DYKKENYTT

INFORMASJONSORGAN FOR DYKKEINDUSTRIEN

Nr. 2
1999
11 årgang

INNHOLD

	SIDE
Leder *Ragnar J. Værnes*	3
Helseundersøkelse av fritidsdykkere *Jan Risberg*	4
Arbeid under vann – fordeler og ulemper *Vidar Fondevik*	6
Arbeidstilsynet, med- eller motspiller	8
Nytt fra landsfunksjonen i hyperbarmedisin.	9
Dykking til store dyp – hvor står vi? *Ragnar J. Værnes*	10
Innspeksjonskursene ved SDS *Gjert Øyvind Daae.*	12
Hva skal marinarkeologer med klasse S-sertifikater? *Arild Marøy Hansen*	12
Kvalitet på hyperbar pustegass. *Veslemøy Rolseth*	13
Miljøkontroll – mikrobiologi. *Catrine Ahlen*	14
Årsrapport 1998 om dykkerelatert FoU	15
Oksygenets effekt på nervesystemet. *Finn Konow Jellestad*	16
ODs erfaringer fra tilsyn med BUO i 1998. *Øyvind Lie*	18
Nytt fra Statens dykkeskole. *Rune Ingebrigtsen*	19
Referat fra medlemsmøte i NBF 28.05.99. *Hans Petter Roverud*	20
NORSOK U-100. *Kåre Segadal og Roar Jørgensen*	21
NORSOK U-100. *Diving Respiratory Euipment. Kåre Segadal*	23
Skjerpede regler for vitenskapelig dykking	23
Trykktap i dykkesystemer. *Anders Wiik og Pål Atle Solheimsnes*	24

Henvendelser om annonser til:
NBU/(UES sekretariat, ved A.J.Arntzen,
Tlf: 55 26 65 51- Fax: 55 26 67 60
Adresse: Postboks 28, 5071 Loddefjord
Annonsepriser for sort/hvit (farger +50 %)

1/1 side 180 x 265 mm	kr 2 500,-
1/2 side 180 x 130 mm	kr 1 500,-
1/3 side 180 x 87 mm	kr 1 200,-
1/4 side 180 x 65 mm	kr 1 000,-
1/6 side 57 x 130 mm	kr 700,-

Ansarlig redaktør:
Ragnar J. Værnes

Redaksjon og layout
Arne-Johan Arntzen
Vidar Fondevik

Faste faglige bidragsytere og konsulenter:

Legale aspekter:	Olav Hauso, Oljedirektoratet
Medisinske aspekter:	Jan Risberg, NUI
Forskningsaspekter:	Arvid Påsche, SINTEF Unimed
Dykkeaktiviteter offshore:	Alf H. Schønhardt, NUI
Dykkeaktiviteter innaskjærs:	Arne-Johan Arntzen, NBU
Dykkeaktiviteter i Forsvaret:	Conrad Rye-Holmboe, Sjøforsvaret
Utdanningsaspekter:	Statens dykkeskole
Litteratur/ dokumentasjon:	Benthe Telle, NUI

Postadresse Dykkenytt: NUI AS, Postboks 23 Ytre Laksevåg,5848 Bergen
ISSN 0809-3040

Leder

Ragnar J. Værnes, Nutec

Til tross for en meget mild ettersommer må vi erkjenne at høsten har tatt over. Men siden det milde været synes å holde stand kan det være at høsten varer helt til påske. Fortvil ikke, vi har to store begivenheter innen yrkesdykking i høst!

Mens Dykkenytt var i trykken ble det gjennomført "Nordsjødykketreff 1999" på Norsk Oljemuseum i Stavanger fredag 5. november. De som ble invitert til dette treffet var yrkesdykkere som arbeidet i Nordsjøen i perioden 1969 til 1979. Det viser seg at over 200 skandinaver (i hovedsak norske) var involvert i denne virksomheten. Målet med dykkertreffet var blant annet å få samlet historien om dykkerens hverdag, deres arbeid og spesielle hendelser. Møtet var derfor en kombinasjon av foredrag og gruppearbeid, og Dykkenytt satser på at neste utgave kan komme med en mer fyldig rapport fra samlingen.

Den andre store begivenheten er årets Dykkeseminar. Det foregår den 23. til 25. november, og som alltid er der en rekke interessante foredrag. Tradisjonen tro har vi koordinert utgivelsen av herværende Dykkenytt med seminaret slik at alle pauser på seminaret kan utnyttes til ytterligere faglig fordypning gjennom lesing av vårt tidsskrift.

For den faste leser av Dykkenytt er det kanskje med undring at vårt tidsskrift kommer ut i "gammel mal". Som kjent tok Norges Dykkerforbund initiativ til at Marmenell og Dykkenytt skulle forsøkes slås sammen og en prøveutgave skulle komme ut i høst. Men slik ble det ikke. Like før prøveutgaven skulle i trykken fikk vi beskjed om at Norges Dykkeforbund måtte trekke seg fra samarbeidsprosjektet. Det er med stor beklagelse vi i det minste ikke fikk ut prøveutgaven slik at både sportsdykkere og yrkesdykkere kunne gi oss tilbakemelding på om et slikt fellestidsskrift var en god ide.

Men fortvil ikke ! Dykkenytt fortsetter som før. Som dere vil se i herværende utgave er det en rekke interessante artikler både fra dykkemedisin og operative aspekter. Det som er nytt imidlertid, er at Arne-Johan og undertegnede har fått med seg en tredje person i den redaksjonelle stab. Hans navn er Vidar Fondevik og kommer fra NUI. Han er hjelmdykker og marinejeger fra DFS i 1970 og var frem til 1978 dykker i Det norske Veritas på engelsk og norsk side av Nordsjøen. Han har siden jobbet med undervannsteknologi og hadde i sin tid ansvaret for den bemannede undervannsfarkosten "Check Mate". Han er utdannet skipsingeniør og bedriftsøkonom og har MSc-grad i undervannsteknologi og subsea engineering fra Cranfield og Heriot-Watt University. Vi ønsker han velkommen til Dykkenytt !

Vår nye medarbeider bidrar også med en artikkel om fordeler og ulemper med arbeid under vann. Det er en meget nyttig oversiktsartikkel som påpeker forskjeller som kan synes ubetydelige for den uinnvidde, men som kan bety suksess eller fiasko for dykkeren.

Dykkerne i Bodø kommune kommer med et innlegg hvor de stiller spørsmålet om Arbeidstilsynet er en medspiller eller motspiller. Vi håper at andre vil komme med leserinnlegg som kommentar eller svar på deres utspill. Det er en viktig sak de tar opp. Det andre innlegget er fra Arild Marøy Hansen som stiller spørsmålet: "Hva skal marinarkeologer med klasse S-sertifikat ?" For eksempel må de, i følge Direktoratets pålegg engasjere minimum tre klasse-I dykkere i tillegg til de arkeologisk sakkyndige på et arkeologisk undervannsoppdrag. For dette innlegget håper jeg også noen svarer eller følger opp med kommentarer.

I forrige Dykkenytt presenterte Kåre Segadal, NUI en tabell over gjennomførte dypdykk (>180 meter). Undertegnede stiller spørsmålet i sin artikkel om det fremdeles er behov for dypdykking og i tilfelle hvilke prosedyrer som gjelder mht kompresjon hvis det blir mobilisert for et slikt dykk. Artikkelen til Finn Konow Jellestad fra Universitetet i Bergen på oksygenets effekt ved dykking kan også sees på som et bidrag til faglige aspekter ved slike dype dykk.

Jan Risberg fra NUI kommer med sitt faste dykkemedisinske bidrag. Norges Dykkerforbund nedsatte en arbeidsgruppe som skulle utrede helsekravene for fritidsdykkere, og Jan legger frem resultatet av dette arbeidet i denne artikkelen. Han diskuterer også formålet med slike undersøkelser og eventuelle kontroversielle forhold. Det er snakk om ca 5000 nye sportsdykkere som utdannes hvert år hvor de fleste er unge personer med beskjeden sykelighet.

Vi har fire dykkeoperative artikler denne gangen: Veslemøy Rolseth fra NUI gir en rapport fra et seminar i Stavanger på kvalitet av hyperbar pustegass. Videre bidrar igjen Catrine Ahlen fra SINTEF Unimed med en artikkel på miljøkontroll og mikrobiologi. Hennes utgangspunkt er at dykkeindustrien vil bekjempe infeksjonsproblemene og utarbeider nå i samarbeid med myndighetene forslag til en ny og bedre industristandard som også lar seg gjennomføre operasjonelt. Det tredje bidraget er fra Anders Wiik, CMR og Pål Atle Solheimsnes, NUI som ser på trykktap i dykkesystemer. Deres problemstilling er i hvilken grad dataprogrammer kan predikere effekt av korrigerende tiltak før de implementeres. Utgangspunktet er at testing av pustegassforsyningssystemer for å undersøke om det forekommer uakseptable trykktap er kostbart, særlig hvis man skal følge opp etter modifikasjoner. Roar Jørgensen fra NUI beskriver til slutt innholdet i NORSOK U-100 standarden som omhandler fremtidens rammebetingelser for den del av industrien som har med bemannede undervannsoperasjoner å gjøre.

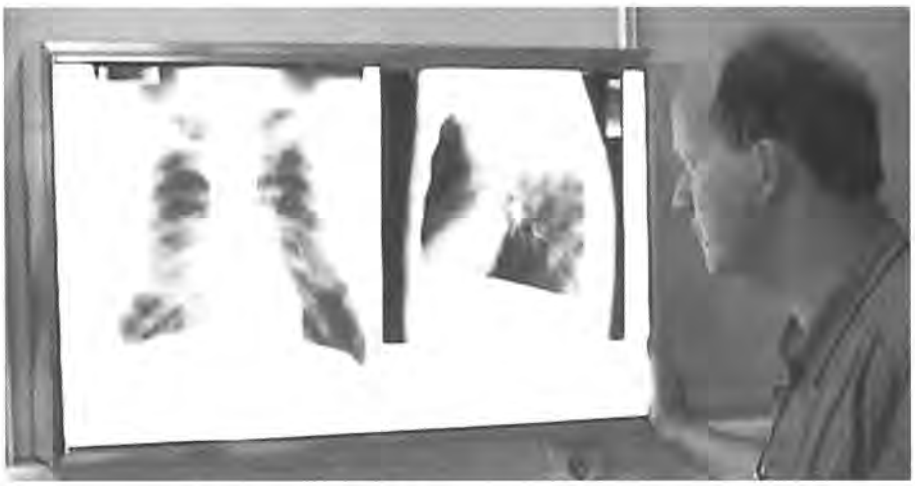
De offentlige instansene innen dykking har vært flinke med å bidra denne gangen: Rune Ingebrigtsen og Gjert Øyvind Daae fra Statens Dykkerskole (SDS)gir en oversikt over aktiviteter ved SDS og spesielt om inspeksjonskursene. Videre kommer Leif Aanderud, Einar Thorsen, Jan Risberg og Guttorm Brattebø om nytt fra landsfunksjonen i hyperbarmedisin. Hovedtemaene der er yrkesskadeerstatning, legeerklæring for sportsdykkere, en etterundersøkelse mht trykkfallsyke, epidemiologiprosjektet og vaktordningen ved Landsfunksjonen. Til sist kan nevnes Oljedirektoratets erfaring fra tilsyn med bemannede undervannsoperasjoner (BUO) i 1998 ført i pennen av Øivind Lie.

Som dere ser har vi igjen et Dykkenytt med faglig interessante artikler og innlegg. Til neste år starter vi med den 12. årgangen. All tilbakemelding fra dykkeindustrien sier klart at Dykkenytt har sin berettigelse. Men det er et felles ansvar. De aller fleste yrkesdykkere har erfaringer gjennom episoder/hendelser som har ført til "lessons learned". På samme måte som yrkesflyvere finner det naturlig å videreformidle sin erfaring gjennom sitt tidsskrift burde dykkere blitt flinkere til å beskrive erfaringer både mht utstyr og prosedyrer. Som industri er yrkesdykkemiljøet i Norge lite. Vi burde derfor ha det som overordnet mål å informere hverandre om operative/tekniske erfaringer som kan komme vår kollega til gode.

Helseundersøkelse av fritidsdykkere

I Norge utdannes det årlig ca 5 000 fritidsdykkere. De fleste av disse er unge mennesker i en livsfase med beskjeden sykelighet. Likevel pålegger myndighetene en helseundersøkelse i forkant av kurset. Norges Dykkeforbund nedsatte en arbeidsgruppe som skulle utrede helsekravene for fritidsdykkere, og resultatet av arbeidet fremlegges i denne artikkelen. Her diskuteres også formålet med slike undersøkelser og de kontroversielle forholdene.

Jan Risberg



De nye retningslinjene opprettholder kravet om lungerøntgen før sportsdykkerkurs.

Forfatteren undersøker ørene (otoscopi). Øret er spesielt utsatt for trykkskader. Otoscopi en således en viktig del av sportsdykkerundersøkelsen

Bakgrunn

Forskrift om tryggleiken ved sportsdykking (Barne og Familiedepartementet-/Produkt og Elektrisitetstilsynet 1990) som regulerer bl.a. utdanning av, og utstyr for sportsdykkere presiserer i §8: Kandidaten skal kunne symje og skal gjennomgå legeundersøking før dykkinga tek til. Myndighetene pålegger altså dem som arrangerer "dykkerkurs" å sørge for at elevene har gjennomført legeundersøkelse. Senere korrespondanse med Produkt og Elektrisitetstilsynet (PE) har avklart at kravet ikke berører videregående kurs, trolig fordi det forutsettes at elever til slike kurs tidligere har gjennomgått helseundersøkelse ifm grunnkurset. PE har ikke spesifisert krav til undersøkelsens omfang eller gitt helsekrav.

Både nasjonalt og internasjonalt er det stor uenighet om fritidsdykkere bør gjennomgå obligatorisk helseundersøkelse, når de bør gjøre det, hvem som kan utføre denne, omfang av undersøkelsen og helsekrav til sportsdykkere. Flertallet av de store utdanningsorganisasjonene har samlet seg i paraplyorganisasjonen RDTC (Recreational Diving Training Council) som har utgitt retningslinjer for leger som skal undersøke fritidsdykkere. Tidligere norsk veiledning tok utgangspunkt i denne, men både egenerklæring og legeundersøkelses-skjemaet var en norsk blankett. Her i Norge har Norges Dykkeforbund (NDF), som sertifiserer dykkere gjennom CMAS, krevd at grunnkurselever skal ha gjennomgått helse undersøkelse. PADI har internasjonalt ikke satt krav om legeundersøkelse i forkant av sportsdykkerkurs, men har i Norge anbefalt sine skoler å følge nasjonal praksis. Personlige meddelelser fra uavhengige, kilder gjør meg imidlertid overbevist om at en rekke skoler fortsatt sertifiserer sportsdykkere uten den obligatoriske helseundersøkelsen.

Hvorfor helseundersøkelse?

Det er høyst legitimt å spørre om helse-undersøkelsen overhode har et formål. I Norge utdannes det ca 5000 sportsdykkere/ år, det gjennomføres anslagsvis 350 000 fritidsdykk. Av disse omkommer 6-8 personer og vi behandler 50-60 tilfeller med trykkfallssyke. Omfang av senskader og andre skader er lite kjent og blir rene spekulasjoner. Hvor mange skader kunne vært unngått hvis man hadde gjort en mer omfattende/bedre undersøkelse? Eller: Hvor mye mer skade ville ha oppstått hvis man hadde fjernet helseundersøkelsen fullstendig? Vi vet ikke svaret på disse spørsmålene, men blant dem som omkommer under fritidsdykking er det ekstremt sjelden at medisinske forhold bidrar. Det samme er tilfelle ved trykkfallssyke: Det er svært sjelden at noen får trykkfallssyke hvor annen sykdom har vært bidragsytende. Likevel: Bevissthetstap eller plutselig nedsettelse av fysisk yteevne under vann kan medføre

drukning. Et omfang på 6-8 dødsulykker/år er etter min mening så stort at vi ikke har "råd" til å miste ytterligere flere dykkere som følge av medisinske forhold. Jeg vedgår altså at det er mange som må gjennomgå en unødvendig undersøkelse for å hindre noen få fra å få alvorlig skade. Jeg synes likevel ikke at det er en urimelig merbelastning, verken kostnadsmessig eller tidsmessig å pålegge en slik helseundersøkelse. Fallskjermhopping og privatflyging er eksempler på to andre fritidsaktiviteter hvor legeerklæring også er påkrevet.

Oppnevnelse av arbeidsgruppe

22.12.97 (sic!) oppnevnte NDF en arbeids-gruppe bestående av legene Leif Aanderud, Beate Benestad, Svein Eidsvik, Jørn Klepper og meg selv samt Arne Johan Arntzen, Ketil Mørk og Hans Petter Roverud som representant for dykkerne. Arbeidsgruppen skulle utarbeide retningslinjer for nye helseundersøkelser av fritidsdykkere og fastsette helsekrav. Gruppen har samarbeidet nært med NDF og PADI Norway for å sikre at resultatet ble akseptabelt for alle parter.

Gruppens anbefalinger

Gruppen har gitt en rekke prinsipielt viktige anbefalinger, anbefalinger som sannsynligvis er viktigere enn om man mener at fritids-dykkere bør kunne holde pusten i 40 eller 45 sekunder.... Det viktigste er kanskje at det norske skjemaveldet skal "internasjonaliseres". Gruppen har (med god hjelp fra Trond Skaare) utarbeidet en egenerklæring og en helseerklæring som i lay out og innhold er svært lik den internasjonale RSTC-standarden. Avvikene er marginale og uformelt avklart med RSTC. Med den nye tospråklige (norsk og engelsk) helseerklæringen skal det bli (enda) enklere å dykke i utlandet.
Egenerklæringsskjemaet er altså totalt omarbeidet i forhold til det gamle skjemaet. Når det gjelder legeundersøkelsesskjemaet er endringene mindre, men for dem som evt kjenner de riktig gamle skjemaene så vil man oppdage at hyperventilasjons-testen (hyperventilere i 3 min) og arbeidsbelastningstesten er tatt ut.
Gruppen har også bearbeidet de medisinske retningslinjene (RSTC retningslinjene) og gjort en del endringer som skyldes nasjonal praksis/ medisinsk standard.

Alle mener ikke det samme...

Neida, og det fikk vi erfare. Det ble gjort en masse arbeid og stedvis vesentlige endringer før vi plutselig fikk de kontroversielle spørsmålene opp i dagen. Det var først og fremst spørsmålet om obligatorisk lungerøntgen som forårsaket debatt. Flertallet av arbeidsgruppens medisinske medlemmer mente at man burde gjennomføre lungerøntgen (som tidligere) i forkant av kurs. Et mindretall frarådet dette og etterlyste bedre dokumentasjon for hensikten med/utbyttet av slike undersøkelser. Undersøkelsen koster jo noen kr (typisk 250-300 kr) og er vanskelig tilgjengelig en rekke steder i landet. Etter flertallets oppfatning bør sportsdykkere gjennomføre lungerøntgen i løpet av de 3 siste år før opptak til sportsdykker-kurs. Ved en slik undersøkelse kan man oppdage arrvev (spesielt i lungehinnen) og enkelte (om enn sjeldne) lungesykdommer. Sannsynligheten for å oppdage slike skader hos ellers symptomfriske unge mennesker er liten, men konsekvensen av barotraume ("lungebrist") er så alvorlig at flertallet mente at lungerøntgen burde gjøres.
En lignende diskusjon gjaldt lungefunksjonsundersøkelsen spirometri. Ved spirometri måler man lungekapasiteten (lungevolum) og pasientens evne til å tømme lungene. Enkelte mente at denne ikke burde være obligatorisk, men flertallet mente at apparater for slik undersøkelse nå har en slik utbredelse at det er et rimelig krav. Tidligere kunne lungekapasiteten bli målt ved å føre et målebånd rundt bryst-kassen og måle endring i omkrets. En slik undersøkelse er tilnærmet verdiløs ifm. dykking, og denne muligheten for "forenklet" undersøkelse er fjernet fra skjemaet.

Men vi ble enige til slutt

Gruppen overleverte sin anbefaling til NDF 30.4.99. I anbefalingen presiseres det at dykkere bør gjennomgå helseundersøkelse i forkant av sportsdykkerkurs, men at egenerklæring er tilstrekkelig ved videregående kurs. Undersøkelsens omfang er omtrent som tidligere, men lungerøntgen (tatt ila de siste 3 år) og spirometri er obligatorisk. Egenerklæringens lay out og innhold er harmonisert med RSTC standarden og oppleves forhåpentligvis som et framskritt. Helsekravene har gjennomgått enkelte endringer, de viktigste er at det er åpnet for en liberalisering mht asthma. For personer med insulinkrevende sukkersyke vil sportsdykking fortsatt være forbudt område. Veiledningen gir et klart "nei" til slike kandidater.

Hva skjer videre?

Forslaget som nå er godkjent av NDF og PADI vil bli oversendt PE fra Seksjon for hyperbarmedisin, Haukeland syke-hus. I så fall bør PE kunne gi rettledningen status som "veiledning" eller "nasjonal standard". Da ville vi være et langt, og spennende, skritt videre. ■

ARBEID UNDER VANN
- fordeler og ulemper

Med mindre en har førstehånds erfaring med undervannsarbeid er det vanskelig å fullt ut forstå forskjellene mellom det å arbeide på land og under vann. Forskjeller som kan synes ubetydelige for den uinnvidde kan bety suksess eller fiasko for dykkeren. Dette innlegget er et forsøk på å identifisere både ulemper og eventuelle fordeler i dykkerens arbeidssituasjon under vann. Noen av punktene er umiddelbart opplagte og tatt med for ordens skyld, mens andre kanskje er nye for noen. Medisinsk/fysiologiske problemstillinger er stort sett utelatt fordi det er et altfor stort felt å komme inn på her.

Vidar Fondevik, NUI

ULEMPER

Dårlig sikt. Ulempene har sitt utspring fra det omgivende miljø eller fra dykkeren selv. Dersom vi begynner med miljøet er dårlig sikt en av de største ulempene. Dette er vanligvis forårsaket av partikler i vannet, oppløst kjemisk forurensning eller rett og slett mangel på lys. Problemene er størst på grunt vann og nær bunnen på dypt vann. Strøm og turbulens forsterker problemet. Ofte arbeider dykkere i tilnærmet null sikt. Under slike forhold er han prisgitt sin egen evne til å føle seg frem. Arbeidets fremdrift reduseres drastisk og sikkerhetsrutinene blir satt på prøve.

Vektløshet. En hovedforskjell mellom å jobbe på land og under vann forårsakes av vektløshet. Dersom du forsøker å påføre et kraftmoment eller løfte et objekt uten å ha et underlag å stå på eller feste seg til, vil opplevelsen kunne sammenlignes med en romfarer som svever vektløs omkring. Operasjoner som krever tungt verktøy eller utstyr må derfor planlegges med transport av utstyret og en fast plattform å stå på. Den maksimale kraft en dykker kan anvende ved bare å svømme er ikke større enn fra 50 til 100 N, da bare for korte perioder og varierende fra person til person.

Strøm. En dykker som arbeider i en strøm på en knop utsettes for krefter som kan sammenlignes med å arbeide på overflaten i en vindstyrke med hastighet på 45 m/sek. Selv en halv knops strøm kan skape store problemer. Under slike forhold må det tas hensyn til håndtak for dykkeren, tilgang fra dykkerklokke, lengde på navlestreng og mulige "snagging"-problemer.

Bølger. Bølger kan også være til stor ulempe for en dykker. Jo større bølgelengden er jo dypere vil bølgen påvirke dykkeren. Som tommelfingerregel kan en si at vannets bevegelse forårsaket av bølgen er betydelig ned til en tredjedel av bølgelengden. På rørleggings-lektere kan arbeid på utleggingsramper være særlig utsatt. I verste fall vil dykkeren kunne bli utsatt for kvalme, oppkast og kollisjon med strukturen.

Eksplosjoner og støy. Vann er en ekstremt effektiv overfører av trykkbølger. Sikker avstand er derfor mye større under vann enn over vann. Arbeid med for eksempel seismikk og peling vil medføre eksplosjoner og støy og må derfor sikres med hensyn på dette. En stor pelehammer produserer energi i hvert slag tilsvarende 0,5 kg dynamitt.

Elektrisitet. Elektrisitet ledes godt i sjøvann. Elektrisk verktøy må derfor håndteres varsomt med tanke på lekkasje. I nærheten av katodiske beskyttelsessystemer blir det ofte produsert elektriske felter med styrker som kan være til hinder for dykking.

Navlestreng. Bruk av navlestreng til dykkeren er påbudt i de aller fleste tilfeller, men kan skape problemer i form av dragkrefter på dykkeren, "snagging" og bevegelse i dykkerklokken. Håndtering av navlestrenger er derfor en viktig del av opplæringen av dykkere. Dårlig håndtering av navlestrenger påfører dykkeren unødig risiko.

Vertikal bevegelse av dykkerklokken pga. overflateforhold som igjen påvirker overflatefartøyet kan overføres til dykkeren gjennom navlestrengen og påføre ham problemer.

Vertikale ekskursjoner. Ved klokkedykking er vertikale ekskursjoner sterkt begrenset ifølge regelverket, både nedover og oppover. Under metningsdykking er det generelt sett mer effektivt å utføre en serie dykk med økende dybder enn omvendt.

Skrot. Forlatt utstyr og skrot har en tendens til å samles opp på havbunnen der arbeid har foregått, spesielt rundt strukturer og produksjonsanlegg. Det kan til og med samles opp over havbunnsnivået på enkelte strukturer. Her er lett for at navlestrengen henger seg opp og skaper problemer for dykkeren. Verktøy, stillas og annet skrot kan bli til farlige prosjektiler etter å ha falt gjennom vannet. Under slike forhold kan utilstrekkelig oppmerksomhet være livsfarlig for en dykker. Mye verdifull tid går ofte til spille med å rydde opp skrot før en jobb kan begynne.

Marine dyr. Selv om dyr ikke regnes som noe potensiell fare i Nordsjøen har det hendt at dykkere har måttet vente på tilgang på grunn av sel som hadde okkupert et brønnhode eller spekkhoggere som først måtte forlate et område – best å være føre var.

Hypotermi. Lave sjøtemperaturer vil alltid representere potensiell fare for hypotermi. Problemet øker med dybden pga redusert temperatur, økende gasstetthet og bruk av helium som er en ypperlig varmeleder og dermed en dårlig termisk isolator. Ved bruk av normale prosedyrer og utstyr er det vanligvis ikke noe problem. Eventuelle utstyrsfeil kan derimot lett skape livsfarlige situasjoner.

Hypertermi. Den motsatte situasjon kan føre til hypertermi. En dykker kan overopphetes dersom kompresjonshastigheten i et DCC er for stor. Problemet er størst ved dyp heliox-dykking og under tropiske, fuktige forhold der solen får varme opp trykkammeret. Under ekstreme forhold kan effekten bli fatal for dykkerne.

Vekten av utstyr. Vekten av dykkerens utstyr er tilpasset for å gi nøytral eller svak negativ oppdrift under vann. Vekten av utstyret på land kan imidlertid være betydelig, ofte opp mot 90 kg. Dette kan skape problemer når dykkeren går ut i og ut av vannet, for eksempel når dykkeren skal klatre i en 2-3 meter lang stige for å

komme ut eller inn av en båt eller en dykkerklokke. Problemet kan også oppstå i tørre sveise-habitater, men løses som regel ved at dykkeren skifter til lettere utstyr når han arbeider inne i habitatet.

DSV / DP system. Feil på DSV / DP system kan påføre dykkeren alvorlige skader dersom systemet svikter. Et skip som beveger seg på "walk-about" kan dra dykkeren gjennom en struktur eller til og med ut av et habitat. Dykkere kan også utsettes for fare på grunnere vann i nærheten av en skipspropell som roterer. Han kan bli sugd inn i propellen etter navle-strengen. Gode prosedyrer og teknikker reduserer risikoen.

Innsuging. Visse situasjoner ved røråpninger, sluseventiler og slamsuging kan medføre innsuging av dykkeren eller hans armer. Her må det vises spesiell aktsomhet.

Tider og dybder. Dykketabellene gir også en begrensning ved arbeidsoperasjoner der tidsfaktoren spiller en viktig rolle. Dykkeren selv er kilde til flere av de ulempene som knytter seg til arbeid under vann. Det er teknisk mulig å dykke ned til 500 meter på oxy-helium blandinger. Vi må imidlertid først akseptere at en rekke individuelle begrensninger er helt vanlig hos dykkere.

Sansene. Følgende sanser er nærliggende å tenke på: syn, hørsel, følelse, balanseevne, lukt og smak :

Syn. Masken eller hjelmen vil i stor grad begrense vårt syn pga. tunnelvirkning. Kunstig lys skaper "back-scatter" fra partikler. Lyskilder vil alltid skyggelegge områder, ofte selve arbeidsområdet. Individuelle visuelle defekter er ofte fremtredende ettersom dykkere ikke trenger perfekt syn for å oppfylle medisinske krav og sjelden bruker korrigerende linser i maskene. Problemer med dugg i masken er vanlig selv om fri flow hjelper.

Hørsel. Hørselen reduseres sterkt selv om lyden overføres bedre i vann enn luft. Evnen til å bestemme retningen fra lydkilder er praktisk talt null. Eksosgass og boble-lyder i og rundt hodet produserer et vidt spekter av lyder med høy støy. Den akustiske koblingen mellom øre og øretelefon er også vanligvis dårlig og kommunikasjonsutstyret gir ingen perfekt stemmegjengivelse. Dykkere trenger heller ikke å ha perfekt hørsel for å passere medisinske tester.

Følelse. Dykkere må ha hansker til termisk isolasjon og for beskyttelse av hendene. Dette reduserer fingerferdigheten og evnen til å føle. Føling har stor relevans til for eksempel håndtering av inspeksjons-instrumenter. Dersom varmesystemet er utilstrekkelig til å holde hendene varme kan følelsen forsvinne helt.

Smak og lukt Smak og lukt er kanskje de minst anvendbare sansene for en dykker i arbeid men kan i noen tilfeller være en god alarm som for eksempel ved forurenset pustegass.

Balanse. Balanseevnen reduseres pga. vektløshet og mangel på visuelle referanser som f.eks. en horisont.

Kommunikasjon. Forståelsen av dykkertale/kommunikasjon er vanligvis dårlig sammenlignet med tale blant mennesker på land. Årsakene ligger i gassens tetthet, bruken av helium, dårlige akustiske egenskaper i oral-nasal maskene, begrenset bruk av kjeve på grunn av maske eller munnstykke og effektivitetstap i ut-styret. På grunn av slike forhold blir derfor samtale med dykkeren begrenset mest mulig. Pusteeffektiviteten blir dessuten redusert under samtale. Dette kan i neste omgang kan skape et CO_2-problem. Ord som brukes holdes ofte i en egen sjargong der en bruker minst mulig nye og fremmede ord.

Kraftforbruk. Dykkerens kraftforbruk er enten av kort varighet (anerob) eller langvarig (aerob). Kortvarige kraftanstrengelser som ikke forårsaker andpustenhet kan utføres like effektivt under som over vann. Langvarige derimot er begrenset på grunn av at dykkerens pustekapasitet blir redusert av pustegassens økte tetthet, motstand i pusteutstyret og økt dødrom i pustekrets-løpet, selv om økt O_2-partialtrykk til en viss grad kan kompensere. Konsekvensen er at dykkere må forsøke å unngå anstrengelser som kan medføre andpustenhet.

Mental yteevne. Den mentale skarpsindighet og evnen til å løse problemer kan bli vesentlig redusert under dykkerarbeid. Spesielt kan korttids-hukommelsen bli påvirket negativt av bl.a utmattelse, angst, distrahering, mulig CO_2-oppsamling, for stor oppmerksomhet rettet mot personlig utstyr og omgivelser, kulde, uvanlig arbeids-posisjon, nitrogennarkose under luftdykking, mangel på søvn og HPNS. Som et resultat av disse og flere faktorer bør dykkere planlegge og øve mest mulig på forhånd før vanskelige oppgaver påbegynnes. Egne avgjørelser bør reduseres til et minimum.

Skikkethet. De fleste dykkere er normalt godt skikket til jobben og må godkjennes gjennom medisinske tester. Skikkethet kan imidlertid tapes periodevis av forskjellige årsaker som for eksempel lange klokkeløp, utilstrekkelig overflateopphold mellom metningsperioder, kulde, influensa etc.

FORDELER

Vektløshet. Overraskende nok finnes det fordeler ved å arbeide under vann som både øker effektiviteten og sikkerheten. Vektløshet er sannsynligvis den mest attraktive egenskapen ved dykking. Det leder til flere fordelaktige konsepter:
Dykkere kan bevege seg relativt fritt i tre dimensjoner og er ikke begrenset til å stå på bakken eller henge mot en struktur. Dykkere trenger ikke stiger for å komme seg over hindringer på havbunnen. De kan effektivt 'fly' rundt midt i vannet. Dykkere kan ofte redde seg unna kritiske situasjoner hurtigere enn en ville klare på land .
En dykker kan utføre arbeid stående på hodet like lett som om han står rett vei. Denne **orienteringsegenskap** kombinert med vektløshet gjør at dykkeren kan skaffe seg tilgang til arbeidssteder som ville være nærmest umulig på tilsvarende strukturer på land. Ved å feste variabel oppdrift på utstyr som for eksempel rørseksjoner etc. kan dykkere transportere flere tonn tunge komponenter lange avstander under vann.

Beskyttelse mot radioaktivitet. Radioaktivt materiale blir ofte brukt til inspeksjon av rør og sveiser under vann. Vann gir effektiv skjerming mot radioaktivi-tet.

Elektrisitet. Sjøvann er en god leder av elektrisitet. Det er derfor lite sannsynlig at dykkeren vil være hovedveien for elektrisk strøm på avveie. Drakt og hansker vil også til en viss grad isolere dykkeren fra den elektriske strømmen.

KONKLUSJON

Dette har vært et forsøk på objektivt å vurdere ulemper og fordeler ved arbeid under vann. Etter første øyekast kan det virke som om de fleste odds er mot dykkeren. Likevel må det være riktig å kunne si at dykkere på lang vei representerer den mest allsidige og pålitelige metode for å få utført arbeid under vann. Vi må imidlertid være påpasselig med planlegging av arbeidsoperasjonen og ha kjennskap og ta hensyn til de begrensninger dykkeren har for at hans dyrebare tid fullt ut kan utnyttes. ■

Arbeidstilsynet med- eller motspiller?

Vi er tre arbeidsdykkere som er ansatt i Bodø kommune for å utføre kontroll og vedlikehold på vann- og avløpsledningene, samt utlegging av nye ledninger. I tillegg brukes vi som poteten til alt mulig slags arbeid på land.
Årlig har vi ca 100 dykk hver, og blant disse er ca 10 på mellom 30 og 48 m dyp. Disse dykkene har vi nå fått forbud mot å foreta pga. de nye forskriftene 511/§109. På disse dybdene er det rene inspeksjonsdykk, hvor vi går ned og ser, for så å gå opp igjen. Det blir ikke utført noe arbeid med kraftkrevende verktøy. Vi følger norsk standard dykketabell, og har gode rutiner for dykkinga, samt beredskap på overflata. Denne dykkinga ville vi søke om dispensasjon for, da det gis anledning til det i § 130.

På et oppklaringsmøte med Arbeids-tilsynet i Bodø ble vi bedt om å risikoanalysere dykkinga, og søke om disp. for hver enkelt dykk med nærmere tidspunkt for utførelsen. Ellers fikk vi ros for sikker dykking og samarbeidsvilje med Arbeidstilsynet opp gjennom årene. Søknaden skulle bli behandlet på beste måte.
Vi satte i gang med risikoanalysene og kom fram til at dette i grunnen var veldig lurt, og vi anbefaler andre å gjøre det samme. Videre fant vi fram bunnprofiler og dykkeprofiler for de aktuelle stedene og la ved risikoanalyse. Et grundig og godt arbeid, spør du oss.
Etter en tid kom brevet vi ventet på, men svaret var ikke til å bli klok på. Søknaden ble avslått med begrunnelse av at den ikke var forelagt AMU eller verneombud, og at hovedregelen var at det ikke gis disp fra §109 i 511. Dermed er paragraf 130 død og begravet.
Avslaget er gitt med hjemmel i arbeidsmiljøloven §77.1, som sier på norsk, at du kan si hva du vil, men vi gjør som vi vil. En beskyttelse mot å tenke fornuft i stedet for paragrafer. Det synes som om de vil arbeidsdykkinga til livs i stedet for å styrke den.
Vi syntes det var en meget tynt begrunnet avslag, og skrev så en anke hvor vi hen-viser til arbeidsmiljøloven kap 2.4 og 2.6.

På ny var det å vente på svar, men noen positiv følelse hadde vi ikke. Det første avslaget var skrevet av en maskiningeniør, så det neste ble vel av en betongingeniør. Hva de vet om dykking har vel ingen betydning, for de har jo paragrafene å holde seg til.
Som ventet kom et nytt avslag fra Arbeidstilsynet (underskrevet av en juridisk konsulent). Denne gang hadde de skrevet mer utfyllende, men mener fortsatt at dykking er forbundet med den største fare.

Det kan nok være riktig, når man ikke vet hva man gjør, eller strekker grensene til ytterkanten. De har nok sett ulykkesstatistikken for sportsdykkere, og skåret alle over en kam. Så vidt vi vet er statistikken for arbeidsdykkere veldig bra, og de ulykker som har vært, er av en annen art enn å dekomprimere i et tau i 5 min. Det er vel heller utelatt dekomp som er årsaken, samt andre forhold. 100% sikkert blir det verken innen dykking eller på kontoret. Men når de ikke har kapasitet til å håndheve de allerede eksisterende regler, så er det best å forby alt. Hva blir det neste fra den kanten? Skal Bodø kommune være nødt til å leie/kjøpe trykkammer for disse få dykkene. Vi er jo ikke entreprenører som holder på med anlegg og kan ikke forsvare disse kostnadene dette vil påføre oss.

Det er forståelig at anleggsdykkere som bruker verktøy og kjører med utvidete bunntider, må ha et kammer, men det må være måte på. Dette innebærer at bare de største firmaene kan forsvare å ha trykkkammer og får dermed monopol på jobben. Små jobber langt unna disse firmaene vil bli utført svart og gjerne ved bruk av sports-dykkere. Da blir jo forskriftene mot sin hensikt.
Vi mener at dispensasjon bør gis når man kan fremskaffe materiale som viser at man har sikre rutiner og beredskap rundt dykkerne. Ingen av oss som lever av dykkinga er villig til å ofre liv og helse på idiotdykking. Vi er tross alt profesjonelle og bør behandles deretter, så kan Arbeids-tilsynet konsentrere seg om de useriøse aktørene.
Vår respekt for Arbeidstilsynet er raskt dalende, og hadde det ikke vært for at vi vet bedre, hadde vi kastet både hjelm og vernesko.
Håper de og andre er villig til å ta en offentlig diskusjon om dette. Vi vet det er flere som misfornøyde med etaten og det bør komme på trykk.

Hilsen dykkerne i
Bodø kommune ■

Nytt fra landsfunksjonen i hyperbarmedisin

Leif Aanderud, Einar Thorsen,
Jan Risberg og Guttorm Brattebø,
Senter for hyperbamedisin ved
Haukeland sykehus

Yrkesskadeerstatning
På oppdrag fra Statens helsetilsyn har yrkes-medisinsk avdeling gjennomført en utredning av "Hvilke typer dykkerskader som skal gi grunnlag for yrkesskadeerstatning". Arbeidet har omfattet mulige langtidsvirkninger av dykking.
Arbeidsutvalget har ikke funnet grunn til å revurdere tilstander som allerede er innlemmet i "Forskrift om yrkes-sykdommer, klimasykdommer og epidemiske sykdommer". Utvalget anbefaler at kronisk obstruktiv lungesykdom og ence-phalopati hos dykkere innlemmes i forskriften. Det forutsettes at andre årsaker
til disse tilstandene er ekskludert, og at utredning finner sted ved institusjon med særlig kompetanse i dykkermedisin og yrkesmedisin.

Legeerklæring sportsdykkere
Den som venter på noe godt – venter han aldri forgjeves? Jeg vet ikke sikkert, men jeg føler i alle fall at vi har gjort et solid arbeid med å utarbeide nye retningslinjer for helseundersøkelse av fritidsdykkere (sports-dykkere).
Norges Dykkeforbund nedsatte 22.12.97 (ja, du leser dessverre riktig.) en arbeidsgruppe med Jan Risberg som leder og med Svein Eidsvik, Leif Aanderud, Jørn Klepper, Beate Benestad, Arne-Johan Arntzen, Hans Petter Roverud og Ketil Mørk som medarbeidere. Gruppen har jobbet med høyst varierende intensitet (lederen påtar seg det personlige ansvaret for dette . . . .), men høsten –98 så det nesten ut til at vi var kommet i mål. Vi hadde da utarbeidet retningslinjer basert på en internasjonal standard (RSTC-Recreational Scuba Training Council).
I tidsriktig ånd var retningslinjene liberalisert noe mht. asthma. Veiledningen var noe modernisert i tekst og innhold, og ikke minst var skjemaveldet gjort mer funksjonelt: Egenerklæringen var identisk med RSTC-malen (dette gjør det enklere å få godkjent undersøkelsen i utlandet), legen beholdt legeundersøkelsesskjemaet (i stedet for skolen), mens skolen skulle få en enkel legeerklæring. I innspurten holdt vi på å snuble fordi det oppstod uenighet både innad i gruppen og utad mot oppdragsgiver mht. undersøkelsesomfang – spesifikk lungerøntgen. Med betydelig finansiell støtte til Telenor og diverse elektroniske brevvekslinger har vi imidlertid greid å nå fram til formuleringer som alle parter kan leve med. De nye retningslinjene presiserer undersøkelsens minimumsomfang (ut fra et legeundersøkelsesskjema), inkludert kravet om lungerøntgen, ikke eldre enn tre år, og har et vesentlig mer funksjonelt skjemavelde. Endelig, 30.04.99 ble mesterverket oversendt Norges Dykkeforbund og er nå godkjent av både PADI og NDF.

TFS – etterundersøkelse
Det er startet et prosjekt for etterundersøkelse av dykkere som er behandlet for trykk-fallssyke ved Dykker- og froskemannskolen, Haakonsvern. Prosjektet omfatter alle dykkere vi har kunnet lokalisere, som har vært behandlet for trykkfallssyke på Haakonsvern orlogsstasjon i femårs perioden 1993 til og med 1997. Det dreier seg om ca 150 dykkere som vi har kunnet spore, og presentasjon av prosjektet og gruppen som arbeider med det har tidligere vært presentert i Dykkenytt. Responsen har vært noe laber, idet vi nå har purret på ca halvparten av de tilskrevne. Vi håper at man for det felles gode som det er å kjenne behandlingsresultatene på sikt påtar seg arbeidet med å fylle ut og sende inn skjemaene – frankerte returkonvolutter følger med.
Som referanse for de svar vi får inn, gjør vi i samarbeid med PADI og NDF et vilkårlig utvalg blant sportsdykkere som ikke har vært behandlet for trykkfallssyke for å ha et godt statistisk sammenlikningsgrunnlag.
Antallet dykkere kommer forhåpentlig-vis til å være så stort at vi kan trekke holdbare konklusjoner generelt om helsesituasjonen for sportsdykkere etter behandling for trykkfallssyke. Vi håper at vi i løpet av høsten har fått inn de resterende besvarelser, og at vi kan presentere resultatene på NBFs julemøte! Så følg med! Alle som besvarer skjemaet vil også få tilsendt resultatene av studien.

Epidemiologiprosjektet
Epidemiologiprosjektet (Alfa-prosjektet) er et såkalt "prospektivt longitudinelt studie" av dykkere, dvs dykkere blir regelmessig undersøkt fra de starter dykkerkarrieren på Statens Dykkerskole og deretter hvert 3. år. Nervesystemet, lungene og øre-nese-hals-organene blir undersøkt av spesialister på Haukeland sykehus (Marit Grønning, Kari Troland, Einar Thorsen og Stein Helge Glad Nordahl).
Studien skal søke å påvise eventuelle senskader som oppstår hos dykkere og dette gjøres ved å sammenligne dem som får en aktiv dykkerkarriere med dem som aldri driver med yrkesdykking etter avsluttet utdanning. Planen for 1999 er å gjennomføre en interimsanalyse av dataene som er innsamlet siden 1994, dels å vurdere om det er behov for metodologiske tilleggsstudier.

Vaktordningen
Vaktordningen ved Landsfunksjonen har nå vært etablert i 5 år, og synes nå å være alment kjent blant så vel helsepersonell som hos dykkere. I tillegg til hyppige kontakter med de andre trykkamrene i landet, har vi daglig forespørsler fra hele landet om dykke-medisinske spørsmål. Det gjelder spørsmål fra vaktleger og dykkere om tolkning av symptomer som har oppstått etter dykk, behandling og oppfølging etter trykkfallssyke og medisinske spørsmål i forbindelse med sportsdykkersertifisering. Her har vi god støtte i vårt etablerte miljø, litteratursamling/tidsskrifter og tilgang til databaser.
Når det gjelder ulykker, kan nok samarbeid mot politietaten forbedres ytterligere. Vi har invitert de aktuelle organisasjoner til et forberedende møte med tanke på å forbedre samarbeidsrutinene med justis-departementet. Vi føler at det er behov for klarere retningslinjer og mer formaliserte rutiner mellom etterforskere og medisinsk dykkeekspertise.
Landsfunksjonen har et utstrakt kontaktnett over hele landet, ikke minst takket være de norske dykketidsskriftene og møtevirksomheten med dykkeklubbene, i særdeleshet Norsk Baromedisinsk Forening og de årlige dykkertreffene som arrangeres av Bømlo dykkeklubb og dykkeseminarene i Bergen. ■

Dykking til store dyp – hvor står vi?

I forrige Dykkenytt presenterte Kåre Segadal en tabell som viser at siste dypdykk (> 180 meter) her i landet ble gjennomført for 10 år siden. Er der fremdeles planer for å dykke så dypt, eller er dette behovet (og kompetansen) forsvunnet? Nei, dykkeselskapene har fremdeles en kontrakt med olje-selskapene som tilsier at de skal kunne mobilisere for dykk til 350 meters dyp innen 21 dager. For å dykke så dypt vil dykkere i varierende grad kunne få noen symptomer som benevnes HPNS. Jeg vil i herværende artikkel gi en beskrivelse på hvor vi står med hensyn til dette "kompresjonsproblemet".

Ragnar J. Værnes, Nutec

Introduksjon

Kompresjon til dyp større enn 180 meter kan gi symptomer på Høytrykks Nervesyndromet (HPNS). En rekke studier har vist at symptomene vil være svimmelhet, kvalme, skjelving, EEG-forandringer, nedsatt mental yteevne og dårlig søvn. Generelt vil grad og mengde av symptomer variere som en funksjon av hurtig kompresjon og/eller dybde. Men det har også vist seg at selv meget sakte kompresjon kan i enkelte tilfeller føre til markert HPNS hos dykkere som er spesielt sensitive for å få dette syndromet.

Studier har imidlertid vist at sakte kompresjon kombinert med stopp på forskjellige dybder kan markert redusere HPNS. Dette prinsippet, en kompresjonsprofil med stopp på "sensitive dybder", var utgangspunktet for vår foreslåtte kompresjonsprofil til 360 meter. Profilen er basert på Nutecs/ NUIs erfaring med dypdykking, og er en syntese av de eksperimentelle og operative kompresjonsprofilevalueringer som er blitt gjennomført og internasjonalt publisert siden 1980. Kompresjonsprofilen ble opprinnelig utviklet i forbindelse med OTS-programmet i siste halvdel av 1980-årene hvor man konkluderte med at det var mulig og forsvarlig å gjennomføre operasjonell bemannet dykking inntil 360 meter. I ettertid er profilen implementert i "Kontrakt for Undervanns-tjenester, Vedlegg E3" (Criteria for Diving Operations, Page 15) hvor den har gjennomgått to revisjoner basert på 52 manndykk på "tie-in" operasjonen på Gullfaks C (220 meter) og verifikasjonsdykk til 300 meter på Sandviksflaket. I begge tilfeller er profilen gjort ytterligere konservativ mht. kompresjonshastighet i 200–300 meters sonen.

Kompresjonshastighet

For kompresjon til dybder ned mot 180 meter anbefales profilen gjengitt i tabellen nedenfor. For dykking til 0–90 meter skal klokkeløpet ikke ta til før etter en time etter ankommet bodybde, og for bodybder mellom 90–180 meter etter to timer (NPD Standard 12/91).

Dybde (meter)	Hastighet (min/meter)	Kompresjonstid (min)	Stopptid (min)	Total tid (timer : min)
0–10	1	10	–	00 : 10
10	–	–	30	00 : 40
10–180	1	170	–	03 : 30
180	–	–	120	05 : 30

For kompresjon til dybder ned mot 360 meter anbefales profilen gjengitt i tabellen nedenfor. For dykking mellom 180–240 meter skal ikke klokkeløpet ta til før etter 6 timer etter ankommet bodybde, etter 12 timer for dybdesonen 240–300 meter, og etter 18 timer for dybdesonen 300–360 meter.

Dybde (meter)	Hastighet (min/meter)	Kompresjons-Tid (min)	Stopp Tid (min)	Total Tid (timer : min)
0–10	1	10	–	00 : 10
10	–	–	30	00 : 40
10–80	2	140	–	03 : 00
80	–	–	90	04 : 30
80–160	4	320	–	09 : 50
160	–	–	180	12 : 50
160–240	6	480	–	20 : 50
240	–	–	480	28 : 50
240–320	8	640	–	39 : 30
320	–	–	840	53 : 30
320–360	8	320	–	58 : 50

Pustegass
Siden dykkerne komprimeres i bokammer må man være påpasselig med å unngå hypoksi på grunn av for dårlig miksing av kammeratmosfæren. Trykksettingen foregår i to faser: For det første skal man oppnå en ppO2 på 35 kPa inni kammeret. Dette gjøres på 7,5 meter med heliox 20/80. Det er ikke lov å bruke luft. Den andre fasen blir utført med bruk av helium til nådd bodybde. På 10 meter er der imidlertid et 30 min. stopp for gjennomgang av alle systemer i henhold til en sjekkliste. Grensene for ppO2 vil være som følger: Set verdi på 35 kPa, minimums-grense på 30 kPa og øvre grense på 40 kPa.

Temperatur
Temperaturgrensen på 33°C må være en kontrollerende faktor under kompresjonen på grunn av faren for symptomer på hypertermi (se neste delkapittel). Temperaturen vil bli monitorert kontinuerlig, og hvis den overstiger 33°C skal kompresjonen være stoppet til temperaturen returnerer til, et for dykkerne, akseptabelt komfortnivå.

Begrunnelse for anbefalt profil
Som krevd i "Kontrakt for Undervannstjenester, Vedlegg E3" er ikke total kompresjonstid til noen dybde kortere enn tiden kalkulert fra tabell 6.1 i Oljedirektoratets rapport "Reports regarding comparison of saturation diving tables and frame conditions for standardisation" (OD-91-12).
Etter 30 minutters stoppet på 10 meter for trykksjekk fortsetter kompresjonen til 80 meter. Tidligere erfaring har vist at noen dykkere kan få symptomer på varmestress som kvalme og svimmelhet. For å forhindre dette, og for å adaptere seg til den initielt store relative trykkendringen, blir et 90 minutters stopp lagt inn her. Flere rapporter har vist at HPNS kan opptre så grunt som 150 meter. Spesielt de tidlige dykkene til Bennett ga slike funn. For å forhindre tidlig HPNS er det lagt inn et stopp på 3 timer på 160 meter. Dette gir dykkeren en sjanse til å adaptere seg til trykket like før "ankomst HPNS området".
Kompresjonen fortsetter til 240 meter. Flere studier, blant annet ved Nutec har vist at markerte HPNS problemer kan oppstå i denne dybdesonen. Et 8 timers stopp er derfor lagt inn her. Starter man i tillegg kompresjonen meget tidlig (f.eks. rundt kl. 0600) vil dykkeren ankomme 240 meter om kvelden. Åtte timers stoppet inkluderer derfor også en god natts søvn. Den videre kompresjon vil derfor ta til kl. 1100 på dag 2.

OTS dykkene hadde en kompresjonsprofil med faste intervaller på 80 meter. Spesielt på store dyp viste det seg at disse stoppene var viktige. Det anbefales derfor at man bi-holder dette prinsippet i herværende profil. Det neste stopp blir derfor på 320 meter. Dykkerne ankommer denne dybden sent på kvelden (i dette eksempel kl. 2130). Et 14 timers opphold på denne dybden gir dem god anledning til adaptasjon og søvn.
Den siste fasen av kompresjonen fra 320 meter til 360 meter tar til kl.1130 på dag 3, og dykkerne ankommer 360 meter ca. kl. 1800. Etter en stabiliseringsperiode på 18 timer kan klokkeløpet ta til ca kl. 1200 på dag 4.
Sammenlignet med den opprinnelige OTS-profilen (Revisjon 0) er den initielle kompresjonsraten til 80 meter blitt endret fra 0,3 min/meter til 1 min/meter. Begrunnelsen for dette var at man registrerte noen problemer med varmestress. Videre vil man anta at kompresjonsarthralgi vil bli minimalisert ved en slik konservativ initiell kompresjonsrate. Kompresjonsraten fra 80 til 160 meter er på 2 min/meter og fra 160 til 240 meter på 4 min/meter. Denne anbefalingen er basert på resultater fra dykk gjennomført etter den opprinnelige profilen (Rev 0) ble laget. I disse dykkene var tilbakemeldingen fra dykkerne at kompresjonsraten var opplevd for hurtig, spesielt mellom 160 og 200 meter.
Kompresjonsprofilen i Trolldykket ved Nutec på midten av 1980-tallet hadde en konstant kompresjonsrate på store dyp. Dette ga markerte HPNS-problemer for noen dykkere. Ved å legge inn en saktere kompresjonsrate desto dypere man gikk i OTS-profilen fikk man bekreftet at dette reduserte HPNS. Derfor er der en endring til 6 min/meter og 8 min/meter for de dype kompresjonsfasene.
Totalt gir dette en kompresjonstid på 58 timer 50 minutter fra overflaten til 360 meter. Sammenlignet med "Criteria for Diving Operations" er dette noe mer konservativt. Sistnevnte ville til sammenlikning gitt en kompresjonstid på 56 timer 10 minutter, en forskjell på 2 timer 40 minutter.

Evaluering symptomer > 180 m
Ved ankomst bodybde, eller hvis dykkeren rapporterer symptomer under kompresjonen, skal han testes for HPNS og andre kompresjonsrelaterte symptomer. Prosedyren for en slik evaluering er innarbeidet i Medical Aspects, delkapittel "HPNS Screening" under kompresjonsprosedyrer i "Criteria for Diving Operations".

ANBEFALING:

Til 240 meter/"Optimal profil"
Basert på våre erfaringer med både operasjonell dykking og verifikasjonsdykk til 200–220 meter er der klare indikasjoner på at de aller fleste erfarne metningsdykkere kan komprimeres til denne dybdesonen uten å få HPNS symptomer som gjør dem uskikket til arbeid i vann. Det eneste som kreves er en bekreftelse på funksjonsnivå og symptomevaluering i henhold til evalueringskravene beskrevet foran. Jobben blir derfor å kontinuerlig evaluere kompresjonserfaringene i denne dybdesonen for videre småjusteringer av profilen og/eller tilknyttede prosedyrer mht. kammertemperatur og overvåking av pustegass.

Til 300 meter/"Select Out"
Dykking ned til 300 meter både i Europa og i Brasil har vist at noen dykkere ikke er i stand til å arbeide på slike dyp på grunn av vedvarende problemer med HPNS, selv om kompresjonshastigheten er lav. For større operasjoner (> 20 dykkere) vil det sannsynligvis være mest lønnsomt å la alle gjennomføre et verifikasjonsdykk for HPNS-klarering.

Til 360 meter/"Select In"
For å kunne garantere en dykkeoperasjon innen en gitt frist i dybdeområdet 300–360 meter forutsetter dette ideelt sett et kvalifisert team av dykkere som man vet fungerer på dette dypet. Dette er blant annet erfart de siste årene av Petrobras som flere ganger har måttet foreta slike operasjoner. For å oppnå dette forutsettes årlig komprimering til slike dyp for utvelgelse av en gruppe "dypdykkere" og for vedlikehold av kompetanse/trening.

Seleksjonskriterier
Seleksjonskriterier med hensyn til HPNS er to: For det første evaluering av grad av HPNS og funksjonsevne på arbeidsdybde som beskrevet foran. For det andre grad av akutte ettereffekter. Det sistnevnte er delvis overlappende med det første kriteriet da det har vist seg at alvorlige symptomer på HPNS medfører en generell utmattelsesreaksjon som kan vare uker etter dykket. Dette evalueres gjennom en klinisk nevropsykologisk oppfølging.
Med hensyn til **langtidsvirkning** er det aldri blitt påvist sammenheng til grad av HPNS. Det er imidlertid meget viktig å kunne garantere en nøye overvåking av dykkerens pustegass i boligkammer da relativt små endringer av CO og kjemisk forurensning kan gi symptomer både under og etter dykket av sentralnervøs karakter. Symptomer på slike toksikolo-giske effekter kan gjøre det vanskelig å evaluere spesielt de akutte ettereffektene mht. HPNS-bidrag. ■

Inspeksjonskursene ved SDS

Gjert Øyvind Daae,
Statens dykkerskole

CSWIP
Statens Dykkerskole er som eneste institusjon i Norden godkjent av det britiske standariseringsorganet CSWIP (Certification Sheme for Weldment Inspection Personell) til å kjøre inspeksjonskurs. Standarden er anerkjent over hele verden, og representanter fra de ledende internasjonale oljeselskapene m.fl. sitter i styret for CSWIP.
Skolen har godkjenning på 3.1U kurset som er for dykkere og 3.3U kurset som er for operatører for fjernstyrte farkoster (ROV). Inspeksjonskurs ved Statens dykkerskole er et kurs i henhold til CSWIPs krav.

3.1U-kurs
3.1U-kurs er et kurs i visuell undervannsinspeksjon for dykkere, og elevene får opplæring i generell visuell inspeksjon, nærvisuell inspeksjon, inspeksjon ved bruk av videokamera, rapportering, bruk av fotoutstyr, ultralydutstyr, utstyr for registrering av korrosjonsbeskyttelse osv.
Kurset har en varighet på 12 dager, 5 dager teori og 7 dager praksis med minimum 7 timer øvelse i inspeksjon under vann.

3.3U-kurs
3.3U-kurs er et kurs tilsvarende 3.1U men er beregnet på ROV personell (operatører og inspektører). Teoriinnholdet er i hovedtrekk lik innholdet i 3.1U kurset. Forskjellen er at en ROV-inspektør ser på en monitor og rapporterer fra det bildet han ser på skjermen. Kurset har en varighet på 7 dager.

Eksaminator fra England
Etter kursene kommer en eksaminator fra CSWIP i England til SDS og elevene tar en eksamen CSWIP, teori og praksis. De som består eksamen, får diplom og kursbevis fra Statens dykkerskole og sertifikat fra CSWIP. CSWIP-sertifikatet er internasjonalt godkjent og kan derfor benyttes ved arbeidssøknader i de fleste land i verden hvor undervanns-inspeksjon pågår.
Fra det første 3.1U kurset i 1993 og til i dag har SDS utdannet 45 elever fordelt på 7 kurs. I tillegg har 17 dykkere vært innom skolen og hatt 5-års fornyelse på sine CSWIP-sertifikater.
Siden det første 3.3U kurset i 1996 har SDS gjennomført 4 kurs for ROV- inspektører med til sammen 25 elever hvorav de siste 2 kursene nå i 1999. De siste to kursene ble satt opp etter forespørsel fra industrien. ■

Hva skal marinarkeologer med klasse S-sertifikatet?

Arild Marøy Hansen

På medlemsmøtet i Norsk Baromedisinsk Forening 28 mai i år var et av emnene vitenskapelig dykking. Emnet ble særlig belyst innenfor fagområdene marin biologi og arkeologi, både generelt og i forbindelse med spesielle prosjekter. Undertegnede presenterte et brev fra Direktoratet for arbeidstilsynet, som forkynte at vi innen marinarkeologien under det nye kl. S-sertifikatet ikke har tillatelse til å bruke noen form for mekanisk utstyr, muligens unntatt fotoutstyr.
I Kronprinsregentens resolusjon av 30 november 1990 ble den nye dykkeforskriften vedtatt. Som kjent sier forskriften at den ikke gjelder for bl.a. sportsdykkerinstruktører, militær dykkevirksomhet, redningsdykking og vitenskapelig dykking. I Kommunaldepartementets skriv som fulgte saken i statsråd er det spesielt redegjort for disse unntakene, og det avsluttes med følgende: *"Samtidig tar Kommunaldepartementet sikte på å utarbeide egne, enklere forskrifter for de grupper som unntas fra denne forskriften."*
Kommunaladepartementets målsetning synes ikke å være fulgt av Direktoratet for arbeidstilsynet. Når marinarkeologene opplever at vi med det nye S-sertifikatet ikke lengre kan benytte mekanisk frileggings-utstyr som hører til vårt fagområde, uten at vi har et annet sertifikat enn kl.S, har vi ikke fått noen egen, enklere forskrift, men det motsatte. Vi blir nemlig pålagt å inneha de samme sertifikater, klasse I, II eller III, som arbeidsdykkere skal.
Dette er en oppsiktsvekkende avgjørelse som synes å gå på tvers av Kommunaldepartementets målsetning. Vi kan bare konstatere at Direktoratet for arbeidstilsynet ikke aksepterer sitt eget sertifikat for vitenskapelig dykking for å utføre de oppgaver de norske marine forvaltnings-museene er satt til.
I høringsrunden som kom forut for det nye sertifikatet gjorde forvaltningsmuseene Direktoratet for arbeidstilsynet oppmerksom på hvilke arbeidoppgaver som følger med kulturminneforvaltning under vann. Dette har det tilsynelatende ikke vært tatt hensyn til. Den saksbehandlingen marin-arkeologien har vårt gjenstand for fra Direktoratet for arbeidstilsynet i denne saken synes å være mangelfull og vilkårlig. Avgjørelsen om å nekte marinarkeologene å bruke frileggingsutstyr kan tyde på at saksbehandleren på forhånd har bestemt seg for at klasse S-sertifikatet bare skal få en svært begrenset betydning.
Ved Bergens Sjøfartsmuseum benyttes hovedfagsstudenter eller utdannede marin-arkeologer til feltarbeidet. De blir alle instruert i bruken av blant annet frileggingsutstyr slik arbeidsforskriftene krever. Sannsynligvis er feltarbeiderne velkvalifisert til å registrere, frilegge, dokumentere, behandle og vurdere kulturminner, da de er arkeologer iført dykkerutstyr.
Dersom vi skal følge Direktoratets pålegg, må vi heretter engasjere minimum tre kl. I-dykkere i tillegg til de arkeologisk sakkyndige. Det vil etter vårt syn være unødvendig og arkeologisk sett uforsvarlig. Hva er hensikten med klasse *S-sertifikatet?*

Kvalitet på hyperbar pustegass

Rapport fra seminar holdt i Stavanger den 19-20 mai 1999

Veslemøy Rolseth, NUI AS

Det var først på midten av 1970-tallet at dykkernes pustegasskvalitet fikk oppmerksomhet. Rundt 1980 var man svært opptatt av å holde kontroll med forurensing fra hyperbar sveising. Fra 1985 ble det også fra flere hold påpekt at pustegassen kan være kontaminert også når det ikke har pågått sveising. Spesielt ble det ved prøve-taking oppdaget høye konsentrasjoner av ulike aromatiske hydrokarboner, og ikke minst ble forhøyet karbonmonoksid-nivå ansett som et problem. Siden midten av nittitallet har det vært arbeidet med å få i stand en systematisk prøvetaking av puste-gassen til metningsdykkere.

Det var med dette utgangspunktet at de tre ansvarlige dykkelegene for Statoil, Stolt Comex Seaway (SCS) og Stolt-Rockwater JointVenture (SRJV) Jan Risberg, Alf Brubakk og John Hjelle la fram forslaget om å holde et seminar der kvaliteten av pustegass ble tatt opp. Hensikten med møtet skulle være å komme frem til en anbefalt analytisk metode for overvåking av dykkernes pustegass, og deretter å klargjøre hvilke kriterier som skal legges til grunn ved tolking av svarene fra analysene. Seminaret ble arrangert av Statoil med hjelp av NUI og SINTEF i Oljedirektoratet sine lokaler 19-20 mai i år. Den første dagen ble ulike analysemetoder diskutert, og den siste dagen ble tolking av resultater og effekter av forurensninger ved hyperbare forhold tatt opp. Arvid Påsche fra SINTEF var møteleder. Teksten under representerer en oversatt og lett bearbeidet versjon av det offisielle engelskspråklige referatet: Kontaminering av pustegass hos metningsdykkere er et reelt problem og fortjener den oppmerksomheten det nå har fått. Analyser av forurensninger i pustegass er teknisk utfordrende siden alle tilgjengelige metoder har visse svakheter og begrensninger. At det oppstår variasjoner i analyse-resultatene må man regne med, siden dette også er et problem ved analyse av forurensninger i lave konsentrasjoner ved 1 atmosfære.

To metoder for prøvetaking som anvendes for analyse av pustegass ble diskutert. Den første er prøvetaking med tenax-rør på stedet, og den andre er prøvetaking ved hjelp av gass-sylindere. Det ble konkludert med at ingen av de to metodene kan garantere korrekt resultat, da en rekke faktorer påvirker sluttresultatet. Prøvetaking med tenax-rør er en akseptert og ofte anvendt metode, men man må være oppmerksom på at personell som utfører prøvetakingen må ha tilstrekkelig opplæring og erfaring med metoden. Prøvetaking ved hjelp av gass-sylindere gir mindre sjanse for feilaktig bruk. Det ble også foreslått at mulighetene for kontaminering av tenax-rør ved prøvetaking blir undersøkt, slik at tiltak for å hindre dette kan utarbeides. De to prøvetaksmetodene burde sammenlignes ved å ta prøver fra samme atmosfære. Dette vil gi et grunnlag for å sammenligne data fra de to metodene ved senere analyser, og være til stor hjelp for å etablere et kvalitetssystem for hyperbare pustegassanalyser.

Overvåking av forurensninger i puste-gass krever kvalitetskontroll på et høyt nivå. Det anbefales at laboratorier som ut-fører pustegassanalysene etablerer kvalitets-sikringssystem etter mønster fra andre analyselaboratorier. Ringtester ("Round Robin") hvor flere laboratorier analyserer identiske prøver er et viktig element i slikt kvalitetssikringssamarbeid. Møtets deltagere var også enige om at det bør oppfordres til åpen formidling om eksisterende informasjon og kunnskap som angår pustegasskontaminering.

Det ble påpekt at forurensing av karbonmonoksid i pustegass er et problem med spesiell stor betydning. Det ble derfor anbefalt at det iverksettes preventive tiltak for å hindre slik forurensning ved alle dykkeoperasjoner.

Det ble hevdet at grenseverdiene slik de er presentert i rapport av 1999 er foreldet, og at de derfor bør revurderes. Dagens grenseverdi for kjemikalier under hyperbare forhold er 1/3 av Arbeidstilsynets grenseverdier. Verdiene i Arbeidstilsynets administrative normer oppdateres hvert andre år. Det ble anbefalt at de hyperbare grense-verdiene blir evaluert like ofte. Et annet problem er at dagens kunnskap om toksisitet av kjemikalier under hyperbare forhold er begrenset. Det burde derfor utarbeides en oversiktsartikkel der alle eksisterende opplysninger om emnet er samlet. Aktiviteter som kan bidra med å øke kunnskapen om forurensninger i hyperbare miljøer bør få støtte. Et eksempel på et slikt arbeid kan være hyppige analyser av pustegass ved dykkeoperasjoner.

Deltagerne på seminaret ble enige om følgende tiltak ved overskridelse av grenseverdier under dykkeoperasjoner. Når det påvises at grenseverdier er brutt må man ta en kontrollprøve. Deretter må pustegassen skiftes (uten å vente på analyseresultatet av kontrollprøven). Etter at gassen er skiftet må det taes ny gassprøve for å bekrefte effekten av gasskiftet. ■

Miljøkontroll – mikro

Dykkeindustrien vil bekjempe infeksjonsproblemene og utarbeider nå, i samarbeid med myndighetene, et forslag til en ny og bedre industristandard som også lar seg gjennomføre operasjonelt.

Catrine Ahlén, SINTEF Unimed

Som det ble belyst i artikkelen "Divers don't do it" (Dykkenytt 1-99) er det nå bragt på det rene at dykkernes infeksjoner til meget stor del forårsakes av metningsmiljøets "egen" mikrobeflora. Forebyggende tiltak må derfor i høyere grad enn før være fokusert på å rense opp i miljøet og mindre på den enkelte dykkeren.

Effektiv forebygging krever innsikt om aktuelle forhold, og som et ledd i å øke for-ståelsen , ble det arrangert et arbeidsmøte i regi av FoU-Dykk v/SINTEF Unimed. Møtet ble holdt hos OD, i Stavanger 28 Januar i år, og samlet deltakere fra alle de tre dykker-selskapene som har vært de store aktørene på den norske sokkelen: Stolt Comex Seaway A/S, Rockwater A/S og Coflexip Stena Offshore A/S. På møtet var deltakere fra nært sagt alle berørte ledd representert; dvs. det operasjonelle personellet så som dykkere, dykkerteknikere, dykkerledere, LSS, SUPT og medics ombord. Med var også administrativt personell som bedriftsleger og helsekoordinatorer og fagsjef dykking sentralt. Norsk Hydro og Statoil stilte med representanter fra styringsgruppen for det aktuelle prosjektet.

Aktuell infeksjonsstatus ble belyst både ut fra rapportering til OD (J.A. Ask) og fra de respektive selskapene (Ø. Bjelland, A. Anfindsen og K.I. Jahr). Denne status peker på et fortsatt behov for effektivisering av miljøkontrollen. Et tilbakeblikk på den utvikling og konsekvens av de strategiske /hygieniske tiltakene som er gjennomført i de siste ti årene viser at man med nitidig oppfølging av de utarbeidede prosedyrene kan komme et godt skritt på vei (C. Ahlén). Mulige strategier videre for å kunne identifisere spred-

Produsent og distributør av :

- **DIVECOM dykkertelefoner**
- **SEAVISION videosystemer, dybdemonitoreringssystemer og multikabler**
- **BLUELIGHT undervannslampe**
- **IL uv kontakter**
- **SCUBAPHONE trådløs dykkerkommunikasjonsutstyr**
- **FIBROLINE umbilicals og luftslanger**
- **SOUTHERN OCEANICS trykkamre og kammerutstyr**
- **AIR-CONTROL dykkepaneler**
- **KAESER kompressorer**
- **ARCAIR brenneutstyr**

Leverandør av profesjonelt dykkerutstyr

DIVETRONIC

Postboks 51
N-3280 Tjodalyng
Tlf: 3311 7540, Faks: 3311 7539
E-post: sales@divetronic.com
Hjemmeside: www.divetronic.com

Kontakt oss
neste gang du skal
anskaffe utstyr - det lønner seg !

ningsveiene ble presentert (O.J. Iversen).

Gjennom gjesteforeleser Martin Steinbakk fikk vi alle et fint innblikk i utviklingen av motstandsdyktighet hos mikrober, og Jan Risberg gjorde siden rede for de behandlingsalternativ man har tilgang til i dag.
Etter disse gjennomgangene var alle aktuelle føringer lagt på bordet.
Hva så?

Vi har hørt det før – og det ble enstemmig konstatert også nå fra det operasjonelle dykkermiljøet: Det har vist seg at flere av punktene i de utarbeidede prosedyrene ikke lar seg gjennomføre i virkelighetens operasjonelle verden.

Konsensus fra møtet:

1. Alle er innforstått med at miljøet skaper infeksjonene – ikke dykkerne.
2. Dykkerselskapene utarbeider et fellesdokument med rekommendasjoner til en industristandard som operasjonelt lar seg gjennomføre.

Denne standard foreligger nå og er referert i siste utgave av NORSOK-standarden. ref. STF78 A 99123. Standarden, som er på engelsk har tittelen:
"Cleaning and Disin-fection of Operational Saturation Diving Systems – Recommendations for an Industrial Standard".

Innen FoU-Dykk har vi i år også påbegynt arbeidet med utvikling av en "hurtig-test" beregnet på de nylig identifiserte hyppige infeksjonsstammene. En slik test er tenkt å kunne benyttes direkte ute i det operasjonelle miljøet, og vil kunne bli til stor hjelp i det infeksjonsforebyggende arbeidet. ■

Årsrapport 1998 om dykkerelatert FoU

NUI utarbeider for hvert kalenderår en rapport over samlet dykke-relatet FoU virksomhet for NUI og SINTEF. Rapporten sendes bl.a. til navngitte representanter i Statoil, Norsk Hydro, Oljedirektoratet, Saga, Stolt Comex Seaway, Rockwater, Coflexip Stena Offshore, Statens dykkerskole, Sjøforsvaret, Senter for Hyperbarmedisin og NOPEF. Nedenstående liste viser de rapporter og artikler som ble utgitt i 1998. Det rapporteres under følgende områder: Implementering, miljøkontroll, trykkendringer, hjelpemidler, hyperbar medisin og operasjoner:

- Ahlén, C. m/fl.: Diver's hand : a skin disorder common in occupational saturation diving. Occupational and Environ-mental Medicine, February 1998, Vol. 55, No. 2, p. 141-143, 1998.
- Ahlén, m/fl.: Identification of infectious Pseudomonas aeruginosa strains in an occupational saturation diving environment. Occupational and Environmental Medicine, July 1998, Vol. 55, No 7, p. 480- 484, 1998.
- Ahlén, m/fl.: R&D Environmental Control – Pseudomonas aeuruginosa – Frequent infectious genotypes in divers skin infections. SINTEF report STF78 A98153.
- Tøndell, E.: Absorpsjonsegenskaper til tre ulike typer pustekalk. NUI rapport nr. 23-98.
- Flook, V.: A theoretical evaluation of the factors influencing bubble formation during decompression from heliox saturation. Unimed Scientific Ltd., Report USL R980015.
- Eftedal, O.: Testing the SonoScan 500 ultrasound scanner for use in a hyperbaric environment. SINTEF report STF78 A98146.
- Nossum, V.: Endothelial damage in lung capillaries caused by decompression. SINTEF report STF78 A99105.
- Reinertsen, m/fl.: Effect of oxygen tension and rate of pressure reduction during decompression on central gas bubbles. J. Appl. Physiol. 84(1): 351-356, 1998.
- Eftedal, O.: Mathematical simulation of oxygen levels in Comex Pro Boss Bail-out System. SINTEF report STF78 A98133.
- Eftedal, O.; m/fl.: Comex Pro Boss. Unmanned testing of CO2 scrubbing capasity. SINTEF report STF A99114.
- Hope, m/fl.: Væsketap ved dykking. Dykking med åpen varmt-vannsdrakt i 6 timer. NUI rapport nr. 02-98.
- Risberg, J.; m/fl.: Thermal insulation properties of argon used as a dry suit inflation gas.EUBS 1998. Collection of manuscripts. National Defense Research Establishment, Sweden, 1998.
- Roseth, I.: Cleaning agents for breathing gas pipes. Report phase IV. NUI report no. 05-98.
- Værnes, R. J.: Dykk 1998. HPNS – Monitoring. Nutec rapport nr. 3/98.
- Djurhuus, R.; m/fl.: Toxicity of hyperoxia pressure on C3H/10T1/2 cells and effect on cellular glutathione. Undersea Hyperbaric Medicine no. 25, p. 33-41, 1998.
- Djuurhus, R.: Vurdering av helserisiko ved dykkeoperasjoner over rørledning med gasslekkasje. NUI rapport nr. 15-98.
- Dessuten er utvalgte artikler publisert i Dykkenytt også tatt med i rapporten.

Oksygenets effekt på nervesystemet

Det har lenge vært kjent at dykking til dyp større enn 160 meter sjøvann medfører en rekke nevrologiske og atferdsmessige symptomer. Eksempler på slike symptomer er bl. a. tremor, endringer i hjernebølgeaktivitet (EEG), konsentrasjonsvansker og epileptiske kramper. På engelsk benevnes gjerne disse symptomene med samlebegrepet "High-Pressure Nervous Syndrome" (HPNS). Syndromet har hovedsakelig blitt sett på som en effekt av forhøyet hydrostatisk trykk og kompresjonshastighet. Denne artikkelen tar for seg mulige effekter på sentralnervesystemet (CNS) av forhøyet oksygen partialtrykk under dypdykking.

Finn Konow Jellestad
Universitetet i Bergen

Oksygen toksisitet

J. Priestly tilskrives å ha oppdaget oksygenet omkring 1775. Allerede den gang la han merke til oksygenets giftige virkninger: "It might not be so proper for us in the usual healthy state of the body; for as a candle burns out much faster in dephlogisticated air than i common air, so we might, as may be said, live out too fast and the animal powers be too soon exhausted in this pure kind of air". Og Priestly hadde nok på mange måter rett, ettersom det oksygen partialtrykket, som er en forutsetning aerobt liv på jorden i dag, ville vært dødelig uten beskyttende antioksidanter.

Den viktigste årsaken til oksygenets giftighet er de såkalte frie oksygenradikalene. Frie radikaler er molekyler med et eller flere uparrete elektroner. Disse er antatt å skade nervecellenes membraner blant annet gjennom lipidperoksidasjon. Dette kan endre nervecellenes funksjon og eventuelt ødelegge dem.

Oksygeneffekter under trykk?

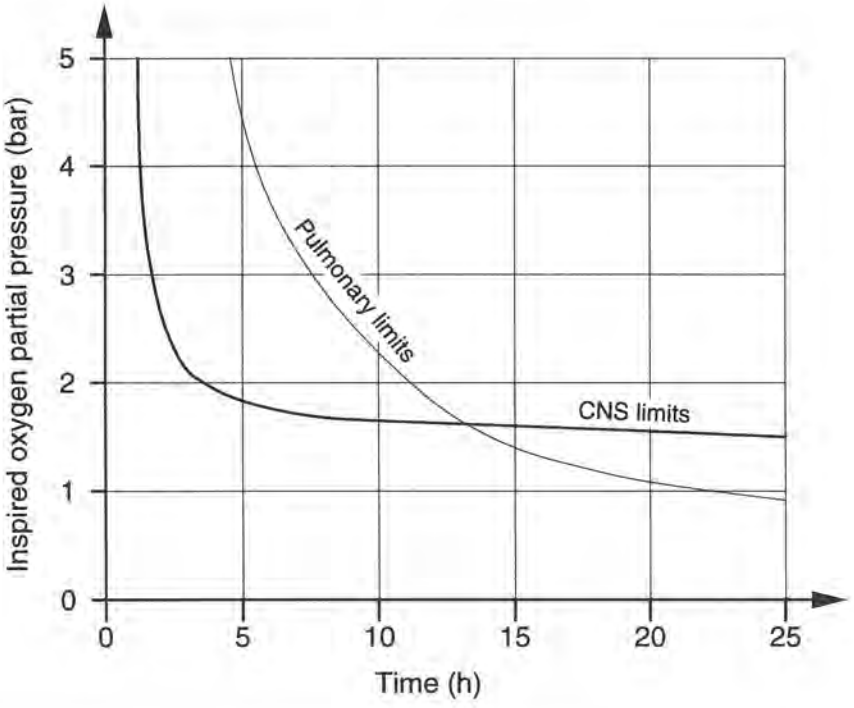
Økt pO_2 medfører økt produksjon av frie oksygenradikaler og vil derfor i utgangspunktet kunne virke skadelig.

Oksygenpartialtrykket i vanlig luft er på 21 kPa ved jordens overflate. I dypdykking er det vanlig å øke oksygenpartialtrykket (pO_2) til 35 kPa med en øvre grense på 40kPa. Bruken av forhøyet pO_2 i operasjonell dykking er begrunnet ut fra ønsket om å unngå hypoksi ved for dårlig blanding av pustegassen som f. eks. ved at det oppstår såkalte "heliumlommer".

En annen årsak kan være den såkalte "Choteau effekten". Denne effekten har sitt opphav i observasjoner gjort av Choteau og Lambert (1971) hvor de studerte effekten av normoksisk pO_2 eksponering av sauer til høyt trykk. De fant at sauene sovnet ved normoksisk pO_2, men våknet igjen når pO_2 ble økt til 50 kPa. Hypotesen går ut på at høyt trykk gir økt gasstetthet som igjen fører til økt pustearbeid. Dette fører så til nedsatt respirasjon med påfølgende CO_2 retensjon som igjen fører til økt partialtrykk av CO_2 og redusert pO_2 oksygenopptak i blodet.

Senere forsøk på både mennesker og aper eksponert til trykk vel innenfor det man forbinder med HPNS imøtegår imidlertid denne hypotesen (referert i Halsey, 1982).

Nyere forskning av Demchenko og medarbeidere (1994) viser tvert imot økt pO_2 i hjernevev ved hyperbar eksponering. De studerte effekten på blodgjennomstrømning og oksygentensjon i cerebrale strukturer hos marsvin ved eksponering til Heliox og Trimix (0,1 – 9,1 MPa). Partial-trykket av oksygen (pO_2) var 20 – 22 kPa i begge pustegassblandingene. Uavhengig av gassblanding førte trykkøkning til økt blodgjennomstrømning og cerebral oksygen tensjon. Heliox blandingen førte til en klart større økning enn Trimix (10% N_2).

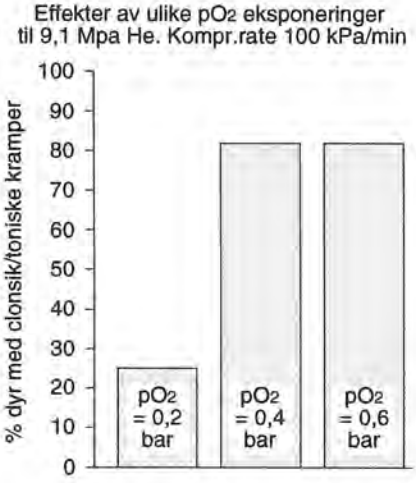


Figur 1.
Figuren viser at forhøyet oksygen partialtrykk påvirker både sentralnervesystemet (CNS) og lungefunksjon eksponensielt. Figuren viser også at CNS symptomer oppstår flere timer før det oppstår endringer i lungefunksjon.

Derimot synes eksponering til høyt pO_2 å gi redusert cerebral blodgjennomstrøm-ning. Bergø og Tyssebotn (1986) har vist at reduksjonen er størst i den forlengede marg (medulla oblongata) og i ryggmargen. Torbati og medarbeidere har fremsatt en hypotese om at enkelte hjernestrukturer har så stor reduksjon i blodgjennomstrømning under hyperbar oksygen eksponering at det kan føre til hypoksi og derigjennom skade hjernevev.
Dypdykking har klare negative effekter på lungefunksjon. Thorsen og medarbeidere (1993) viste at hyperoxi bidrar til redusert lungefunksjon etter dype metningsdykk. Det er i denne forbindelse interessant å merke seg at nervesystemet påvirkes tidligere enn lungene under hyperbar oksygeneksponering (se figur 1 som er hentet fra Martino, Luchetti og De Rosa, 1996).

Synergieffekt - oksygen/trykk

Allerede i 1955 observerte Lanphier at inert gass øker oksygenets toksisitet . I en review artikkel fra 1975 viser Brauer til resultater fra Zaltsman hvor høyt He trykk potensierte den convulsive effekten av oksygen hos hunder. Han viser også til egne resultater fra forsøk med mus der pO_2 på 250 kPa i He og konkluderer med at der er en klar synergieffekt. Disse observasjonene har senere fått støtte av Bitterman og medarbeidere (1987) som viste at terskelen for epileptiske utladninger i EEG ved 50 kPa O_2 ble senket både ved tilsetning av He og N_2.
Det finnes imidlertid ingen studier på oksygenpartialtrykk tilsvarende de som benyttes innenfor operasjonell dykking. I et samarbeidsprosjekt mellom Universitet og tidligere NUTEC ved Ragnar Værnes er det derfor gjennomført en serie forsøk med rotter med pO_2 på henholdsvis 20 , 40 og 60 kPa i He til et totalt trykk på 9,1 MPa. Forsøkene ble gjort på til sammen 59 rotter. En serie med rotter (N = 36) ble komprimert 1 bar/min og den andre serien med 2 bar/min (N = 23). Resultatene er gjengitt i figur 2.
Resultatene viser en klar positiv effekt på forekomsten av tonisk/kloniske kram-per ved pO_2 på 20 kPa i helium hvor kun 25% av rottene utviklet clonisk/toniske kramper. Det synes imidlertid ikke å ha noen effekt å redusere partialtrykket av oksygen fra 60 til 40 kPa.
I et annet forsøk med kompresjonsrate på 200 kPa (N = 29) ble det derfor kun gjort sammenligninger mellom pO_2 på 0,6 og 0,2. Resultatene viser stort samsvar idet kun 25% av dyrene i pO_2 = 0,2 utviklet clonisk/ toniske kramper mot 82% i gruppen med pO_2 = 0,6. Den noe lavere forekomsten
(-10%) i 0,6 gruppen sammenlignet med det første forsøket, kan muligens skyldes forskjeller i alder/vekt mellom dyrene i de to forsøkene.



Figur 2
Figuren viser den prosentvise andel av dyrene som utviklet clonisk/toniske kramper ved ulike oksygen partialtrykk (N = 36).

Det ble også gjort EEG målinger under disse forsøkene. Endringene i EEG støtter generelt resultatene fra de atferdsmessige resultatene. Rottene som ble trykksatt med pO_2 tilsvarende 20 kPa viste et mer "normalt" EEG bilde enn rottene som ble trykksatt med 60 kPa, det vil si at de hadde mindre alpha inhibisjon og mindre økning i saktebølge frekvensen (delta og theta). Tremor ble også undersøkt, men det fremkom ingen signifikante forskjeller mellom pO_2 60 kPa og pO_2 20 kPa gruppene.

Konklusjon

HPNS syndromet er komplisert og langt fra forklart. Syndromet er en sekkebetegnelse for en lang rekke symptomer som hver for seg kan ha forskjellige årsaksforklaringer. Imidlertid ser det ut til at oksygen har en effekt på utviklingen av clonisk/tonisk kramper. Resultatene støtter heller ikke hypotesen om en såkalt "Choteau effekt" som går ut på at lavt pO_2 tilsvarende 20 kPa kan lede til hypoksi under dype trykkeksponeringer. Tremor ser ut til å være et symptom som er upåvirket av oksygen partialtrykk og kan dermed betraktes som en HPNS faktor som er dissosiert fra tonisk/cloniske kramper og EEG.
Selv om det uten tvil også er andre faktorer enn oksygen som virker inn på utviklingen av HPNS i dypdykking, tyder resultatene fra disse undersøkelsene på at en reduksjon av pO2 har en forebyggende virkning på utviklingen av HPNS symptomer.
Både humandata på lungefunksjon og rottedata på CNS effekter peker klart mot at en bør undersøke effekten av redusert oksygen partialtrykk på humane dypdykk.

Referanser

Bergø GW, Tyssebotn I. Altered cerebral blood flow distribution in awake, trained rats after repeated exposures to 5 bar oxygen. In L.M. Schreider, M.H. de Jong, W. Sterk (Eds.) Proceedings of the XII annual meeting of the European Undersea Medical Society (17–23). Rotterdam: Foundation EUBS, 1986.
Bitterman N, Laor A, Melamed Y. CNS oxygen toxicity in oxygen-inert gas mixtures. Undersea Biomed Res 14:477–483, 1987.
Brauer RW. The High Pressure Nervous Syndrome: Animals. In P.B. Bennett, D.H.
Elliott (Eds.) The Physiology and Medicine of Diving, 2nd edition (231–247). London: Balliere Tindall, 1975.
Choteau JA, Lambert C. La limitation hypoxique de la plongée profonde de longue durée. Maroc Med 51:229–236, 1971.
Demchenko IT, Kostkin VB, Feigman EE, Yu S, Zhylayev AK, Dobrylko DN, Shilina MN, Sharapov OI. Cerebral Blood Flow and HPNS of Monkeys During Heliox and Trimix Compression. In P.B. Bennett & R.E. Marquis (Eds.) Basic and Applied High Pressure Biology (253–258). New York: University of Rochester press, 1994
Halsey MJ. Effects of High Pressure on the Central Nervous System. Am Phys Society: Phys Rev, 62:1341–1377, 1982.
De Martin G, Luchetti M, De Rosa RC. Toxic effects of oxygen. In G. Oriano, A. Marroni & F. Wattel (Eds.) Handbook on Hyperbaric Medicine (59–74). Milano: Springer-Verlag, 1996.
Thorsen E, Segadal K, Reed JW, Elliott C, Gulsvik A, Hjelle JO. Contribution to reduced pulmonary function after deep saturation dives. J Appl Physiol 75:657–662, 1993. ■

ODs erfaringer fra tilsyn med BUO i 1998

Øivind Lie, Oljedirektoratet

I det følgende presenteres noen av de erfaringer som Oljedirektoratet (OD) har gjort under tilsyn med bemannede undervannsoperasjoner (BUO) i 1998. I tillegg beskrives hendelser og rapportering av hendelser.

Familiarisering
Familiarisering av personell har vært et viktig fokuseringsområde over flere år. Dykkeselskapene har utarbeidet detaljerte planer og program for gjennomføring av familiarisering. Det er likevel registrert svakheter og mangler ved familiariseringen, spesielt gjelder dette manglende erfaringsoverføring fra hendelser og tidligere operasjoner, men også mangelfull gjennomføring av familiariseringsprogram for enkelte personer og for avløsningspersonell. I forbindelse med intervju av personell framkommer det at det er uheldig å gjennomføre familiariserings-aktiviteter parallelt med mobilisering av fartøyet som skal benyttes. I slike situasjoner er det ofte sterk prioritering av mobiliseringsaktivitetene. Etter ODs oppfatning bør familiarisering under mobilisering begrenses til det som direkte angår det aktuelle fartøy, utstyr og de operasjonsprosedyrer som skal benyttes for den forestående operasjon.

Avvik og risikoanalyser
Det er registrert manglende rutiner for styring av prosessen i forbindelse med ønsket fravik eller endring fra prosedyrer etablert på grunnlag av anbefalinger fra risikoanalyser. I flere tilfeller har slike prosedyrer vært satt til side eller endret uten at denne prosessen har vært styrt på en kontrollert måte og uten at ny prosedyre har blitt gjenstand for risikoanalyse tilsvarende som for den opp-rinnelig prosedyre. Dette har vært situasjonen ved flere alvorlige nestenulykker i de siste år.

Testing av utstyr før bruk
I forbindelse med gjennomføring av BUO er det benyttet nødutstyr som en ikke kan teste eller verifisere godheten eller funksjonen av, før operasjonen igangsettes. Vi vil derfor understreke at alle komponenter som brukes eller som kan brukes under normal operasjon og i nødsituasjoner funksjonstestes før bruk.

Bruk av slanger
OD er av den oppfatning at bruk av slanger bør reduseres til et "nødvendig minimum". I de tilfeller hvor det anvendes slanger må slike slanger være "egnet til det formål de skal benyttes". Det er likevel registrert bruk av slanger til oksygen hvor det ikke kunne framskaffes dokumentasjon som viser at slangen som ble brukt var "egnet til formålet".

Beredskap og nødutstyr
Det er registrert mangler ved etablert beredskap og svakheter ved nødutstyr. I forbindelse med gjennomføring av hyperbar sveising er det viktig at det etableres nødvendig beredskap og prosedyrer som dekker situasjoner hvor fartøyet ikke er istand til å opprettholde sin posisjon og hvor det kan bli nødvendig å bryte forbindelsen med undervannskammeret. Dette inkluderer valg av nødutstyr og forbedring av overlevelses-forhold for dykkere i undervannskammer i en nødsituasjon. Kritiske vurderinger av dykkernes forhold i slike nødsituasjoner er viktig i denne sammenheng. Det må her vurderes om en situasjon hvor dykkerne skal iføre seg nødutstyr mens de befinner seg i en hengekøye få centimeter over vann-flaten og hvor det er kritisk at nødutstyret ikke kommer i kontakt med vann, er realistisk gjennomførbart og sikkerhetsmessig forsvarlig. Det er også registrert mangler ved trening for enkelte nødsituasjoner som kan oppstå i forbindelse med anvendelse av undervannskammer. Her er det viktig at man gjør en analyse av de situasjoner som kan oppstå og gjennomfører nødvendig trening slik at involvert personell er godt forberedt dersom en situasjon skulle oppstå.
Det er videre registrert at livbåter for hyperbar evakuering ikke nødvendigvis tilfredsstiller gitte krav og er istand til å gjennomføre det som evakueringsprosedyrene beskriver. Forbedringer for blant annet framdrift, sleping og løfting ut av vannet må vurderes gjennomført. Det understrekes viktigheten av at livbåten må kunne sjøsettes, slepes og løftes ut av vannet uten at livbåten skades slik at integriteten svekkes. Samtidig skal livbåten tilfredsstille gitte krav til flyteevne i skadet tilstand. OD anser det som svært viktig at livbåten snarest mulig etter sjøsetting bringes ut av vannet og under kontroll for dekompresjon og ivaretakelse av dykkernes helsemessige forhold.
Det må understrekes at den valgte beredskap må være realistisk og gjennom-førbar og ikke minst at dette er verifisert. Beredskapen må også omfatte "normalisering" av situasjonen, altså det å bringe dykkerne tilbake til overflaten på en kontrollert måte. Når det gjelder nøkkelpersonells kjennskap til etablert beredskap og nødprosedyrer kan det sies at dette forhold har forbedringspotensiale.

Oppfølging av arbeidsmiljø
Det er registrert manglende implementering av tiltak etter kartlegging. Det er også registrert mangelfull kjennskap til kartlegging av arbeidsmiljø i forbindelse med BUO.

Rapportering av hendelser
Det er i løpet av de tre siste årene registrert hendelser som under marginalt endrede omstendigheter kunne fått fatalt utfall. Disse hendelser involverer blant annet varianter av løfting under vann. Det anses som viktig at involvert personell er kvalifisert og har gjennomgått nødvendig familiarisering for det arbeidet som skal utføres. Det er også viktig at arbeidet utføres i overensstemmelse med etablerte prosedyrer og at disse har vært gjenstand for relevant risikoanalyse. I tilfelle endring av prose-dyrer må det sørges for at endringen gjøres på en styrt og kontrollert måte. I forbindelse med løfting vil vi minne om krav som er beskrevet i forskrift om løfteinnretninger og løfteredskap i petroleumsvirksomheten.
Når det gjelder rapportering av tilløp til hendelser er det registrert en markert reduksjon av slik rapportering til OD. Informasjon som OD har mottatt indikerer at denne reduksjon ikke nødvendigvis reflekterer den virkelige situasjon når det gjelder tilløp til hendelser. I denne forbindelse vil vi nevne det som er beskrevet i forskrift om systematisk oppfølging av arbeidsmiljøet i petroleumsvirksomheten (SAM) § 7, hvor det i veiledningen blant annet framkommer at ikke planlagt stopp i funksjon av enhver enhet som er nødvendig for å bevare liv og helse til arbeidstakere som arbeider under vann, skal varsles til OD. Dette inkluderer for eksempel svikt i varmtvanns-forsyningen, svikt og lekkasjer i gassforråd, inklusive reservegass, feil med DP system m/tilhørende undersystemer, kommunika-sjonssvikt, samt svikt og feil på andre sys-temer som har sikkerhetsmessig betydning for dykkepersonell. Med erfaring fra senere tids hendelser har OD innskjerpet at opptak gjort under operasjon, skal bevares og gjøres tilgjengelig ved eventuelle senere undersøkelser i de tilfeller hvor operasjonen ikke forløper normalt. ■

Nytt fra Statens dykkerskole

Rune Ingebrigtsen, Statens dykkerskole

Arbeidsgruppen
Arbeidsgruppen som Kirke-, utdannings- og forskningsdepartementet har nedsatt for å utrede den fremtidige dykkerutdanning og SDS sin videre organisering, skal legge frem sin innstilling innen utgangen av september 1999. Departementet håper på å få eventuelle endringer i skolens virke med i budsjettet for år 2000.
Med bakgrunn i de behov bransjen har meldt inn, har arbeidsgruppen brukt en del tid til å arbeide frem et forslag til ny profil for dykkerutdanningen. Spesielt har gruppen vært opptatt av hvordan en skal sikre utdanning av dykkere med nødvendige kvalifikasjoner i det fag de skal utføre som dykkere. Videre har gruppen vurdert nåværende ordning med utsteding av dykkersertifikater. Andre spørsmål gruppen arbeider med er behovet for utdanning av klokke-dykkere, desentralisert undervisning og fjernundervisning, samt SDS sin fremtidige organisering.

Omorganisering
I møte 15. juni 1999 tilsatte styret ved SDS Ole-Johnny Fagerlid i midlertidig stilling som førstekonsulent/avdelingsleder ved skolen. Dette er siste leddet i omorganiseringen av SDS som nå har fått undervisningspersonalet og teknisk personale samlet under en felles ledelse. Skolens virksomhet vil nå bli drevet etter en flat organisasjonsmodell der hvert enkelt kurs vil ha status som et eget prosjekt med egen prosjekt-leder, prosjektmedarbeider, budsjett mv.

Rune Ingebrigtsen, daglig leder ved Statens dykkerskole.

Kursvirksomheten
SDS har i skoleåret 1998/99 hatt en kraftig opptrapping av sin virksomhet sett i forhold til det forutgående skoleåret. Dette er et resultat av at skolen har ønsket å øke sin aktivitet samtidig som industrien har etterspurt flere kurs.
Oversikten for det skole-året en nettopp har avsluttet ser slik ut:

Kurs i skoleåret 1998/99	Antall
Anleggsdykkerkurs	2
Sprengningskurs	1
Avansert førstehjelp	1
Dykkerlederkurs	1
Oppdatering for forsvaret	1
Grunnkurs	2
Inspeksjonskurs	3
Oppdatering redningsdykkere	2
Oppdat. redningsdykkerassistent	1

Frem til sommeren 2000 har SDS foreløpig følgende planer:

Kurs	Start
Grunnkurs I - 2000	13.03.00
Anleggsdykkerkurs I-2000	03.01.00
Kammeroperatørkurs	Vår 00
CSWIP 3.IU insp.kurs	02.12.99
Dykkeleder	Des 99
CSWIP 3.3U ROV-kurs (to kurs)	15.11.99
Oppdatering for forsvaret	Des 99
Redningsdykkerkurs I-2000	13.03.00

Søkningen til kursene for anleggsdykkere har ikke vært god de siste årene. Skolen vil derfor vurdere mulighetene for å komme i gang med et kortere kurs i hjelmdykking mm. I mellomtiden vil en måtte ta stilling til om kurset for anleggsdykkere som er planlagt startet i januar neste år skal gå ut til fordel for et grunnkurs.
Videre arbeider SDS med å komme i gang igjen med kurs for klokkedykkere. En håper at det vil foreligge en avklaring på dette spørsmålet innen oktober 1999.
Informasjon om SDS – se web-siden: www.statens-dykkerskole.no ■

Referat fra medlemsmøte i NBF 28.05.99

Hans Petter Roverud

Møtet åpnet med innlegget Statens Dykkerskole - virksomhet og planer ved daglig leder Rune Ingebrigtsen. Vi fikk en grei gjennomgang av de forskjellige kursene som tilbys, og hvor mange dykkere som ble utdannet. Det ble også diskutert mulige nye satsingsområder.
Et konkret eksempel på nysatsing ble presentert av Per-Ragnar Jensen med foredraget Nytt redningsdykkersertifikat - Erfaring fra det første kurset. Brannmenn i aktiv dykketjeneste samt nye kandidater deltok. Kurset begynte med bassengøvelser og grunnleggende dykke-trening og kulminerte i realistiske øvelser med raskest mulig transport til ulykkessted og klargjøring av dykker underveis.
Einar Thorsen presenterte Effekter av hyperoksi og høyt trykk på celler i kultur. Cellekulturer fra mus og menneske ble inkubert under forhøyet trykk i henholdsvis oksygen, nitrox og heliox. Poenget var å se oksygenpåvirkning, samt mulig påvirkning av trykk per se og/eller inertgass. Høye oksygentrykk hadde en depressiv effekt på kulturene. Mer uventet var en lav, men konsekvent negativ effekt av helium. Kulturene av menneskevev viste en mye dårligere oksygentoleranse enn vev fra mus. Et poeng var at det tok litt tid å få mobilisert antioksydanter i kulturene. Det ble dermed postulert at celleskaden kunne være størst i den første fasen av hyperoxi. Interessante oppfølgere kunne være å se mer på antioksidanter i forbindelse med oksygenstress. Mats Walday var først ute i en serie på 3 foredrag om vitenskapelig dykking. Hans «Dykking etter viten» - hva gjør egentlig vitenskapelige dykkere? fokuserte på NIVAs undersøkelser. NIVA driver med forurensningsrelatert forskning og dykkingen er ofte knyttet opp mot marinbiologiske undersøkelser. De bruker mye lettere verktøy og installasjoner under vann. En mulig konflikt med "511" er feste av strømmålere. Her kreves nemlig to boltfester og da må man bruke "ulovlig" verktøy.
Arild Marøy Hansen presenterte Sjøfartsmuséets tilsvarende problemer. DAT har foreløpig avslått søknad om å bruke slamsuger og spyler. Dermed mister arkeologisk dykking muligheten til å bruke standard verktøy for all undervannsarkeologi! Foredraget Dykking på orlogsskipet "Fridericius Tertius" presenterte funn fra det historisk interessante forliset. Skipet var av et tidstypisk design med dårlig stabilitet og manøvreringsegenskaper og forliste ved Kongshavn etter lang tids landligge i Bergen. Muséet har foretatt en begrenset utgraving og har preservert mange interessante og godt bevarte funn.
Geir Haugum presenterte Dykking i "Skjell-prosjektet". Dette var vitenskapelig dykking i forbindelse med "sea ranching" av kamskjell. Skjellene blir satt ut i et definert område for senere å bli høstet. I tillegg til vanlig, ubeskyttet plassering på egnet bunn gjorde prosjektet forsøk med beskyttet kultivering. Kamskjell kan henges i kurver for videreveksт og de kan legges på bunnen under en beskyttende not. En vanlig fiskemærd ble plassert opp-ned over bunnen og utgjorde dermed et telt som krabber og sjøstjerner ikke fikk tilgang til. Tilsvarende prosjekter med utsetting av hummer blir også foretatt. Selve dykkingen er stort sett innenfor rammene av "511" men noen konflikter kan oppstå ved plassering av redskap. Disse oppgavene hadde stort sett blitt løst ved at arbeidsdykkere ble involvert i rent tekniske oppdrag.
Helt utenom møteplan fikk vi presentert en fax fra Norges Dykkeforbund som ønsket underskrifter på en "avskyresolusjon" rettet mot Bjarte Vestøls rekorddykk på trimix samme dag. Etter sporadisk diskusjon og en del uenighet skrev flere under på en revidert uttalelse som konkluderte med at dette kunne ødelegge for organisert sportsdykking. Vi får garantert høre mer om dette dykket ved en senere anledning. ■

NORSOK U-100

Manned underwater operations

- ***NORSOK U-100 inneholder framtidens rammebetingelser for den bemannede undervannsindustrien***
- ***Den er godkjent og er offentliggjort.***
- ***Den er en industristandard - utarbeidet av industrien selv.***
- ***Det er konsensus i arbeidsgruppen/industrien vedr. innholdet av standarden.***
- ***Standarden skal erstatte :***
  - ***OLF Recommended guidelines for diving operations***
  - ***OD sin veiledning til bemannede undervannsoperasjoner***
  - ***Individuelle oljeselskapers spesifikasjoner, prosedyrer og retningslinjer***
- ***Det fremtidige målet med U-100 er å få den akseptert som en internasjonal standard.***

NORSOK U-100 er et omfattende dokument på 77 sider og inneholdene 9 kapitler og 3 vedlegg. Standarden definerer grunnleggende krav til personell, utstyr og systemer som benyttes ved bemannede undervannsoperasjoner i petroleumsindustrien. Den erstatter ikke, men kommer i tillegg til, myndighetskrav, lover og forskrifter som gjelder i det området/landet hvor det bemannede undervannsarbeidet skal foregå.

U-100 er bygget opp som en "fullstendig" og funksjonell standard som inneholder flere normative og informative referanser. Normative referanser skal følges, mens de informative referansene kan erstattes med andre hvis disse angir et tilsvarende eller høyere sikkerhetsnivå. I prinsippet skal oljeselskaper som opererer i fjer-

Artikkelforfatterne Kåre Segadal og Roar Jørgensen

nere strøk kunne utføre bemannede undervannsoperasjoner på en sikker og effektiv måte ved å forholde seg til kun denne standarden.

Kapitel 1, 2 og 3 tar for seg virkeområder, normative referanser, definisjoner og forkortelser.

Kapitel 4 Administrative krav
Dette kapitlet stiller krav til og beskriver hvordan entreprenøren skal organisere seg i forhold til sikkerhetsnivå, HMS-dokumentasjon, samsvarsmålinger, operatørens rapporteringsrutiner, rutiner ved varsling, rapportering og granskning av ulykke/nestenulykke. Det er verdt å merke seg at denne NORSOK standarden først og fremst setter krav til entreprenøren (dykker selskapet), ikke til operatøren (oljeselskapet).

Kapitel 5 Helse, arbeidsmiljø og sikkerhet
Dette kapitlet beskriver organiseringen og driften av helsetjenesten med fokus på ansvar, plikter, bemanning og kvalifikasjoner. Medisinsk beredskap, psykisk og fysisk arbeidsmiljø (f.eks ergonomi, støy, temperatur, belysning, fuktighet, stråling og kjemisk arbeidsmiljø) er også behandlet her. Det stilles krav til at entreprenøren skal søke å høyne sikkerhetsnivået i alle aktiviteter og på alle nivåer i organisasjonen. Ansvaret ligger i linjeorganisasjonen og alle har del i dette. Det ligger i tillegg et spesielt ansvar på toppledelsen for å skape er atmosfære og et psykososialt arbeidsmiljø som fremmer sikkerhet. En enkeltfeil skal ikke kunne medføre unødvendig helsefare eller livstruende situasjoner for det involverte personellet. Det skal utarbeides akseptkriteria for risiko og det skal utføres risikoanalyser av alt viktig utstyr og faser av operasjonene med den hensikt å kunne vise konsekvensen av feil og for å kunne evaluere muligheten for slike feil.

Kapitel 6 Krav til personell-kvalifikasjoner
Det stilles i dette kapitlet konkrete krav til alt personell som er involvert i operasjonene. Kravene omfatter maritimt personell, dykkersjef, dykkeleder (klokke og overflateorientert), kammeroperatører, dykkere, dykketeknikere, alt ADS personell og sykepleier. Generelt skal alt personell som er involvert i bemannede undervannsoperasjoner være kvalifisert og ha gjennomgått opplæring for det arbeidet de utfører. Kvalifikasjoner skal vedlikeholdes og dokumenteres.

Kapitel 7 Tekniske krav
Dette kapitlet tar for seg utformingen av trykk-kammer for overflateorientert og metnings-dykking, dykkerklokke, dykkerkurv/våtklokke, monobare dykkersystem og kontrollrom. Det er verdt å merke seg at denne standarden gir en åpning for å fravike den "normale" størrelsen av dykkerklokker og luftkammer. Kapitlet tar videre for seg krav til håndteringsanlegg til klokke/våtklokke/dykkerkurv/ADS, tekniske rav til HRV (hyperbar evakueringsenhet), gassforsyningsanlegg med bl.a merking og håndtering av enkelte gasser, pusteutstyr, umbilicaler, kommunikasjonssystemer, vedlikehold, testing og verifikasjon.

Alt teknisk utstyr skal prosjekteres, konstrueres, testes og vedlikeholdes i henhold til gjeldene forskrifter og retningslinjer og skal sertifiseres av et annerkjent klassifiseringsselskap. Dykkersystemene skal være konstruert slik at feil blir tidlig varslet, og at det skal være mulig å gjøre korrigerende tiltak før en nødsituasjon oppstår.

Kapitel 8 Operasjonelle krav
Kapittelet beskriver myndighet og ansvarsforhold ved bemannede undervannsoperajoner. Et eget avsnitt stiller krav til å etablere arbeidsmiljøutvalg. Det skal dokumenteres operasjonelle dykkeprosedyrer f.eks. for kompresjon og dekompresjon. I Norge skal de norske tabellene benyttes. Alle dykkesystemer skal ha utstyr som gjør det mulig å monitorere viktige parametere. Det stilles også konkrete krav til tid på arbeidsdybde, mellom metninger, klokkeløp, opphold i vann, daglig hvileperiode og observasjonstid etter dykk. I dette kapitlet er det også verdt å merke seg at den "firkantete 180-metersgrensen" er blitt oppmyket ved at den noen steder er erstattet med 200m eller 250m.

Det skal utarbeides detaljerte operasjonsprosedyrer som dekker planlegging, forberedelse, utføring og rapportering av de bemannede undervannsoperasjonene. All relevant dokumentasjon, inklusive lover og forskrifter, skal være tilgjengelig for alle personer som er involvert i undervannsoperasjonen.

Kapittel 9 Krav til beredskap
Det skal alltid utarbeides en beredskapsplan før operasjoner igangsettes. Beredskapsplanen skal bygges på erfaringer fra tidligere operasjoner og risikoanalyser. Den skal bl.a. inneholde en organisasjonsplan som viser kommunikasjon, ansvar og rapporteringslinjer. Personellet skal ha opplæring og trening i henhold til sine spesielle oppgaver. Myndighet og ansvar skal være klart beskrevet. Dette kapitelet angir også konkret hvor lang tid som tillates til kritiske sekvenser av en evakuering.

Vedlegg A
inneholder standardens informative referanser.

Vedlegg B
beskriver kriterier for utvelgelse av personell.

Vedlegg C
beskriver når og hvordan man skal rapportere ulykker/nærulykker som reguleres av norsk petroleumslovgivning.

For den mer engasjerte leser er denne standarden lagt ut på NTS sin hjemmeside (www.nts.no/norsok) og kan også bestilles i innbundet form.

NORSOK U-101

Diving Respiratory Euipment

- ***NORSOK U-100 stiller krav til alle typer pusteutstyr for dykking offshore***
- ***Den er tett knyttet til NORSOK U-100 (se ovenfor)***
- ***Innholdet er nesten identisk med OD's "pusteveiledning"***
- ***OD's "pusteveiledning" var utarbeidet og utgitt i samarbeid med UK (DoE)***

Standarden gjelder design og testing for pusteutstyr til bruk i bemannede undervannsoperasjoner ned til 400 m dyp. Den gir henvisning til en del (europeiske) EN-standarder. Den angir noen funksjonelle krav samt noen tallfestede ytelseskrav. De siste har stort sett en fysiologisk begunnelse. Den eneste vesentlige forskjell i forhold til pusteveiledningen er at det konkret er angitt redusert minuttventilasjonsområder for BIBS, flukt- og overlevelses-pusteutstyr.

Det er et overordnet mål å få internasjonal aksept av innholdet i NORSOK-standardene. Den beste måten å få dette realisert på er å få dette utgitt i eller som internasjonale standarder. For U-101 ser det ut som en mulighet å få den akseptert og utgitt som en EN-standard.

EN-standarder utgis av den europeiske standardiseringsinstitusjonen CEN. Medlemmene i CEN er de enkelte nasjonale standardiseringorganisasjonene, f.eks Norges Standardiseringsforbund (NSF) og Norsk Teknologistandardisering (NTS). Arbeidet i CEN foregår i såkalte "tekniske komiteer" forkortet "TC-er". TC79 "Respiratory protection" er den aktuelle for pusteutstyr, også til dykking.

Arbeidet i TC-ene er organisert i underkomiteer ("subcomittees" – SC'er). I TC79 er det SC7 (Diving apparatus) som er aktuell. Denne har ansvaret for EN-250 om SCUBA (ref tidligere omtale i Dykkenytt). Bl.a for sette i gang en internasjonalisering av U-101, deltok undertegnede, Kåre Segadal, som eneste norske representant i møtene:

- SC 7 (Diving apparatus) i London 1-2. September 1999
- SC 3 (Facepieces), 6 (Selfcontained BA) og 9 (Methods, interpretation) i Nicosia 27.-29. september
- Plenumsmøte i Nicosia 1. oktober 1999

Hvis U-101 skal kunne bli EN-standard må den først aksepteres som grunnlag for ny "work item". Det ble ikke tid til å realitetsbehandle dette i SC7-møtet, men saken ble meldt inn, kort bakgrunn forklart og saken ble satt opp i rapporten som ble fremlagt i plenumsmøtet. For øvrig deltok jeg under behandlingen av de øvrige sakene (særlig førstegangsbehandling av utkast til standard for "rebreather").

Tema på møtene i Nicosia var mer ukjent for meg personlig, men deltakelsen var likevel nyttig. Det er tydelig at det er viktig at Norge prøver å være representert på disse møtene. Vi har jo helt klart vært mye mindre til stede enn de andre nordiske landene og dette blir lagt merke til.

Jeg fikk også med meg at det tydeligvis er en diskusjon på gang for å få behandlet alle saker som angår røykdykkere i én komite, ikke som i dag i flere (pusteutstyr, drakt, hjelm etc). Jeg ser en klar parallell for dykkere. Det blir vanskelig å se helheten når drakter blir behandlet i en komite, opplæring i en annen og pusteutstyr i en tredje. Her kan European Diving Technology Committee (EDTC) spille en viktig rolle.

Fra GEMINI, som er et organ for forskningsnyheter fra NTNU og SINTEF har vi sakset følgende notis:

Skjerpede regler for vitenskapelig dykking

Hverdagen er i det siste blitt noe endret for marinarkeologene ved NTNU. Inntil nylig hadde vitenskapelige dykkere dispensasjon fra arbeidstilsynet, slik at de hadde lov til å bruke slamsugere, oppmålingsutstyr, foto og videoutstyr i arbeidet. Dispensasjonsordningen er nå opphevet, og i tillegg er kravet om et dykkersertifikat klasse S innført. Dermed legges lista høyere for dykkrfaglig kunnskap, og krav til utstyr og sikkerhetsmessige rutiner skjerpes.

Foreløpig har institutt for arkeologi og kulturhistorie ved NTNU fått ny dispensasjon for å bruke en del forskningsutstyr under vann, men denne opphører 1 juli i år. Dykkerne ved instituttet er nå i dialog med Arbeidstilsynet for å få en tilpasning av lovverket.
Dersom det ikke lempes på reglene, kan det se ut til at arkeologene må gjennomgå et kostbart fire måneders dykkerkurs ved Statens dykkerskole. ■

Trykktap i dykkesystemer

Testing av pustegassforsyningssystemer for dykkere for å undersøke om det forekommer uakseptable trykktap er kostbart. Det vil gi en bedre kostutnyttelse hvis det er mulig å simulere pustegass-systemer ved hjelp av dataprogrammer. Hvilken effekt eventuelle korrigerende tiltak vil ha kan også predikeres ved hjelp av data-programmer før de implementeres.

Anders Wiik, CMR
Pål Atle Solheimsnes, NUI

I 1994 foretok NUI, i samarbeid med Christian Michelsen Research (CMR), en sammenligning av tilgjengelig programvare for simulering av trykktap i dykkesystemer1. På bakgrunn av denne undersøkelsen gikk NUI i 1997 til anskaffelse av programpakken Flowmaster2. En komplett modell for et pustesystem er bygget opp i dette programmet og en rekke simuleringer av systemer er utført. Mye arbeid er lagt ned i å utvikle en god modell og til opplæring av kvalifisert personell slik at simuleringene utføres på en tilfredstillende måte. Sammenligning av simulerte data og eksperimentelle data viser at modellen egner seg bra for å predikere trykktap i dykkesystemer1,3. I denne artikkelen blir noen resultater fra dette arbeidet presentert.

Pustegassystemet er illustrert i figur 1 og tabell 1. Flowmaster gir anledning til å legge inn hver enkelt komponents fysiske data i detalj. For alle komponenter i pustesystemet er fysiske data innhentet og lagt inn i programmet. Samtlige data er hentet fra komponenter som benyttes i reelle dykke-systemer. I simuleringene er det benyttet reelle gasser beregnet ved hjelp av Peng-Robinson tilstandslikning.[4]

Tabell 1:
Største trykktap over komponenter i pustegassystemet. Betingelser: 19 bar (180 m) og 4C vanntemperatur, 30 m dykkerumbilical (ruhet 0.05 mm, diameter 1/2').

Pustesystemet består i korte trekk av følgende: Fra gassbanken føres pustegassen ned til dykkerklokken gjennom en 500 meters slange. Før klokkeumbilicalen passerer gassen noen bend, mindre rørstykker og ventiler, deriblant en trykkreguleringsventil. Dykkerklokken forsyner to dykkere. Den består således av to identiske forgreininger. Hver forgreining består av bend, mindre rørstykker, trykkakkumulator, dykkeumbilical og ventiler, deriblant en trykkreguleringsventil. Alle pusteumbilicaler simuleres som elastiske.

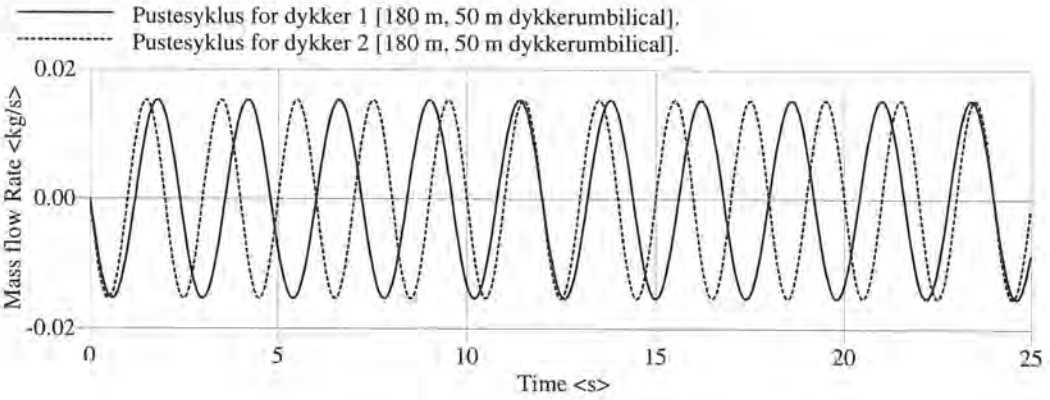
Blant annet kan strømningsrate, Machtall (strømningshastighet/choking) og temperatur også bestemmes i simuleringene. Flow-master gir dessuten anledning til å simulere temperaturendringer i systemet både som følge av ekspansjon/kompresjon av pustegassen og varmeutveksling med omgivelsene. I det temperaturområdet vi beveger oss har det imidlertid vist seg at simuleringer med full varmeutveksling gir tilnærmet samme resultat som ved adiabatiske betingelser (ingen varmeutveksling med omgivelsene) når det gjelder trykkfall i pusteumbilicalene (jfr. tabell 3). Simuleringene blir dessuten en del raskere med adiabatiske betingelser enn med varmeutveksling. Hvilken temperatur vi har i systemet i utgangspunktet er imidlertid viktig.
Simuleringene er derfor gjort ved adiabatiske betingelser, men med ulik starttemperatur (en vanntemperatur på 4°C for norske forhold og 12°C for sydligere breddegrader danner utgangspunktet for temperaturen til utstyr og gass når det ikke er oppvarming tilstede). Foruten ulike temperaturer har ruhet, diameter på dykker-umbilicalen og dybden på dykket blitt variert i simuleringene.

Gassblandingen ved de ulike dypene er vist i tabell 2.

Tabell 2:
Gassblandinger for ulike dyp (%).

Dybde	Oksygen	Helium	Nitrogen
100 m	6,36	93,64	0
180 m	3,86	96,32	0
360 m	1,89	98,11	0
390 m	1,20	97,80	1,00

Dykkernes pustesykluser har en sinusform. Dykker 1 ventilerer 3 liter 25 ganger i løpet av et minutt. Dykker 2 ventilerer 2,5 liter 30 ganger i løpet av et minutt. Pustesyklusene er vist i figur 2 og trykk ut fra dykkerumbili-calene før reguleringsventil i dykkermasken er vist i figur 3.



Figur 2: Pustesyklus for dykkerne

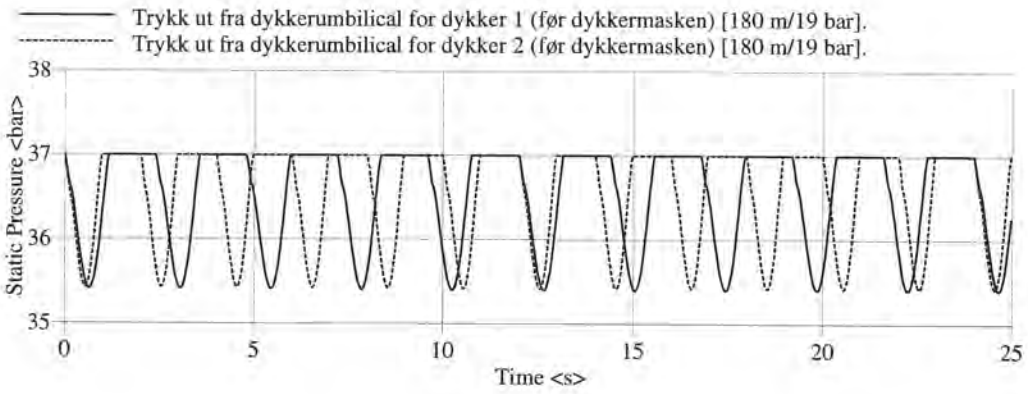


Fig 3: Trykk ut fra dykkerumbilical (50 meter)

Tabell 3:
Tabellen viser trykktap for dykkerumbilicalene (jfr. figur 1) med ulike slangelengder og ved varierende betingelser. Dataene har fremkommet ved simuleringer i Flowmaster. Spesifikasjonene på dykkerumbilicalen er innhentet fra Norwegian Cable Systems. Slangene består av polyuretan.

Betingelser					Trykktap over dykkerumbilicalen(bar)			
Dybde (trykk)	Temp.	Ruhet	Diameter	Dykker	30 m	50 m	75 m	100 m
360 m (37 bar)	4°C	0,03 mm	1/2"	1 2	1,25 1,23	2,04 1,98	2,86 2,77	3,58 3,42
360 m (37 bar)	12°C	0,03 mm	1/2"	1 2	1,30 1,26	2,11 2,05	2,96 2,86	3,63 3,45
180 m (19 bar)	4°C	0,03 mm	1/2"	1 2	0,57 0,57	0,93 0,92	1,32 1,29	1,66 1,62
180 m (19 bar)	4°C	0,05 mm	1/2"	1 2	0,64 0,64	1,04 1,02	1,59 1,45	1,84 1,78
180 m (19 bar)	12°C	0,03 mm	1/2"	1 2	0,58 0,58	0,95 0,94	1,38 1,35	1,72 1,66
180 m (19 bar)	4°C	0,03 mm	3/4"	1 2	0,06 0,06	0,10 0,10	0,15 0,14	0,19 0,18
100 m (11 bar)	4°C	0,03 mm	1/2"	1 2	0,29 0,29	0,48 0,47	0,70 0,68	0,87 0,86
100 m (11 bar)	12°C	0,03 mm	1/2"	1 2	0,29 0,29	0,49 0,49	0,72 0,70	0,90 0,89

	Forenklet simulering av dykkermasken. Adiabatiske betingelser	**Forenklet simulering av dykkermasken. Varmeutveksling med omgivelsen**	**Forbedret simulering av dykkermasken.[A] Adiabatiske betingelser.**	**Eksperimentelle data (bar)[B]**
Maks. trykkfall i dykkerumbilicalen for dykker 1	1,53	1,50	1,70[A]	1,6[B]
Maks. trykkfall i dykkerumbilicalen for dykker 2	1,53	1,50	1,41[A]	1,6[B]
Laveste trykk oppstrøms dykkermasken for dykker 1	54,9	55,0	54,9[A]	51[B]
Laveste trykk oppstrøms dykkermasken for dykker 1	54,9	55,0	54,6[A]	51[B]

Tabell 4:
Sammenligning av eksperimentelle og simulerte data ved 40 bar (390 m) og 4°C med 30 m dykkerumbilical.
A: Foreløpig modell. Forbedret modell er fortsatt under utarbeidelse. Tallene er noe usikre da modellen/simuleringen ikke er optimal.
B: Dataene er hentet fra OTS (Oseberg Transportation System)-dykkene på Nutec i 1986. Det foreligger store mengder eksperimentelle data fra dette arbeidet som har vært naturlig å bruke som sammenligningsgrunnlag for simuleringene.

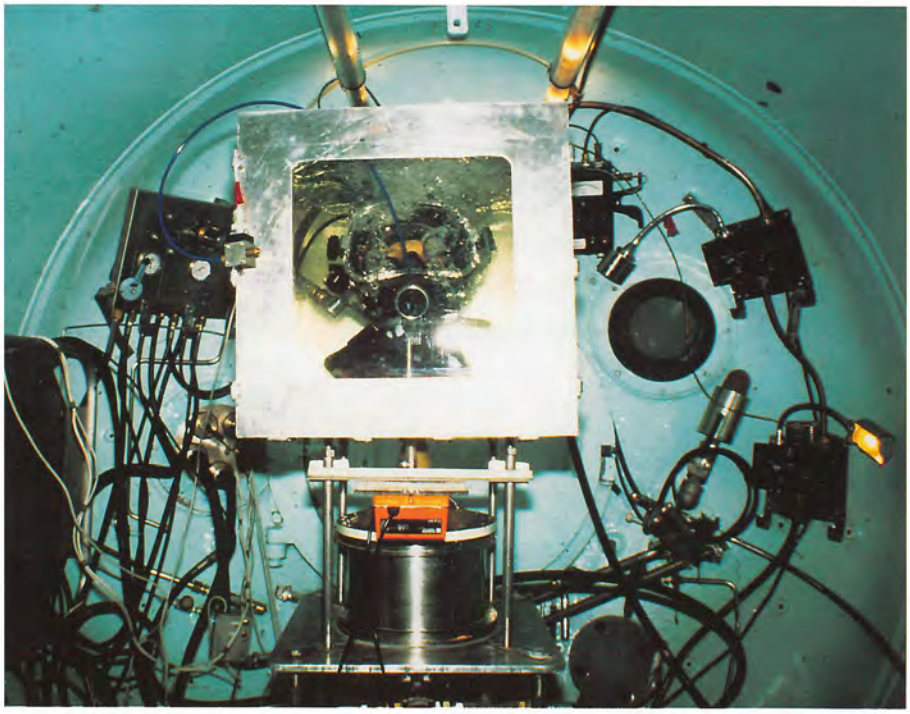
Simuleringsdataene i tabell 3 er et godt eksempel på hva Flowmaster kan brukes til. Trenden i tabell 3 er stort sett som forventet. Trykktapet blir større ved økende lengde på dykkerumbilicalen, økende vanntemperatur, økende ruhet og ved økende dybde (trykk). Trykktapet minker med økende diameter på dykkerumbilicalen. Trykktap ved økt diameter på dykkerumbilical (3/4') og økende ruhet (0,05 mm) er bare vist for 180 m dybde i tabell 3. Tendensene er imidlertid helt tilsvarende ved 360 m og 100 m dybde. Trykktap over andre komponenter enn dykkerumbilicaler kan selvfølgelig også beregnes i pustegassystemet. Dette er gjort i tabell 1. Tabellen viser trykktap ved gitte betingelser for de forskjellige komponentene som inngår i pustesystemet. Største trykkfall er som forventet over klokke- og dykkerumbilicalene. Simuleringer viser at det er relativt liten forskjell i trykktap for øvrige kompo-nenter ved endring av dybde, lengde, diameter og ruhet av dykkerumbilicalene.
Det foregår for tiden arbeid med å forbedre modellen når det gjelder simulering av selve dykkermasken samt alle trykkregulatorene i systemet. Også andre mindre endringer er aktuelle. Disse forbedringene vil trolig gjøre at simulert laveste trykk oppstrøms dykkermasken (jfr. tabell 4) vil ligge nærmere opptil eksperimentelle verdier enn hva det gjør i dag. Slik simuleringene gjøres i dag uten en trykkregulator i selve dykkermasken, blir trykket av praktiske årsaker holdt kunstig på dykkerklokke-regulatorens "setpoint" også i masken i mellom hver innpusting hos dykkeren. Foreløpige undersøkelser tyder på at en trykkregulator i selve dykkermasken samt bedre simulering av samtlige

trykkregulatorer vil gi et større totalt trykkfall i systemet, men tilnærmet samme trykkfall i dykkerumbilicalene.
De simulerte dataene ligger nær opptil eksperimentelle verdier og da spesielt når det gjelder trykkfall i dykkerumbilicalene (jfr. tabell 4). For simuleringer der det ikke finnes eksperimentelle data å sammenligne med virker de simulerte verdiene å ligge innenfor rammen av det sannsynlige.
Som nevnt allerede gir Flowmaster anledning til å simulere temperaturendringer i systemet både som følge av ekspansjon/kompresjon av pustegassen og varmeutveksling med omgivelsene. For dykkeoperasjoner der det er fare for frysing/ising i ventiler vil simuleringene kunne gi gode indikasjoner på temperaturforholdene ulike steder i pustesystemet. Det foregår for tiden arbeid med denne typen problemstillinger.
Denne typen simuleringer ser ut til å kunne være en velegnet og ikke minst kostnadsbesparende metode for å forutsi trykkfall i pustesystemer. Også strømningsrater, Mach-tall og temperaturer kan lett bestemmes med Flowmaster som verktøy. Modellen for dette pustegassystemet vil lett kunne modifiseres. NUI har, i samarbeid med CMR, over tid bygget opp en god kompetanse på simulering av forsyningssystemer for pustegass til dykkere og vil fremover benytte denne kompetansen til ytterliggere forbedringer av simuleringene.

Referanser:

1 Trykktap i dykkesystemer, N. H. Anfinsen, K. Segadal, F. Sønstabø, CMR/NUTEC-rapport, 1994.
2 Flowmaster er utviklet og lisensiert av Flowmaster International, UK. Programmet markedsføres av Flowmaster (UK) Limited, The Maltings, Pury Hill, Alderton Road, Nr Alderton, Towcaster, Northants. NN12 7TB. Version 5.2, Flowmaster 2, 1998
3 Improved simulation of a diver's breathing apparatus, A. Wiik, P. A. Solheimsnes, CMR/NUI-rapport, 1998
4 A two constant equation of state, Peng, D.Y. and Robinson,D.B, I.E.C.Fundamentals, 15, pp. 59 -64 (1976).

■



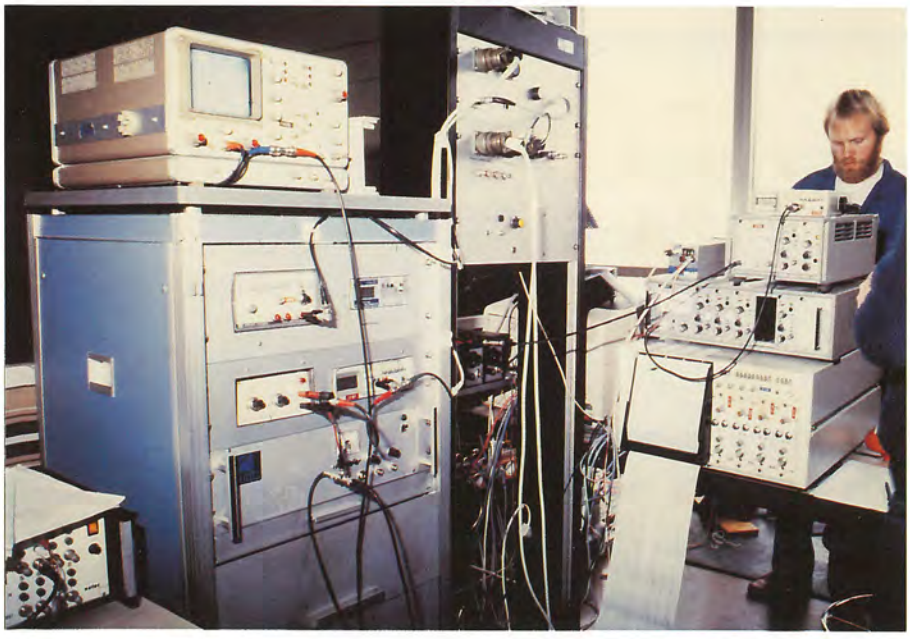


Fig 4 og 5
Et testoppsett for dykkerutstyr er komplisert og ressurskrevende. Bildene viser henholdsvis instrumenteringen inne i kammeret (over) og utenfor kammeret (under). Ved bruk av dataprogram kan antallet slike tester reduseres

nui

NUI AS (Norsk Undervannsintervensjon) forsyner subsea-industrien med et bredt spekter av produkter og tjenester; fra avansert forskning, engineering og logistikk, til spesialiserte subsea-operasjoner offshore.

Vår målsetting er å være en ledende bidragsyter til sikkerhet og lønnsomhet innen bemannede og ubemannede intervensjoner, basert på vår unike kombinasjon av menneskelige ressurser og spisskompetanse innen våre tre produktområder:

- Basedrift og Operasjoner
- Teknologi
- Hyperbare tjenester og Humanforskning

NUI AS, Postboks 23 Ytre Laksevåg, 5848 Bergen – Besøksadresse: Gravdalsveien 245
Tlf: 55 94 28 00 – Fax: 55 94 28 04 – URL: http://www.nui.no/

SHF

Partene i Senter for hyperbarmedisinsk forskning (SHF) er Universitetet i Bergen, Haukeland sykehus, Nutec, Sjøforsvaret og Statens dykkerskole.

SHF har som formål å fremme kunnskap og informasjon om hyperbarmedisin og relaterte forhold.

SHF skal også være den organisatoriske ramme for grunnleggende forskning innen nevnte områder.

Senter for hyperbarmedisinsk forskning, Haukeland sykehus, 5021 Bergen
Tlf: 55 97 38 75 – Fax: 55 97 51 37

NBU

NORSK BRANSJEFORENING FOR UNDERVANNSENTREPRENØRER

TILSLUTTET ENTREPRENØRFORENINGEN – BYGG OG ANLEGG

Bruk av NBU-bedrifter betyr garanti for kvalitet og sikkerhet
Be om liste over våre medlemsbedrifter

NBU sekretariat, Postboks 28 Loddefjord, 5881 Bergen
Tlf: 55 26 65 51 – Fax: 55 26 67 60 – E-post: barotech@c2i.net