



# HVORDAN påvirkes mennesket i ekstreme omgivelser — HVA SKJER med kroppen? NOEN AV VERDENS YPPERSTE forskere på dette feltet er NORSKE.

TEKST: ANNE GRETE NORDAL

FOTO: THOR NIELSEN

RENN

FORSKERE

**Verdensrekord:** Tanya  
Streeter har dykket til  
160 m i fridykk. (Foto:  
Lawrence Curtis)

Og noen av dem er  
**TEKNA-  
MEDLEMMER.**





**Teller bobler i blodet:** Professor Alf Brubakk sammen med forskerne Sven Erik Gaustad, Astrid Hjelde og Arve Jørgensen gjør forsøk med dyr i trykktank for å finne ut mer om fysiologiske mekanismer under ekstreme påkjenninger.

## **Forskergruppen ved Det Medisinske Fakultet ved NTNU i Trondheim, som ledes av professor Alf O. Brubakk, er sikret 25–30 millioner kroner de neste fem for å forske mer på hvordan ekstreme omgivelser påvirker helsen vår.**

– I stedet for å spørre om hvorfor vi er syke, burde vi spørre om hvorfor vi er friske, sier professor Alf O. Brubakk ved St. Olavs hospital i Trondheim. Han leder et forskerteam på 13 personer som driver forskning på baromedisin og miljøfysiologi. De prøver å finne ut mest mulig om hvilke mekanismer som settes i gang i menneskekroppen i ekstreme omgivelser. Hovedsakelig ser de på trykkrelaterte omgivelsesfaktorer ved dykking, høyde og romfart. Brubakk har et verdensnavn innen sitt område, og forskningen gruppen driver regnes som enestående i verdenssammenheng.

Stadig flere personer driver aktiviteter der de nærmer seg tålegrensene for hva kroppen kan tåle. Marginene er ofte små – noen ganger for små. Oljeselskapene,

som har operert i Nordsjøen, har mange tiårs erfaringer med dykking – på godt og vondt. Ved oljeboring i nordområdene, kan det bli mer dykkevirksomhet under ekstreme forhold. – Forskningen på ekstreme påkjenninger er åpenbart nyttig for disse, men også for vanlige mennesker i mer behagelige omgivelser, sier professor Alf O. Brubakk, som mener at det i fremtiden kan bli viktigere å ta hensyn til det enkelte menneskets biologiske faktorer i en del aktiviteter. I et spleiselag mellom Arbeidsdepartementet, Norges forskningsråd og Oljeindustriens landsforening er forskergruppen hans sikret fem-seks millioner kroner hvert år i fem år fremover, og med mulighet for forlengelse i ytterligere fem år.

# EKSTREME TEKNA



## Det gode stress:

– For at kroppen skal holde seg “ung” trenger vi harde påkjenninger, sier professor Alf Brubakk.

Bonington. Likeså kommer astronauten Jay Buckey, og de to menneskene som har dykket dypest fridykk i verden, Herbert Nitsch (214 meter) og Tanya Streeter (160 m) for å fortelle om sine meritter i ekstreme omgivelser. Dessuten kommer Børge Ousland, så sant han har kommet seg gjennom Nordvestpassasjen i seilbåt i tide.

– Vi håper disse celebritene vil trekke masse folk til arrangementet, sier Tekna-medlem og forsker innen baromedisin og miljøfysiologi, Svein Erik Gaustad. Han bruker mye tid i arrangementkomiteen samtidig som han er i innspurten av sin egen doktorgrad. Gaustad er cand. scient innen fysiologi og er spesielt opptatt av kombinasjonen dykking og kulde, noe han ønsker å forske videre på etter doktorgraden. – Med kommende olje- og gassvirksomhet i Arktis, er jeg sikker på at dette vil være interessant, sier han.

Som del av forskergruppen til professor Alf Brubakk, holder Gaustad til ved Institutt for sirkulasjon og bildiagnostikk ved St. Olavs hospital. Gruppen som driver med baromedisin og miljøfysiologi i er en god miks av eksperter innen medisin, medisinsk teknologi, fysiologi, biologi og psykologi. Flere har doktorgrad eller er i ferd med å gjøre doktorgradsarbeid som en del av forskningen.

**MÅLER BOBLER I BLODET.** Sentralt i forskningen som har med trykkbelastning å gjøre, er dannelser av bobler i blodet, rett og slett det som kalles dykkersyke/trykkfallsyke. Når en person dykker vil hun eller han puste inn gass under like stort trykk som dybden tilsier. Når personen går opp til overflaten blir trykket mindre og gassen utvider seg (som når du åpner en brusflaske). Luftboblene går ut i blodbanen. Samler de seg i større bobler kan de forårsake skader som blodpropp. For å unngå slike effekter følger dykkere dekompresjonstabeller på vei opp fra et dykk for å «luften» ut boblene av kroppen.

## «MAN IN EXTREME ENVIRONMENT»-KONFERANSE.

Professor Brubakk har en lang merittliste å se tilbake på når han går av med pensjon ved nyttår, 70 år gammel. Han har mye av æren for at Trondheim klarte å opprette et medisinsk fakultet på 1970-tallet. Og han har vært en foregangsmann i det å bringe teknologi inn i medisinsk forskning. Sammen med en ingeniør ved NTH utviklet han en elektronisk modell av blodets sirkulasjon. – Det fantes ikke store nok datamaskiner, så vi måtte bygge vår egen for å håndtere alle dataene, sier han. Dette la grunnlaget for utviklingen av ultralyddiagnostikken og dannelsen av det medisinske industrielle selskapet VingMed GE i Horten.

I desember samles de ypperste forskere fra hele verden i Trondheim til konferansen «Man in extreme environment» som arrangeres til ære for Brubakk. Konferansen avsluttes med arrangementet «Explorers night» i Studentersamfundet som er åpent for vanlige publikummere. Der kommer klatrelegenden Sir Chris





FOTO: VAYMICRO

**«ALDRING ER INAKTIVITET.  
SOM EN 70-ÅRING KAN DU HA  
LIKE GOD FYSIOLOGI SOM EN 30-ÅRING»**

– For å forstå de fysiologiske mekanismene som skjer ved trykkfallsyke, og prøve å utvikle måter å forebygge eller behandle det på, er dyreforsøk viktig. Vi bruker griser og rotter, og litt kaniner. Dette er pattedyr som er godt beskrevet genetisk, og for gris kan anatomien sammenlignes med vår egen, sier Brubakk. Det gjøres forsøk med dyrene i trykktank der forskerne følger ulike dekompressionsprosedyrer i forhold til dybder og tid. De måler parameter som blodtrykk, hjertefrekvens, pustefrekvens og ulike pustegasser. – Vi tar blodprøver og teller bobler i blodet ved hjelp av en blodgassanalysator. På gris bruker vi i tillegg ultralydbilder av blodet som strømmer til hjertet. På slike bilder ser vi boblene tydelig, forteller en av de andre forskerne post. doc stipendiat Andreas Møllerløkken.

**FREDAGSROTTER TÅLER DYKKING.** – Vi hadde en idé om at trening kan påvirke hvordan blodsirkulasjonen forandrer seg. Det viste seg å være feil, ler Brubakk. Forskerne gjorde imidlertid en annen bemerkelsesverdig oppdagelse. De testet en gruppe med veltrente rotter og noen som bare hadde ligget og kost seg i buret sitt. – Vi utsatte dem for trykk og rask oppstigning. Noen fikk trykkfallsyke, og noen ikke. Først så vi ikke noe system i resultatene, før vi oppdaget at de rottene vi testet på fredag klarte seg mye bedre enn de vi testet på mandag (som hadde sluppet å trene i helgen). Vi fant ut at hvis du gjennomfører en hard fysisk treningsøkt mindre enn 24 timer før et dykk, elimineres gassbobledannelsen fullstendig. Vi har gjort flere forsøk og tester på andre dyr og mennesker, og vet nå at hard fysisk aktivitet gjør at kroppen produserer stoffer som sørger for å «lufte» blodet. Fra å være en rent mekanisk prosess, ser vi nå på biokjemien i dette. Kanskje vi i fremtiden kan ta en tablett for å forhindre trykkfallsyke. Basert på det vi har gjort av forskning, er det nå mange som driver med teknisk dykking som nå trener hardt fysisk dagen før dykk, basert på det vi har gjort av forskning, sier Brubakk. Han opplyser at gruppen hans også forsker på hva gjentatte bobledannelser i blodet kan gi av skader. – Vi vet ennå lite om langtidsskader på yrkesdykkere. Det er vanskelig å påvise hvilke skader/sykdommer som skyldes dykking og hva som skyldes andre forhold.

**VI TRENGER STRESS FOR Å BLI GAMLE.** I ekstreme omgivelser er marginene små, og gjør du en liten feil kan du være ille ute. – Men inaktivitet er også en risiko – større enn vi trodde før, sier Brubakk og nevner

økning i hjerte- og karsykdommer blant folk.

Mye kan det imidlertid kompenseres for. Brubakk forteller om et nytt syn på hva aldring er. – Før var det ytterst sjelden at folk ble 100 år. Nå er det jo 100 åringer overalt. Du kan som en 70-åring ha en fysiologi som en 30-åring hvis du strever for det. For at kroppen skal forbli dynamisk, trenger vi harde påkjenninger,



**Presser grenser:** Astronauten Jay Buckley, sir Chris Bonington og Herbert Nitsch kommer til Trondheim i desember.

og vi takler mye mer enn vi trodde før. En studie av folk med hjertesyke her ved St. Olav viste at de som trente hardt oppnådde en rask forbedring, særlig de som var i veldig dårlig form på forhånd. Vi kaller det «Det gode stress», sier Brubakk som gleder seg til å høre foredraget til Martin Gibala fra McMaster University i Canada som kommer til Trondheimskonferansen i desember. Han er mannen bak teorien om effekt av høyintensitets intervalltrening (4x4 treningen). Ifølge Gibala gir 15 min hard trening hver dag like bra effekt som 40 min mer tradisjonell trening.

**GENER KAN BESTEMME OM DU BLIR FET.** Professor Brubakk forteller ivrig om et helt nytt fagfelt innen genetik som forskergruppa har tatt fatt på – epigenetik.

– Før lærte vi at ditt genetiske bilde ble lagt da du ble skapt fra mor og far. Det måtte du «slite» med hele livet. Nå vet vi at ytre omgivelser kan forandre hvordan genene blir brukt slik at de produserer eggehvitestoffer som gjør at uttrykkene deres forandrer seg. Et typisk eksempel er eneggede tvillinger med like gener. De er prikk like i starten, men som 50-åringer kan de se ganske ulike ut avhengig av hvilket liv de har levd.

Det er altså mulig å påvirke genetiske faktorer med ytre effekter. Og genuttrykk kan arves. Det kan faktisk hende at dine barn kan påvirkes av hva bestemoren din har spist. Kanskje det for eksempel er noe i det at noen kan spise så mye de vil uten å legge på seg, mens andre blir fete. Dette forskningsområdet åpner for mange spørsmål og svar. Vi forsker på om dykking kan gi nye genuttrykk, sier Brubakk.

Han mener at det kan ligge i genene hva slags belastninger kroppen din kan tåle. – For 150 år siden, før de visste noe om bobledannelse i blodet, var det mange som omkom under dykking, men noen klarte seg. Noen mennesker tåler også høyder over 6000 meter bedre enn andre. Folk og dyr i Nepal har for eksempel mange flere tusen år i høyden enn folk i Sør-Amerika. De er blitt mye bedre tilpasset genetisk. Også i Europa

## Explorer's night

**Lyst til å lære mer?** Tekna og NTNUs faggruppe for baromedisin og ekstreme omgivelser inviterer til Man in extreme environment – Explorer's night fredag 17. desember 2010 i Studentersamfundet, Trondheim. Mer informasjon og billetter på [www.ntnu.no/diving](http://www.ntnu.no/diving)





## «ROTTER TESTET PÅ FREDAG TÅLTE DYKKING BEDRE ENN ROTTER TESTET PÅ MANDAG»

finnes enkeltpersoner som er mye bedre skikket til dette enn andre.

– Vi prøver å finne ut av slike biologisk genetiske forskjeller. Biologiske faktorer vil spille en rolle for en del aktiviteter i fremtiden, for eksempel dykking i Arktis, sier Brubakk som samtidig antyder at å legge biologi til grunn for hva folk kan jobbe med, er et ømtålig område å bevege seg inn på politisk.

– Noen mennesker tøyser alltid grensene for hva som er mulig. Før sto det i lærebøkene at det ikke gikk an å dykke dypere enn 50 meter på fridykk. Under «Explorers night» kommer østerrikeren Herbert Nitztz som har dykket ned til 214 meter og nå snakker om å nå 300 meter. Det han gjør er farlig, men av og til har vi veldig nytte av folk som gjør slike ting. Siden han holder pusten er ikke gassbobledannelse problemet, men det enorme trykket, og den mentale påkjenningen.

**NÆRE BÅND TIL NASA.** Trykkfallsyke kan også oppstå ved romvandring når astronauter beveger seg utenfor romfartøyet. Arve Jørgensen i forskergruppa mottok i fjor det prestisjefulle Fulbright-stipendet og var i USA for å forske på dette i samarbeid med NASA og Universitetet i Texas.

**GJØR OPPDRAG FOR ARBEIDSTILSYNET.** Forskergruppa ved St. Olav har fått i oppdrag fra Arbeidstilsynet å gjennomgå alle typer dykkecomputere som er på markedet, og utarbeide et regelverk for bruk av slike som kan danne grunnlag for en europeisk standard.

Vil trene leger for behandling av pasienter i trykkammer

Gruppa starter neste år et prosjekt ved Nutec i Trondheim som har en trykktank med plass til seks personer. Der vil de trene leger til å oppholde seg sammen med pasientene i trykk-kammer for å kunne behandle dem. I dag finnes ikke treningsopplegg for dette.



**Baromedisin- og miljøfysiologi-gruppa:** Fra venstre Kristin Svee, Ingrid Eftedal, Marianne Havnes, Yonne Tangelder, Alf Brubakk, Svein Erik Gaustad, Andreas Møllerløkken, Arve Jørgensen, Astrid Hjelde (ikke tilstede: Yvonne Kerlefsen, Christian Gutvik og Martin Skrove)

## Dette er forskergruppen:

### ALF O. BRUBAKK

Professor ved Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk ved NTNU. Leder forskergruppen innen baromedisin og miljøfysiologi.

### INGRID EFTEDAL

Biofysiker (siv.ing) og molekylær-genetiker (dr.ing) med interesse for samspillet mellom miljø og gener. Arbeider med å kartlegge hvordan dykking og dekompresjon endrer uttrykk av gener hos rotter og mennesker, og om intervensjoner før dykk – som fysisk aktivitet eller inntak av bestemte tilskudd – kan endre uttrykk av deler av genmaterialet på en slik måte at det beskytter mot dykkersyke.

### ARVE JØRGENSEN

Arve Jørgensen er utdannet lege ved NTNU og skal fullføre sin doktorgrad i løpet av 2011 der han ser på effekter av trening i forhold til trykfallsyke. Han har nylig vært ett år på utveksling i USA i samarbeid med University of Texas og NASA med stipend fra Fulbright.

### MARIANNE HAVNES

PhD student: Ser på effekter av dykking på hjernen blant annet ved hjelp av biomarkører, MRI og histologi.

### YVONNE KERLEFSEN

Masterstudent: Studerer om biomarkører kan brukes til å oppdage hjerneskade etter dykk.

### SVEIN ERIK GAUSTAD

Fysiolog og i sluttfasen som PhD student i programmet «International PhD in Applied Physiology and Physiological Genomics» som et samarbeid mellom NTNU, Medical College of Wisconsin (MCW), USA, Mayo Clinic, Rochester, USA og Medical School of Split. Forsker på hvordan cellulære og fysiologiske parametere i hjertet påvirkes av dykking under ulike miljøbetingelser som for eksempel temperatur og immersjon

### ASTRID HJELDE

Dr. Philos og ansatt som overingeniør. Ekspert på statistikk og erfaren forsker som bidrar i ulike prosjekter ved gruppa.

### CHRISTIAN GUTVIK

Sivilingeniør i teknisk kybernetikk med spesialisering i biomedisinsk modellering og optimal regulering. Har i sin forskning jobbet med utvikling av en ny dekompresjonsmodell for dykking, som vi har kalt Copernicus. Har nettopp levert en doktor-avhandling på dette arbeidet.

### MARTIN SKROVE

Lege i turnus og forskerlinjestudent. Forsker på ulike markører for bedre å kunne forstå menneskelig tilpasning til høyde.

### ANDREAS MØLLERLØKKEN

Er postdoc og jobber med skadelige effekter av dekompresjon. Som fysiolog spenner forskningsaktivitetene fra epigenetikk, effekter på sirkulasjonssystemet og sentralnervesystemet av vaskulære gassbobler, ultralydabbildning av bobler og til prosjekter med personlig dykkecomputer og motivasjonsfaktorer for fysisk aktivitet.

### YONNE TANGELDER

Har master i sosial psykologi fra universitetet i Maastricht, og er faggruppens nyeste tilskudd. Hun skal jobbe med motivasjonsfaktorer for fysisk aktivitet i et prosjekt vi har gjennom Petromaks-programmet til Norges forskningsråd.

### KIM VIDAR RASDAL

Lege og phd-student. Studerer mekanismene bak redusert blodårefunksjon etter dykk ved å undersøke endotele mikropartikler i blod.

### KRISTIN SVEE

Masterstudent. Studerer genvariasjoner etter dykking.