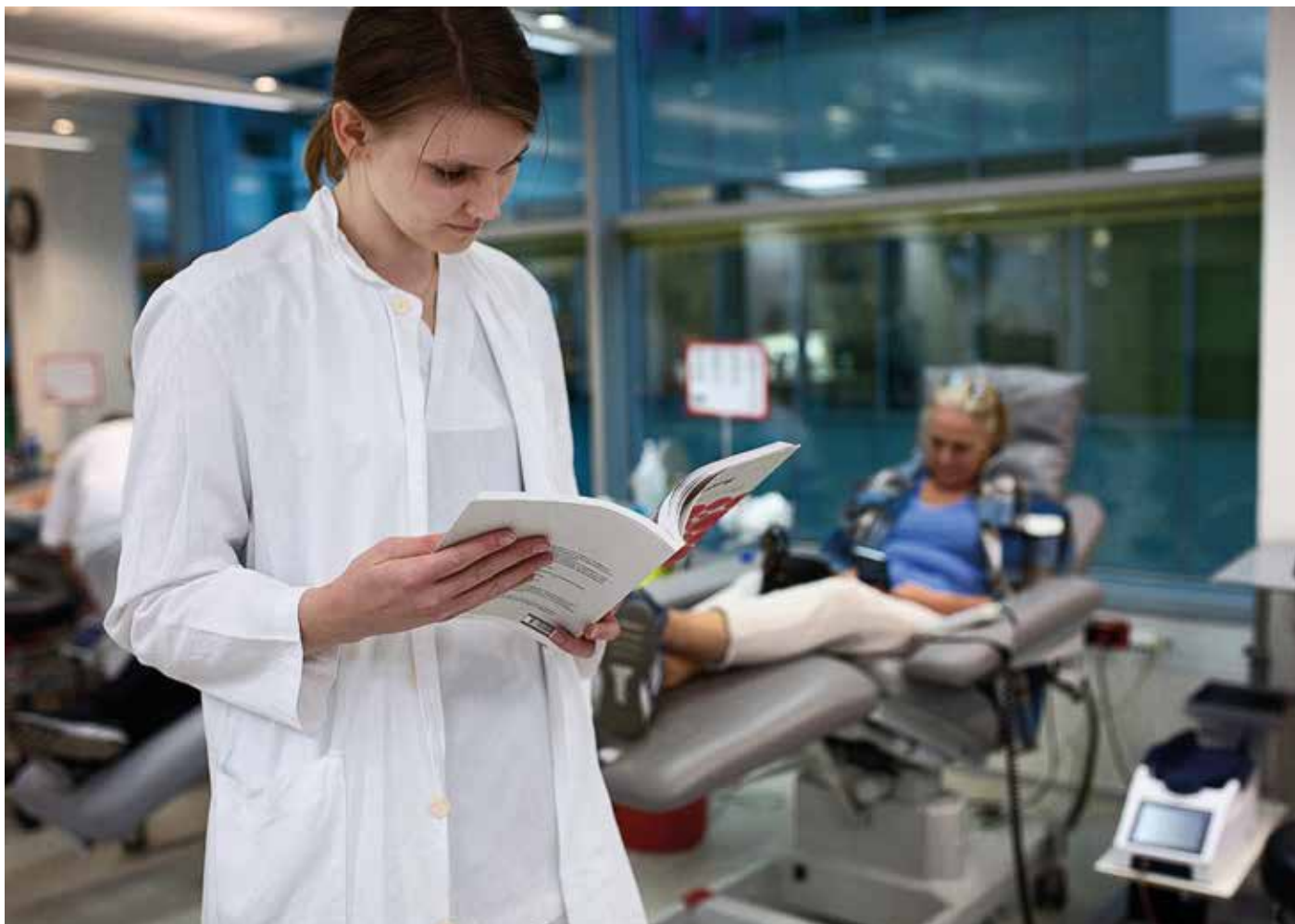
1. Hauan SH, Nundal CH, Lartey Jalloh S, Skudal J, Håskjold EE, Bøe SC, Tøndel C, Sørbye LM, Cox RJ, Brokstad KA. Analysing Antibodies Against Respiratory Viruses in Breast Milk: A Pilot Study. *Viruses*. 2026 May 24;18(6):593. <https://doi.org/10.3390/v18060593>

Gjør som over 8000 andre – meld deg på Bioingeniørens nyhetsbrev

- Bioingeniøren sender nyhetsbrev på e-post hver 14. dag.
- Nyhetsbrevene gir deg alt stoff fra Bioingeniøren, ikke bare de utvalgte artiklene som kommer i papirutgaven.
- Hvis du allerede mottar nyhetsbrevet – husk å oppdatere hvis du bytter e-postadresse.

Oppgi e-postadressen din her, så får du Bioingeniørens nyhetsbrev i innboksen:





Illustrasjonsfoto: Kristin Risa

Overgangen frå student til autorisert helsepersonell kan vere brå.

Autorisert frå dag éin, erfaren frå dag to?

Kva skjer den dagen du går frå å vere student til å bli bioingeniør, og det plutselig er du som skal ta ansvaret? Overgangen frå student til yrkesaktiv kan vere både spennande og krevjande.



**SAYANA
GNANASEGARAM**

Medlem av NITO BFIs yrkes-
etiske råd

Som student er ein omgitt av faglærarar, praksisretteleiarar og medstudantar. Ein kan vere usikker, stille spørsmål og lære av feil. Som autorisert helsepersonell må ein ta faglege og etiske avgjerder og stå ansvarleg aleine for eigne handlingar. Overgangen kan kome brått. Frå å observere skal ein handle. Ein kan til dømes møte ein pasient som nektar å få tatt blodprøva, medan det samtidig ligg føre eit tvangsvedtak. Då må faglege rutinar vegast opp mot etisk ansvar. Utdanninga gir eit viktig grunnlag, men mange av dei vanskelegaste dilemma kjem først når ein står i jobb.

Å vere autorisert er ikkje det same som å vere ferdiglært

Bioingeniørar arbeider mellom tekno-

logi, laboratoriefag og pasientkontakt. Møte med pasientar, kollegaer og samarbeidspartnarar krev refleksjon, god kommunikasjon og evne til å handtere ulike behov og forventningar.

Vi har nasjonale retningslinjer som fastset kva kompetanse helse- og sosialfagstudentar skal ha etter fullført utdanning. Dette handlar ikkje berre om fagkunnskap, men også om profesjonell dømmekraft, kritisk refleksjon og evne til å handtere etiske problemstillingar. Likevel markerer autorisasjonen ikkje slutten på læringa. Ny teknologi, nye arbeidsmåtar og møte med ulike menneske gjer at den etiske kompetansen må utviklast gjennom heile yrkeslivet. I studiet kan etiske dilemma drøftast i trygge rammer. I arbeidslivet oppstår utfordringane ofte

samtidig med tidspress, høgt arbeids-tempo og krav om raske avgjerder. Det kan vere lettare å vite kva som er rett i teorien, enn å handle når ein står midt i situasjonen.

Å vere ny og ha ansvar samtidig

NITO BFIs yrkesetiske retningslinjer seier at bioingeniørar skal vise respekt for menneskeverdet, pasienten sin integritet og retten til sjølvbestemming. Dei skal arbeide fagleg forsvarleg, halde kunnskapen ved like og seie frå om uforsvarleg praksis.

Å vere nyutdanna og samtidig ha profesjonsansvar kan opplevast som eit dilemma. Ein er framleis i læring, men har ansvar for eigne handlingar og vurderingar. Mange ønskjer å passe inn, lære av erfarne kollegaer og unngå konflikt. Då kan det opplevast vanskeleg å stille spørsmål eller seie frå når noko verkar feil.

Difor er gode kollegaer og leiarar avgjerande. Når spørsmål blir møtte med respekt, blir det lettare å utvikle fagleg tryggleik og profesjonelt mot. Profesjons-

ansvar handlar ikkje om å kunne alt, men om å bruke kunnskapen sin, søkje hjelp når ein treng det og handle forsvarleg.

Den vanskelege kommunikasjonen

Arbeidsplassen er ein møteplass for menneske med ulik alder, erfaring, kultur, språk og fagleg bakgrunn. Mangfald gir fleire perspektiv, men kan også føre til misforståingar. Som nyutdanna kan det til dømes vere utfordrande å balansere mellom respekten for fagkunnskapen til erfarne kollegaer, og ønsket om å bidra med ny kunnskap frå studietida. Eg har sjølv erfart kor viktig kommunikasjon og gjensidig respekt er. Kommentrarar eller situasjonar kan vere vanskelege å tolke riktig. Når arbeidsplassen gir tilsette språk og verktøy for å handtere slike situasjonar, blir det lettare å bidra til eit inkluderande arbeidsmiljø.



Kommentarar eller situasjonar kan vere vanskelege å tolke riktig.

Vi må lære gjennom heile arbeidslivet

Dersom studentar skal bli betre førebudde på arbeidslivet, må utdanning, praksis og arbeidsplassar samarbeide.

Eg meiner at utdanningane i større grad bør bruke realistiske dilemma frå laboratorie- og helsetesta. Praksisplassane bør gi rom for refleksjon rundt faglege og etiske val, medan arbeidsplassane må

vidareføre dette arbeidet etter autorisasjon.

Etisk kompetanse er ikkje noko ein blir ferdig med når ein får autorisasjon. Denne kompetansen blir utvikla gjennom erfaring, refleksjon og samarbeid. Målet er ikkje at den nyutdanna bioingeniøren skal ha svar på alle spørsmål, men at ein tør å stoppe opp, stille spørsmål og handle på ein fagleg og etisk forsvarleg måte. ■

Axlab

YOUR VISION.
OUR INSPIRATION

Axlab er din partner for innovative løsninger innen laboratoriemedisin. Med 30 års ekspertise innen histologi og et sterkt fokus på presisjon og avansert teknologi, jobber vi for å tilby løsninger som fremmer både forretningssuksess og effektivitet.

Vårt dedikerte team av høyt kvalifiserte spesialister er klare til å utforme og implementere skreddersydde løsninger som oppfyller deres behov og ambisjoner.

axlab.no



Kathleen Heck
Produktspesialist i Norge
kathleen.heck@axlab.no



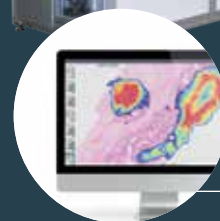
Ina Lund
Sales Director, Nordics
ina.lund@axlab.dk

SLIDE MANAGER by Axlab

Revolusjoner patologilaboratoriet med et fullt automatisert objektglass-håndteringssystem.

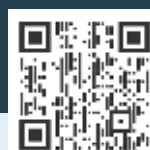
DP360 & CS500

Komplett løsning for effektiv farging og glassmontering. DP360 og CS500 kan integreres i arbeidsflyt som én combo eller brukes som frittstående instrumenter.



IBEX

KI-drevet plattform for presis kreftdeteksjon og gradering som støtter patologer og effektiviserer arbeidet.



MER INFORMASJON:



Nordea

Medlemstilbud på billån fra Nordea

Som medlem av NITO Bioingeniørfaglig Institutt
får du et av Norges beste billån, med rente fra 6,35 %

Søk lån til bil, MC og caravan på
nordea.no/billån

Eff. rente 8,16 % kr 150.000 o/5 år.
Etableringsgebyr kr 2.200 kost. 31.937 tot. kr 181.937

Totalberedskap på laboratoriet: Vi må trene på at skjermen går i svart!

Beredskap er ledelsens ansvar, men når krisen tref-fer og skjermen eventuelt går i svart, er det bioingeniøren på laboratoriet som står i førstelinja og må ta stilling til hva som må skje.



JOACHIM TYSE

Medlem av NITO BFIs
fagstyre, bioingeniør og IKT-
ingeniør

Cybersikkerhet er et strategisk lederansvar på lik linje med økonomi. Likevel er det fagfolkene på gulvet som må håndtere de akutte konsekvensene når infrastrukturen svikter. For å sikre pasientene kreves det mer enn teoretiske planer, vi må også trene på at skjermene går i svart.

I totalberedskapsåret 2026 har vi sett en rekke større og mindre cyberangrep rettet mot offentlig sektor, og nå i oktober markerer vi nasjonal sikkerhetsmåned. I Bioingeniøren har vi nylig lest Hilde Midtbø-Hjelvik sin oppfordring om å ta plass i utviklingen av nye IKT-systemer¹, og vi har lest Langseth og Sebusæter sin kritikk av anbudsprosesser der IKT knapt vektlegges².

Dette er en nødvendig debatt, og spørsmålet er om vi kan trekke den enda et skritt videre: Hva skjer når IT-systemene bryter sammen?

I en krise synker vi til vårt treningsnivå

Det virker å være enighet om at cybersikkerhet ikke er en oppgave som kan delegeres bort til en IT-avdeling; det er et overordnet lederansvar. Utfordringen oppstår likevel når strategier skal møte



Illustrasjon: Ketill Berger

Det er fagfolkene på gulvet som må håndtere de akutte konsekvensene når infrastrukturen svikter.

den kliniske hverdagen. IKT-tjenestene er i stor grad styrt i egne, eksterne IKT-selskaper tilknyttet helseforetakene, men den daglige håndteringen av diagnostisk teknologi utføres av bioingeniører på laben. Det er bioingeniørene som best kjenner til instrumenter, maskiner og hvordan ting henger sammen. Ledelsen sitter langt unna denne realiteten.

Vi har gode teoretiske planer for strømbrudd, men et cyberangrep krever noe ekstra. I en reell krise reagerer mennesker på det de har trent på, ikke på det som står i en rutine på et intranett vi plutselig mangler tilgang til. Et sitat, med ukjent opphavsperson, har et godt poeng: «You never rise to the occasion in a crisis. You sink to your level of training.»

Legg til rette for lokale stresstester

For å bygge reell beredskap må sykehusledelsen inkludere bioingeniørene i de fysiske beredskapsøvelsene. Som Bioingeniøren har omtalt, var det svært ver-

difullt at blodbanken ved UNN deltok under «Cold Response»³, i stedet for å bare være «blodbank på papiret». Øvelsen viste hvor viktig slik praktisk trening er, da de gikk tom for kriseblod etter knappe 1,5 timer. Øvelsen er en god begynnelse, men likevel ikke nok, for hele diagnostikken må være med å øve på helhetlige scenarioer.

Oppfordringen til ledere og laboratorier i sikkerhetsmåned er klar: legg til rette for enkle, lokale stresstester. Følg en prøve gjennom hele løpet uten bruk av teknologi. Får vi tatt imot prøven? Får vi analysert den med god kvalitet? Og ikke minst: klarer vi å få riktig svar til riktig pasient, hvis sporingen ikke fungerer som den skal?

Beredskap kan vedtas i styrerommet, men den må gjennomføres på gulvet. La oktober være måneden der bioingeniørene sjekker om beredskapsplanen kan gjennomføres i praksis, og hvis ikke – gi tydelig beskjed tilbake! ■



Vi har gode teoretiske planer for strømbrudd, men et cyberangrep krever noe ekstra.

¹ Bioingeniørene må ta plass i utvikling av nye IT-systemer, Hilde Midtbø Hjelvik, Bioingeniøren

² Pia Langseth og Øyvind Sebusæter, Bioingeniøren

³ Da 100 krigsskade kom til Narvik, gikk sykehuset tomt for kriseblod på 1,5 time, Frøy Lode Wiig, Bioingeniøren

Badenymfa

Det gir henne ren nytelse og masse endorfiner – jo kaldere vann, desto bedre. Når Kirsti Berg nå pensjonerer seg, hopper hun uti – som i et fire graders fjellvann om høsten.

Av Heidi Strand
JOURNALIST

Selv om huden nupper seg i det kalde vannet og hun ikke alltid får med seg andre uti, er det et varmblodig og sosialt dyr som bor i hammen til Bioingeniørens vitenskapelige redaktør.

Kirsti Berg er glad i folk. Og fagartikler.

Og bioingeniører. Ekstra glad er hun når bioingeniører tar ansvar for eget fag og skriver selv.

– Det å være i skrivebobla er et nydelig sted å være, røper Berg.

Det får henne til å glemme både tid og sted.

– Å dele det man gjør, utvikler faget og gjør at verden går framover, forklarer hun videre.

Siden hun begynte i Bioingeniøren i 2008, like etter at bladet ble godkjent som vitenskapelig tidsskrift, har det blitt stadig flere bioingeniører som skriver. En god del av dem er Bergs fortjeneste:

Hver gang hun møter en bioingeniør,



Det å bade gjør meg alltid ett hakk lykkeligere

er den vitenskapelige redaktøren litt på jobb. Blir det artikkel ut av møtet – ja, da har hun en god dag på jobben!

Drømmen om Finnmark

Berg typet han til AB Rh pluss, pasienten med aortaaneurisme som kom inn på en av hennes første alenevakter. Blod måtte hun

gi ut på enkelt forlik, og de gikk fort tom. Hun ringte etter hjelp for å skaffe blod og blodgivere fra fjern og nær. Mange blodposere senere døde pasienten likevel.

Den natta og den opplevelsen glemmer hun aldri.

Berg var nyutdannet bioingeniør fra Fysiokjemikerskolen i Møre og Romsdal og Trøndelagsfylkene, som den het på begynnelsen av åttitallet. Den hjemmekjære trønderen valgte Ålesund i ekstern praksis – et bevisst valg for å komme seg ut av hjembyen og komfortsona.

Sin første jobb hadde hun på lokalsykehuset i Kirkenes. Alt av analyser var manuelt – og ren kjemi. Med Carlsbergpipetter sugde de opp serum, tilsatte pikrinsyre og stoppet reaksjonen med lut. Avlesning ble gjort med et spektrofotometer, og kreatininsvarene regnet de ut ved hjelp av en standardrekke.

– Jeg hadde et helt fantastisk år i Finnmark, med reinsdyr i gatene, midnattssol og nordlys, – men man må jo like vær og vind, forteller Berg.

Hun anbefaler alle nyutdannede som har mulighet til det å oppleve å jobbe på et lite lokalsykehus. Der blir man kjent med folk på en helt annen måte enn i en storby.

Trigget til å lære mer

«Kirsti er outspoket», pleide faren hennes å si, og flere har ymtet frampå om at hun snakker før hun tenker. Selv er hun ikke helt enig.

– Jeg har jo som regel tenkt gjennom ting. Samtidig møter jeg stadig meg selv i døra, innrømmer Berg.

Da hun jobbet på Institutt for farmako-

Hun har jobbet som vitenskapelig redaktør i Bioingeniøren siden 2008. Når Kirsti Berg nå pensjonerer seg i utgangen av oktober, ser hun fram til å få mer frihet til å gjøre det hun vil, når hun vil.



Foto: privat



I Trondheim finner en mest sannsynlig Kirsti Berg ved Sjøbadet – eller som her: i Estendstaddammen i Strindamarka.



Foto: privat

Kirsti Berg har alltid vært et engasjert menneske og har hatt mange tillitsverv. Her demonstrerer hun for høyere bioingeniørlønn sammen med Kari Bratberg og Gunn Lise Dahlen, som alle satt i kretsstyret i Fysiokjemikerforbundet. Berg tåler ikke urettferdighet, og synes det er viktig å stå opp for de svake. Mer politisk engasjement håper hun at hun får mer tid til nå som hun pensjonerer seg.

logi og toksikologi på NTNU i Trondheim, innså hun at hun ikke forsto alt som skjedde bak selve analysene på laben. Hun ville lære mer. Samtidig hadde hun lyst til å være med å ta avgjørelser i forskningen – og det sa hun høyt.

På instituttet ble hun fortalt hvor i hierarkiet hun var, og at hun på bakgrunn av det ikke fikk være med å bestemme.

– Det er lite som trigger meg mer enn det. Jeg er jo ikke en person som er kjent for å ligge lavt i terrenget, og sier ifra når jeg føler meg overkjørt eller når jeg ser urettferdighet, forteller Berg.

Motivasjonen for videre utdanning var derfor sammensatt – og sterk.

Ved siden av en nyopprettet kvelds-

vaktstilling som bioingeniør, og med to små barn, leste hun seg nærmere en høyere grad ett fag av gangen. På den tiden hadde svært få barnehageplass, så hun og en venninne, Martha Berge, passet hverandres unger og fikk deltatt på annenhver forelesning.

I år 2000 fullførte hun en mastergrad i cellebiologi med søkelys på oksidativt stress. Det ga henne et ph.d.-stipend for videre studier på sammenhengen mellom reperfusjon og iskemisk hjertesykdom.

Da hun disputerte i 2005 fortsatte hun i en postdoc-stilling på samme sted, og



Å være i skriveboba er et nydelig sted å være

Struktur på tur

Cirka fem ganger daglig mister hun mobilen eller forlegger nøklene sine, men de dukker alltid opp igjen.

– Jeg er litt rotete i hodet, derfor må jeg ha det ryddig rundt meg, forklarer Berg i

podkasten «Pizzaprat med en bioingeniør».

Der ble hun tidligere i år intervjuet om det å skrive vitenskapelige tekster og om jobben sin som vitenskapelig redaktør. De

fleste bioingeniører er kjent for å være strukturert og jobbe ryddig, men må man være det for å skrive vitenskapelig?

– Hehe, det er nok en fordel, men jeg tror de fleste kan lære seg det, forteller Berg.

Hun vet at hun ikke er superstrukturert – og hun vet at det til tider kan virke litt kaotisk rundt henne. Derfor rydder hun kontorpulten jevnlig.

Hvis skrivingen gjør vondt og stopper helt opp, anbefaler hun å gå en tur. Ofte snakker hun med seg selv mens hun går. Putter en airpod i øret for å unngå de verste blikkene fra forbipasserende. Det gjør at hun får fram de gode formuleringene når hun selv skriver.

– Det å få publisert en artikkel, det er ganske stort. Det er en stolthet som skal feires!

Da hun begynte i Bioingeniøren, som bladets første vitenskapelige redaktør, følte hun at hun kom til dekka bord: To av Bioingeniørens tidligere redaktører, Patricia Melsom og Grete Hansen, hadde laget klar en veileder for arbeidet.

– Jeg berømmer dem for jobben de gjorde, og er stolt over at Bioingeniø-



Foto: privat

Barnebarna, Lars (8) og Erik (5), er to mennesker som betyr mye for Kirsti. De bor dessverre litt langt unna, men de sees så ofte de kan. Her er hun sammen med dem på Sauejordet på Hosle. Nå gleder hun seg til å se dem oftere enn før.



Arnfinn Urnes var det hun kaller skiboms til han var tretti. Da de møttes sto han på nedoverski, mens Kirsti Berg foretrakk langrenn i oppoverbakke. Nå er de litt mer samkjørt. Her er de på tur på Hjerkin.

ren er et vitenskapelig tidsskrift! forteller Berg.

I 2013 kom Anne Katrine Kvissel inn som Bergs vikar i en periode, og etter det har de to vært makker og delt stillingen som Bioingeniørens vitenskapelige redaktør mellom seg. Størsteparten av stillingen har vært Berg sin, men når hun pensjonerer seg i høst, overtar Kvissel denne rollen.

Oppoverdame fant nedoverfyr

Mens Berg var i sin første bioingeniørjobb i Finnmark ble lillesøster hennes utsatt for en

alvorlig ulykke i USA. Dette prega familien så mye at de ubevisst startet en ny tidsregning – før og etter ulykka. For Kirsti førte det til mye flytting og hyppig jobbytte en periode.

Familie og venner er viktig for henne.

– De er glade i meg og liker å være sammen med meg selv om jeg til tider kan ta litt plass, forteller hun.

I 2001 traff hun mannen sin, Arnfinn. Begge var nysingle og traff hverandre på fest hos felles venner. Han hadde allerede lagt merke til henne fordi hun «sykla rundt i byen med verdens største glis».

Egentlig synes hun at de er ganske ulike, men han er hennes beste reisekamerat. Og reising blir det en del av.

– Da vi møttes var han en randonéfy

og jeg var en langrennsdame som helst ville gå oppoverbakke, forteller hun og ler.

Nå har han fått henne med seg i nedoverbakken, og de reiser på mange og uvanlige turer sammen utenfor allfarvei. De har vært på flere uvanlige vinterferie-destinasjoner som kombinerer ski- og byferie, som Kaukasus og Tbilisi i Georgia, og Tatrafjellene og Krakow i Polen.

På biltur i USA planlegger de lite og tar hver dag som den kommer. Det førte til at de spontangiftet seg ved fjellene i Lake Tahoe i 2010.

En natt med jetlag etter en USA-tur impulshandlet Kirsti en eggeformet campingvogn på Finn. Den hadde de noen

fine turer i før hun fant en hyttetomt på Hjerkin – også på Finn. Nå er det der de bruker mange helger og ferier med barn, familie og venner. Innimellom utenlandsturene.

– Kjenner du på flyskam?

– Jeg føler absolutt skam, men jeg kjøper tog når jeg kan, kompenserer med å kjøpe lite klær og ha liten hytte uten innlagt vann – hjelper det?

Nå gleder hun seg til å kunne planlegge en tur når som helst hvorsom helst. Hun må bare tenke litt på det klimafotavtrykket ...

Svanger med ord og vannfødsel

Som trøndere flest mener Berg at hun «tåle' my' vær». Men solresistent høstvær

om sommeren gjør henne bare sur og værsjuk. Da er det bare én ting som hjelper: Å hoppe i havet. Det burde være på resept, synes hun.

– Jeg bare elsker vann, og reiser aldri noe sted uten badedrakt. Å bade gjør meg alltid ett hakk lykkeligere, forteller vannymfa Berg med et blikk som lyser.

Det hjelper henne også når hun står fast i skrivinga.

Nå som hun snarlig pensjonerer seg kommer det neppe flere artikler fra Berg. Men hun har en bok i magen.

– Det blir ingen krim fra redaktørlivet – den tror jeg hadde blitt stygg – haha!

Ikke en biografi heller, men kanskje memoarer ...? Berg har mye å skrive om. Alt hun trenger nå er litt ro for at boka skal fødes.

Da må loppene i blodet bedøves litt først. Helst i kaldt vann. ■



Jeg er jo ikke en person som er kjent for å ligge lavt i terrenget



Foto: privat

Et impuls kjøp på Finn ga Kirsti og mannen hennes fine campingturer i dette «egget».

Vinn en kake til fredagskaffen på laben!

Løs kryssord sammen med kollegene og vinn kake!

Send bilde av løsningen (hele kryssordet) til kryssord@nito.no. Husk å skrive navn og telefonnummer i e-posten.

Leveringsfrist kryssord er mandag 30.11.2026.

Løsningen og navnet på vinneren blir lagt ut på bioingenioren.no. Lykke til!

				SYKDOM	↓		FESTE TIL	↓	LIK	FOR SEG	↓	KNOKEN	DIKT		RATER	DANS
				MAGER			PAPIRET			SELV						
				→					BASS-PARTI							
									ASIAT							
				BALLET								EN CELINE				
				DEPARTE-MENT					BAVIAN							
				ELFEN-BEN					FN-ORGAN				AFFEKT			
MARLENE	↓															
HODE-PLAGG		EBBENDE	GIGA-JOULE	↓	ANSLAGS-VERDI											
→			SKRITT		GLI											
							ARABISK LEDER					URIMELIG				
												IRSK HÆR				
AFR. TIDS-SONE				↙									BILDE-TEKST		BRENN	
ROERE				↘												
→							GISP		TRYGG (ENG.)	SYKLE			KLYNKET			
										SMITT-SOM-SYKDOM			ENG			
DRAMA-TURGI					DE FORENTE	AKTER-ENDE				ASPIRANT						ELEKTRO-KARDIO-GRAM
					STATER	SJØMAT				SKOLE-TEST I USA						
MODERNE			BRITISK ARTIST													
1450			DIREK-TORAT				BILLED-HUGGER					PINSLER	KLEMME			
→				↘									DYKKAND			
TIDL. FYLKE							BALTERE									VÅPEN OG SØLV

Sudoku

Løsningen kommer i neste utgave av Bioingeniøren.

		6	1					4
	1			9			5	
	7							
6	5		8			4		
2	3					1		8
8			3		9			
						2		
		8		3	5		7	
4			6		7			

Løsning på oppgaven i Bioingeniøren 4.2026.

1	3	8	9	6	5	4	7	2
5	6	7	2	4	1	8	9	3
2	4	9	8	3	7	1	5	6
3	8	6	4	2	9	7	1	5
7	1	4	6	5	3	9	2	8
9	5	2	1	7	8	3	6	4
6	2	3	7	1	4	5	8	9
4	9	1	5	8	6	2	3	7
8	7	5	3	9	2	6	4	1



Bioingeniøren

Utgiver

NITO • Bioingeniørfaglig institutt

Abonnement | Adresseforandringer

NITO • Telefon: 22 05 35 00

E-post: epost@nito.no

Bioingeniøren

NITO – Norges ingeniør- og

teknologorganisasjon

Støperigata 1

Postboks 1636 Vik, 0119 Oslo

Ansvarlig redaktør

Svein A. Liljebakk

Telefon: 905 22 107

svein.a.liljebakk@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

Faglig redaksjonskomité

Madelene Ericsson

Marit Sverresdotter Sylte

Hege Smith Tunsjø

Ingeborg Kvivik

Hanne Braathen

Annonseelger

Elisabeth R. Wåde

Salgsfabrikken

+47 919 03 208

Elisabeth@salgsfabrikken.no

Neste nummer kommer 11.12.2026

Abonnement kr. 700,- per år

Utlandet kr. 850,-

Sendes gratis til medlemmer.

Utkommer med seks 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:

Foto: NTB/ EPA/ Daryna Naumova

Design: Ketill Berger, Film & Form

Trykk: Aksell

Fagpressen



FØLG OSS!



[instagram.com/bioingenioren](https://www.instagram.com/bioingenioren)



[facebook.com/bioingenioren](https://www.facebook.com/bioingenioren)

Bioingeniøren



[bioingenioren.no](https://www.bioingenioren.no)

Biochip Scanner



SENSITIV DETEKSJON AV ONKOLOGISKE MARKØRER DIREKTE I PLASMA for Digital PCR

Utvalg av forskjellige tester:

- **BRAF**
- **PIK3CA**
- **NRAS**
- **KRAS**
- **HER2**
- **EGFR**
- **Bcr-Abl**
- **Jak2**

