3. årgang nr. 1 - 1991
ISSN 0802-6440
15.03.91

Nutec

Dykkenytt

INFORMASJONSAVIS FOR DYKKEINDUSTRIEN

Norsk Undervannsteknologisk Senter a.s
Gravdalsveien 255
5034 Ytre Laksevåg

REDAKSJONELL STAB:

Ansvarlig: R. Værnes

Sekretær: A. Brakstad

FASTE FAGLIGE BIDRAGSYTERE/KONSULENTER:

Legale aspekter: O. Hauso, Oljedirektoratet

Medisinske aspekter: J. Hjelle, Nutec

NAVFs hyperbarmedisinske program: S. Tønjum

Operasjonelle aspekter: T. Rustad, Stolt-Nielsen Seaway A/S

Dykkeaktiviteter: L. Skjerven, Statoil

FoU Dykking: E. Thorsen, Nutec

Utdanningsaspekter: S. Lund, Statens Dykkerskole

Litteratur: E. Dahll-Larssøn, Nutec

REDAKSJONEN AVSLUTTET: 15.03.91

INNHOLD: **SIDE**

LEDER:
R. Værnes, Nutec 4

ARTIKLER:
O. Hauso, Oljedirektoratet:
Gjennomføring og bruk av risikoanalyser ved bemannede undervannsoperasjoner i petroleumsvirksomheten 5

N. T. Ottestad, Ottestad Breathing System A/S:
Test dykk OBS UBA 90-400 6

G.Luther, H.Fock, W.Schulze-Erfurt, K.Ledjeff, J.Gieshoff, M.Schmeusser, GKSS:
Catalytic Combustion of Hydrogen in Diving 9

R. Værnes, Nutec:
28 døgn i metning på 5 m dyp:
Et studie for Den europeiske romfartsorganisasjon (ESA) 17

E.Dahll-Larssøn, Nutec:
Litteratur og dokumentasjon 19
Klipp fra spaltene 20

DEBATT-INNLEGG:

L. Johansen, NOPEF avd. 16:
Dykkernes syn på dybdebegrensning 22

L. M. Rasch, NOPEF dykkerseksjon:
Langtidskontrakter: En utdødende rase 24

KURS VED NUTEC TRENINGSSENTER 26

INFORMASJON OM NUTECS TJENESTER 30

LEDER

Ragnar J. Værnes, NUTEC

En fjerdedel av 1991 er allerede passert og dykkesesongen er i ferd med å ta av med mobilisering for den kommende sommer. For dykkeselskapene kan det bli et hektisk år, da de skal oppfylle de nye dykkeforskriftene som ble satt i funksjon fra årskiftet.

Innenfor dykkemedisinsk forskning synes 1991 å få en dreining mot mer dykketeknologisk FoU. Det endelige program for FUDT (Forskning og utvikling innen dykketektonolgi) er foreløpig ikke helt fastlagt for inneværende år, slik at den endelige liste over FUDT prosjekter for 1991 ikke vil bli presentert før i neste Nutec Dykkenytt.

I denne utgaven har vi en rekke interessante artikler og debattinnlegg. O. Hauso fra Oljedirektoratet gir en oversikt med hensyn til gjennomføring og bruk av risikoanalyse ved bemannede undervannsoperasjoner i petroleumsvirksomheten. Han påpeker at slike risikoanalyser skal være et redskap for å identifisere innsatsområder for å oppfylle akseptkriterier for risiko og for å videreutvikle sikkerhetsnivået i virksomheten.

N. Ottestad fra Ottestad Breathing System A/S går gjennom erfaringene fra et testdykk med OBS UBA 90-400. Han påpeker fordelen med en kombinasjon av teknisk/mekanisk undersøkelse og dykkernes egne kommentarer for brukeraspekter.

Luther fra GKSS i Tyskland holdt et interessant foredrag på siste FUDT seminar angående benyttelse av hydrogen i dykking, da spesielt med hensyn til varme/energiproduksjon. Som en oppfølging av dette foredraget har han laget en artikkel for Nutec Dykkenytt hvor han utdyper dette interessante aspektet.

Som påpekt i forrige Nutec Dykkenytt skulle vi komme nærmere tilbake til det 28 døgns metningsdykket på 5 m dyp som Nutec gjorde for ESA (Den europeiske romfartsorganisasjon) i 1990. Jeg går her gjennom hovedaspektene ved dette forsøket, og legger vekt på de nyttige erfaringene dette eksperimentet også ga for dykkeforskningen.

Vi har to gode debattinnlegg denne gangen. De omtaler begge sentrale tema som er oppe i dykkemiljøet i dag. Bruken av dybdebegrensning på dykkersertifikat og mulig endring i bruk av langtidskontrakter for dykking på norsk sokkel.

I forbindelse med dybdebegrensning for metningsdykkere arrangerte forøvrig NOPEF avd. 16 et heldagsmøte i Nutec's lokaler den 21. februar i år. Der var innlegg både fra dykkere, myndigheter, dykkeselskap, oljeselskap og forskere/dykkeleger. Innleggene ble fulgt opp av en rundebordskonferanse. En arbeidsgruppe ble opprettet. Den skal levere en innstilling til NOPEF med hensyn til bruk av dybdebegrensninger. NOPEF vil eventuelt bringe dette videre til relevante myndigheter.

Forøvrig ønsker vi fremdeles artikler og debattinnlegg til de kommende Nutec Dykkenytt.

GJENNOMFØRING OG BRUK AV RISIKOANALYSER VED BEMANNEDE UNDERVANNSOPERASJONER I PETROLEUMSVIRKSOMHETEN

O. Hauso, Oljedirektoratet

Oljedirektoratet (OD) er inne i en prosess med utvikling og implementering av et nytt sett med forskrifter for petroleumsvirksomheten. Forskrift for bemannede undervannsoperasjoner (Dykkeforskriften) ble utgitt 11. juni 1990 og trådte i kraft 1. januar 1991. Forskrift om gjennomføring og bruk av risikoanalyser i petroleumsvirksomheten (Analyseforskriften) ble utgitt 12. juli 1990 og trådte i kraft 1. februar 1991.

Dykkeforskriftene inneholder en bestemmelse om sikkerhetsmålsetting. Det sies her blant annet;

"Så langt det er praktisk mulig skal utstyr og prosedyrer som benyttes ved bemannede undervannsoperasjoner være slik at ingen enkeltfeil under bruk fører til unødig risiko for helseskade eller livstruende situasjoner for involvert personale. Dette prinsippet skal gjelde både for feiloperering og utstyrsfeil.

Det skal således utføres analyser for å avdekke konsekvenser av enkeltfeil og feilrekker i og ved bruk av anlegg som har sikkerhetsmessig betydning ved bemannede undervannsoperasjoner".

Veiledningen til denne bestemmelsen nevner mulige analyseredskap til bruk i prosessen med å oppnå sikkerhetsmålsettingen. Dette kan være analyser for å vurder effekten av enkeltfeil på utstyr (feilmodi- og feileffekt-analyse, FMEA), og analyser for å se på de operasjonelle aspektene (Hazard and operability study, HAZOP).

Analyseforskriften kommer til anvendelse ved planlegging, gjennomføring, bruk og oppdatering av risikoanalyser i petroleumsvirksomheten, og vil som sådan også komme til anvendelse ved bemannede undervannsoperasjoner. Forbindelsen mellom de to forskriftene er innlysende.

Kapittel IV i analyseforskriften legger opp til en logisk sekvens av aktiviteter ved gjennomføring og bruk av risikoanalyser, og inneholder blant annet følgende bestemmelser:

§ 10 Sikkerhetsmål for virksomheten
§ 11 Utforming av akseptkriterier
§ 12 Generelle krav til sikkerhetsanalyser
§ 13 Planlegging og gjennomføring av risikoanalyser
§ 14 Bruk av resultater fra risikoanalyser
§ 15 Oppdatering av risikoanalyser
§ 16 Risikoreduserende tiltak

Risikoanalyser er et redskap for å identifisere innsatsområder for å oppfylle akseptkriterier for risiko og for å videreutvikle sikkerhetsnivået i virksomheten. Risikoanalyser kan ikke alene sørge for sikkerhet. Hensikten med slike analyser er å identifisere risiko ved hjelp av teoretiske studier i motsetning til å måtte erfare risiko.

Teknikken er mye brukt ved vurdering av f.eks. prosessanlegg, og det er å håpe at den også kan være et redskap til å forbedre sikkerheten ved bemannede undervannsoperasjoner.

TEST DYKK OBS UBA 90-400

N. T. Ottestad, Ottestad Breathing System

Som mange i bransjen allerede er klar over har vi dykket med OBS UBA 90-400 ved NYD - Norges YrkesDykkerskole - på Nesodden. Vår intensjon med disse utvidede interne tester var å søke å provosere frem potensielle svakheter, eller i beste fall å få verifisert at slike ikke eksisterer lenger. Endel tekniske/mekaniske områder for ytterligere forbedringer ble identifisert. Dykkerne kom med verdifulle brukeraspekter. Det positive er at selve "hjertet" - den pneumatiske aktuatoren - bestod prøven. Tidligere langtidstester viser også at dette konseptet holder mål.

VIKTIGE MODIFIKASJONER SOM ER GJENNOMFØRT SIDEN SISTE PBL-TEST VED NUTEC VÅREN 1990

Det er gjennomført en rekke modifikasjoner med sikte på å gjøre UBA'en mer "oversiktlig" og bedre tilpasset operasjonelt bruk. Kun følgende endring vil kunne få betydning for utstyrets "performance":

Forandret trykkstyrt enveisventil i eksoslinjen (pos 18):

Denne ventilen var tidligere konstruert slik at den ble styrt åpen av primærtrykket, og er siden blitt modifisert til å åpnes av sugetrykket i returlinjen. Dette ble gjort for å redusere muligheten for vanninntrengning i scrubber-canisteren når dykkeren står på hodet og UBA'en opereres i "Open Circuit", fordi sugetrykket har forsvunnet.

Forøvrig skal bemerkes at vi fram til idag har lagt vekt på å gjøre minimalt vedlikehold på bevegelige deler i systemet med sikte på å avdekke svakheter som kan oppstå ved lengre tids bruk.

KORTFATTET OVERSIKT OVER PROBLEMER SOM OPPSTO UNDER TESTDYKKINGEN

Problemer i primærmodus:

- tidvis "blafring" i pusteventilen under utånding.
- variabelt pustearbeid
- tidvis problemer med gassforsyning ved tilbakegang fra sekundær- til primærmodus.
- dykkerne føler ikke at den teknisk løsningen gir tilstrekkelig sikkerhet mot vanninntrengning i pustebelgen.

Problemer i sekundærmodus

- uønsket sjalting i pustebelgen
- problemer med utånding som følge av at pustebelgen ikke klarte å dumpe tilstrekkelig gass.

Dykkerne rapporterte tidvis at utstyret fungerte bra. Vi fikk imidlertid ikke kontroll med de ovennevnte problemene og dykkerne ble derfor ikke fortrolige med utstyret.

TILTAK TIL UTBEDRING AV PROBLEMENE

PRIMÆRMODUS:

Problem:
Sikkerhet mot vanninntrengning i pustebelgen.

Dykkerne ønsker til enhver tid å kunne kontrollere at pustebelgen/scrubber-canisteren har overtrykk slik at faren for cocktail er eliminert. Dykkerne mener at den nåværende utførelsen ikke gir dem den vissheten de ønsker.

Tiltak:
I samråd med dykkerne ble vi enige om å innføre følgende prinsipielle endringer i konstruksjonen:

- Scrubber-canisteren skal være fysisk isolert fra eksoslinjen med en pneumatisk styrt ventil når UBA'en opereres i primær-modus.

- En overtrykksindikator, som til enhver tid kan kontrolleres av dykker. Den skal vise at pustebelg og scrubber-canisteren har overtrykk, slik at faren for uønsket vann-inntrengning er eliminert.

- Pustebelgen er forsynt med en drenerings-ventil for dumping av vann. Dykkeren kan kontrollere at belgen er tom for vann ved å aktivisere drenerings-ventilen, og observere at det kun er gass i belgen. Kapasiteten av dreneringsventilen skal økes.

Kommentar
De ovennevnte endringene vil medføre at eksoslinjen kan være fylt opp med vann uten at dette fører til "cocktail". Dette vil gi dykkerne en tryggere arbeidssituasjon.

Problem:
Tidvis problemer med gassforsyning ved tilbakegang fra sekundær- til primær-modus.

Årsak:
Friksjon i primær-stengeventilen (stenger primærforsyningen når nødsystemet aktiviseres).

Kommentar:
Denne ventilen ble, i likhet med fukterenhet og reduksjonsventil, konstruert for UBA 89-250. Disse enhetene har fungert gjennom alle interne/eksterne tester og har ikke vært demontert. Primær-stengeventilen viste seg å være konstruert med noe trang føring og gikk dessuten tregt som følge av oppsamlet forurensning.

Tiltak:
Ventilen ble rengjort og toleransen ble endret. Etter dette fungerte ventilen igjen som forutsatt.

Problem:
Blafring i pusteventilen ved utånding i Closed-Circuit modus

Tiltak:
Den mest sannsynlige årsaken er at sugetrykket i eksosslangen ikke har vært tilstrekkelig stort til å gi full åpning av den trykkstyrte enveisventilen. Dette problemet elimineres når det dykkes dypere (dykkingen foregikk på ca 10 meters dyp med 102 meter lang eksosledning).

SEKUNDÆRMODUS

Problem:
Uønskede sjaltinger i sekundærmodus

Til tider sjaltet pneumatikken over til innåndingsmodus før dykkeren var ferdig med

utåndingen og vice versa. Dette var ubehagelig for dykkerne selv om pneumatikken umiddelbart sjaltet tilbake til riktig modus.

Årsak:
Vi antok at problemet hadde sammenheng med at enveisventilene i "Mode-sensoren" ikke fungerte tilfredsstillende. Som en følge av dette ble Modesensoren flere ganger demontert. Vi oppdaget da at den ene enveisventilen "hang" i føringen når den ble våt. Dette ble raskt rettet opp, men det løste ikke problemene med feilsjalting.

Årsaken til feilsjaltingen ble konstatert da UBA'en ble demontert etter testen. Det viste seg at enveisventilene i sekundærsystemet ikke hadde tålt påkjenningene. Dette resulterte i en lekkasje av falsk gass til/fra puste-ventilen. Mot slutten av innånding resp. utånding ble denne lekkasjen større enn ventilasjonen til dykkeren. Dette medførte feilsjalting selv om pneumatikken i realiteten fungerte som den skulle (lekkasjen førte til at det kunne oppstå overtrykk i ventilhuset selv om dykkeren innåndet, resp. undertrykk selv om dykkeren utåndet).

Tiltak:
Mushroom-ventilene blir nå skiftet ut med en ny konstruksjon (fjærbelastet plate) som tåler påkjenningen ved langtids bruk.

Problem:
Tidvis tungt å puste ut.

Årsak:
Restriksjon i dumpemekanismen for overskuddsgass, fordi gummiplaten som tettet den mekaniske motstrømsventilen i pustebelgen var for elastisk (dette var ikke noe stort problem under dykkingen ettersom vi kunne dumpe gass via samle-linjen til overflaten).

Tiltak
Konstruksjonen er forbedret slik at dette ikke lenger kan skje.

HOVEDKONKLUSJON

Vi har konstatert at visse komponenter som f.eks. enveisventilene i puste-kretsløpet er mer kritiske for den pneumatiske styringen av belgen enn vi tidligere var klar over. Dette er imidlertid problemer, som når de nå er identifisert, relativt enkelt kan løses. På den positive siden vil vi ellers bemerke at pneumatikken som sådan fungerer problemfritt.

Med utgangspunkt i de problemer som oppsto under testdykkene og de reaksjoner vi har fått fra dykkerne, ser vi klart behov for å modifisere UBA'en på de ovennevnte punktene. Dette arbeidet vil nødvendigvis kreve en del ressurser.

OBS etablerer nå bedre interne testopplegg/prosedyrer, og vil foreta omfattende interne tester før vi dykker igjen.

Etter vår vurdering er det et relativt begrenset og oversiktlig arbeid med modifiseringer/tester som gjenstår for å få UBA'en til å fungere tilfredsstillende i operasjonell sammenheng.

Nutec Dykkenytt nr. 1 / 1991

Catalytic Combustion of Hydrogen in Diving

G. Luther [2], H. Fock [2], W. Schulze-Erfurt [2]
K. Ledjeff [1], J.Gieshoff [1], M. Schmeußer [1]

1) Fraunhofer Gesellschaft, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, 7800 Freiburg, Germany
2) GKSS-Forschungszentrum GmbH, Institut für Anlagentechnik, 2054 Geesthacht, Germany

0. Zusammenfassung

Als Atemgase werden in der Taucherei in Abhängigkeit von der Einsatztiefe: Luft (N_2/O_2 Gemisch), HELOX (He/O_2 Gemische) oder TRIMIX (He/N_2/O_2 Gemische) verwendet. Zur Reduzierung der Atemgasdichte, die zu einer deutlichen Verringerung des Atemwiderstandes und der vom Taucher zu leistenden Atemarbeit führt, fügt man als potentes Ersatzgas Wasserstoff hinzu; dies sind die HYDRELIOX-Gemische (H_2, He, O_2). Die physiologischen sowie die technischen Möglichkeiten und Grenzen dieser H_2-Anwendung werden in mehreren Institutionen untersucht.
H_2 im Atemgas, diesmal als Energieträger, kann sehr elegant die Probleme der Atemgasvorwärmung und -befeuchtung durch katalytische Verbrennung von H_2 lösen. Abhängig von der H_2-Umsatzrate und der gewünschten Aufwärmung sind hier geringe Anteile (z.B.: 1 vol%) bereits ausreichend. Im Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, FhG-ISE in Freiburg, das u.a. die Katalysatorentwicklung betreibt und im GKSS-Forschungszentrum Geesthacht sind unbemannte Erprobungsversuche erfolgversprechend durchgeführt worden; dabei wurden in der GUSI mit Hilfe eines Atemsimulators trockene Versuche bei einem Druck, der 450 m Wassertiefe entspricht, durchgeführt.
Das Überleben der Taucher in einer verlorengegangenen Tauchkugel hängt stark von ausreichender Wärmeversorgung ab. Ein ebenfalls nach dem Prinzip der katalytischen Verbrennung von H_2 arbeitendes Verfahren zur Wärmeerzeugung wurde in einer Versuchsanlage beim FhG-ISE und im GKSS-IA erfolgreich einem Langzeittest unterzogen. Der wesentliche Verfahrensunterschied zur vorgenannten Atemgasvorwärmung liegt in der Verwendung von reinem Wasserstoff, der von der Tauchkugel in entsprechender Menge mitgeführt werden muß.
Die Versuchsergebnisse des FhG-ISE und des GKSS-IA zur katalytische Verbrennung von H_2 bei der Atemgasvorwärmung und der Tauchkugel-Notheizung werden vorgestellt.
Die Auslegungsarbeiten eines Atemgasvorwärmers für den bemannten Einsatz im Wasser und die Adaption des Notheizsystems an die baulichen Besonderheiten einer Tauchkugel müssen noch erfolgen.

1. Introduction

A general characteristic of the thermal protection equipment is that it is fairly primitive in comparison to technology used in other industries. The use of hot water as the energy source for heating the diver is the only method used commercially at present. The hot water is heated in a boiler to about 100 °C on board the diving vessel before being pumped through an umbilical several hundred metres to the diving bell. Part of the water is used at the diving bell for heating the bell and the stand-by diver. The rest of the hot water is pumped from the diving bell through another umbilical to the diver where it arrives with a maximum of 42 °C. Roughly 100 kW per diver is needed as energy input to the umbilical and lost to the sea. In case of an interruption of the hot water supply the diver will start to shiver within two minutes /1/.
Hydrogen mixtures for deep sea diving can be safely handled on board of diving vessels under extremely strict operational conditions. Comex is providing its divers with hydrogen-helium-oxygen-mixtures as chamber gas with an hydrogen content of up to 48.7% (HYDRA VIII - 531 m) /2/. The main impact of hydrogen use in the FhG/GKSS diving development activities are pointing at the latent heat conversion for catalytic heating of the divers breathing gas and catalytic emergency heating for lost bells.

2. Catalytic conversion of hydrogen

The catalytic combustion of hydrogen is advantageous related to efficiency and emissions. Since many years FhG is developing new catalysts and catalytic systems especially for heat generation and safety devices /3-5/. Hydrogen reacts with oxygen forming water and heat. The following table shows some principal data of the reaction:

• upper heating value	• 12770 kJ/m^3 or 3,55 kWh/m^3	• LFL : 4 vol%
• flame temperature >2000 °C	• ignition temperature in air = 585 °C	• UFL : 75 vol%

Reactions of hydrogen and oxygen can be catalysed by some metals of the platinum group. Platinum itself is a very active catalyst, so that the recombination reaction starts even at 0°C. The well known equation of *Arrhenius*, which is valid for catalytic reactions, shows a positive reaction rate as function of the temperature according to

$$r_{T_2} = r_{T_1} e^{\varphi} \qquad \text{mit} \qquad \varphi = -\frac{E_A}{RT}$$

E_A : energy of activation
r : reaction velocity

Thus to avoid explosions of inflammable gas mixtures, the reaction rate must be limited.This can be realized by a limitation of the gas transport to the catalytic surface. *Figure 1* shows the two possibilities of dependencies between temperature and reaction rate. FhG has developed and patented special self limiting catalytic processes for the conversion of hydrogen to water. Depending on the concentration of hydrogen in the gas mixture three catalytic systems have been intensively investigated.
At hydrogen concentration < 4 vol% the catalytic system consists of the catalytic fabric mat drafted as a direct heat exchanger arranged in the gas flow. For helium enriched gases a temperature ascent of 10 °C corresponds the reduction in hydrogen concentration of about 0.1 vol%. At constant conversion rate the outlet temperature does not depend on the throughput of the gas through the catalytic heater (*Figure 2*). This system is used for heating up breathing gases for divers. The fabric support of the catalysts is very hydrophobic. Thus a decrease in catalytic activity can be avoided. This effect is normally caused by condensation of water vapour on the active material. The specific loading of the active material ranges between 0.1 and 1 mg/cm^2. In the hydrogen range between 4 vol% and 100 vol% two catalytic systems are possible. One system is using a diffusion barrier. The principle of the other system corresponds to diffusion burner.
Using the catalytic conversion with diffusion barrier (*Figure 3*), the gas mixture containing hydrogen and oxygen has to pass first the diffusion barrier before it can react at the catalytic surfaces. On the way back water vapour has to counterdiffuse. The reaction rate is mainly limited due to the diffusion resistance of the diffusion barrier and additionally by the larger amount of water vapour which will be produced at higher temperatures. Diffusion barrier and catalytic surfaces are made of the same fabric material. This catalytic system offers the possibility to use stoichiometric hydrogen /oxygen gas mixtures without the risk of explosion generated by the catalyst.
Power densities of 1-2 W/cm^2 have been achieved by this process. The system operates self-limiting at temperatures below 250 °C.
Using the catalytic conversion with diffusion burner (*Figure 4*) separate paths are needed to feed hydrogen and oxygen to the catalytic surfaces. The two gases are not mixed prior to the reaction zone. Therefore flashbacks in the gas supply system will not occur even if the reaction temperature is higher than the ignition temperature. The power density achieved in FhG experiments is as high as 10 - 20 W/cm^2 with catalyst core temperatures between 400 °C and 800 °C.
Intensive investigations for this system has been performed in 1990. The reliability of this process looks even promising. Further investigations are needed in the near future.

3. Catalytic breathing gas heater

It is much more difficult to keep thermal balance between heat loss and metabolic heat production of a diver living in hyperbaric conditions. Chamber systems and the personal diving gear has to fulfil special requirements /6-8/. At one atmosphere body heat is mainly lost via the skin surface. Respiratory heat loss (RHL) becomes proportionally higher with increasing pressure. In dry hyperbaric conditions with resting subjects it has been investigated that RHL can equal and even exceed metabolic production, leading to a fall in body core temperature /9-13/.
Before starting the investigations a catalogue of demands was discussed and laid down as baselines. An efficient conversion process must have a really high activity at low surrounding temperatures (≈ 4 °C), high operational pressure (45 bar), low hydrogen and oxygen concentration (< 4 vol%), high respiratory minute volumes (RMV ≤ 60 l/min). Additionally it is necessary to have a short starting time, controlled heat output, low flow resistance, no toxic emissions, small size and weight and a longtime stability. If the process has fulfilled the enlisted demands one additional important preference of the process is that the breathing gas is automatically humidified by the conversion of hydrogen to water. Thus complicated humidifiers integrated in the diving apparatus can be avoided (*Figure 5*).

At FhG different special types of catalysts have been cooked (carriers and mixtures) and investigated in a test plant with continuous flow. More than 20 types of different catalyst configurations have been tested for optimum values. At GKSS optimized catalytic material (Type 19 and 21) was integrated in a pipe piece and prepared for direct connection to the gas system which supplies AGA-mask or Superlite 17B helmet in the dry part of the GUSI chamber A3u. Sinusoidal breathing is performed by the GKSS breathing simulator which can be controlled under pressure from the outside. The gas is fed with 1 or 2 vol% oxygen (depending on the depth) and 0.5 vol% hydrogen, rest is helium. The provisionally insulated heater was located directly in front of the breathing regulator. Temperature sensors were arranged on the inlet pipe, in the centre of the catalyst and near the "mouth" (*Figure 6*).

This new catalyst was introduced to GUSI under a preliminary test situation in order to get very first results under hyperbaric and sinusoidal conditions. Even these first results have been very encouraging (*Figure 7*). During the 50 test runs in GUSI dive *18* the RMV was chosen between 10 and 60 litres per minute in steps of 10, the pressure in A3u was raised from 15 to 45 bar in steps of 15, the chamber temperature was lowered slowly to 10 °C. Conversion rates of up to 90 % have been achieved. Within one breathing cycle only the high activity of the catalyst lead to a significant temperature rise. The flow resistance was neglected as no influence in the breathing resistance could be remarked. All these positive results have been gathered with a catalyst with a length of 100 and a diameter of 45 mm. The output of heat depends on the inlet temperature to the reactor (*Figure 8*). This effect can be overcome by an hydrogen concentration of about 1 vol% and a control of the inlet temperature to the divers mouth.
Due to the low hydrogen content absolutely no risk of fire can be stated for the system. Due to our experience we can exclude that a stop of the conversion will occur. Higher mouth inlet temperature caused by a higher conversion rate can be avoided by constructive means. High oxygen consumptions are not needed and has to be avoided. No physiological criteria prevents the use of hydrogen in the divers breathing gas especially in the low range of H_2 concentration we are demanding and which are a prerequisite of this process. The heat source for gas heating is independent from the conventional hot water supply (*Functional Redundancy*). The energy is transported as latent energy to the diver together with the breathing gas. As long as the diver is breathing, the gas is heated by a spontaneous heat exchange process where no walls reduce the heat transport.

At depth deeper 150 m the gas is humidified totally. Due to the spontaneous heating process flushing of the window of the helmet can be done with warm gas. At constant conversion rate the outlet temperature of the reactor is independent of the respiratory rate of the diver.
In the near future further investigations have to be performed referring to long term stability of the catalyst configuration, to the analysis of the exhaust gas, to the validation of the heater by the diver and to the integration in a CCB-System. Different concepts for controlling the divers inlet temperature should be investigated. Besides that safety situations have to be simulated under wet and cold conditions before it is tested by divers. With a competent industrial partner it should be possible to realize this concept to the end of 1992.

4. Catalytic emergency heating

In the past there have been some lethal accidents by lost bells. Lost bell or lost underwater habitat mean that the vital connection to the support vessel has been destroyed. Vital connections are mainly the supply of gas, power and hot water. The worst case is the loss of hot water supply. Excessive heat loss by the divers can be prevented by

- passive thermal insulation and heating the divers breathing gas /14,15/
- heating the suits by active or regeneration methods /16/
- conversion of latent energy /17/
- heating the bell's environment via remote operated vehicle (ROV) /18/ .

There are Norwegian development proposals to use specially fitted ROVs for external supply of hot water to the lost bell. This rescue system might be available after sixteen hours at the site. Even with this system the problem of undercooling cannot be solved sufficiently for all probable situations.
Regulations concerning manned under water operations demand at least 24 hrs for diving bells or 48 hrs for under water habitats to maintain vital functions when primary supplies are not available. Until today no emergency procedure is really feasible to prevent cooling of the divers, if the rescue time takes more than eight hours (limit of passive protection).
During a simulated dive in GUSI (450 msw) performed together with NUTEC the divers were breathing TRIMIX containing 1 vol% oxygen and 5 vol% nitrogen (rest: helium) with a temperature which was classified by the divers as still comfortable. At these trials the chamber temperature was kept within a comfortable zone. The reduction of the core temperatures have not been detected by the divers.

- Accepted breathing gas temperatures were : 19 and 22 °C.
- Core temperatures decreased after 2 hrs to : 36.0 °C.

Tests carried out in the past also in GUSI show that the bell atmosphere would cool down to 1 °C above sea water temperature within 4-8 hours and that the gas temperature drops below an acceptable value for inspiration within two hours (*Figure 9*). For the compensation of heat loss of a well insulated diving bell a heat supply of about 2 kW is needed to give a probability of survival to the entrapped divers.
To solve the mentioned problems FhG has delivered to GKSS in 1987 a heating system to be tested at GKSS facilities (*Figure 10*).
In this process pure hydrogen and pure oxygen are fed to a control box in which both gases are mixed with a small surplus of oxygen, referring to the stoichiometric ratio. From the control box the mixed gases flow to the reactor vessel in which the catalytic material converts the reactants to heat and water. Due to a small surplus of oxygen a slow raise of pressure occur in the reactor. At a preset pressure level the oxygen valve in the control box is closed totally for a predetermined period. It is necessary to drain the water off the reactor. This has to be done against the ambient pressure since the conversion process runs nearly under atmospheric conditions (the inner operational pressure is less than 2 bar).

As diving bells are used in greater depths (300 - 600 msw), the draining problem must be solved sufficiently.
The FhG test setup operated by GKSS at GUSI was designed for an output of 1 kWth. This heat output means a steady flow of hydrogen of 0.3 Nm^3/h and a flow of oxygen of 0.16 Nm^3/h. This is an oxygen surplus of about 7 %. The needed area for the specially developed FhG catalyst summs up to 2000 cm^2. The catalyst is installed in a SS-pipe with an O.D. of 80 mm and a length of 1000 mm. For the reception of water a length 500 mm was connected to the reaction pipe. The size of the control box is 200 x 300 x 100 mm height. The hydrogen is stored in the 50 l hydrid bottles containing 16 Nm^3 each. The oxygen is stored in standard bottles of 50 litres. The pressure in the bottles is 200 bar in the beginning and is reduced to a pressure of 7 bar. For the determination of the heat output of the reactor a water loop was added. Inlet and outlet temperatures as well as the throughput were measured. The pressure in the reactor varies between 1.3 and 1.7 bar, the temperatures reach 120 °C at the top and 180 °C in the lower part. Water production at the 12 hours test runs reaches 0.17 kg/h with a maximum of 0.25 kg/h (*Figure 11*).
First test runs at GUSI resulted in a continuous operation time of < 2 hrs. The main problems have been caused by the temperature sensors implanted for data gathering on the catalyst surface itself and by the impurities of the ordered gases. A growing content of inertial gases in the reactor deteriorates the conversion capacity by the time running. The ordered quality of hydrogen was changed from 3.0 to 5.0 and finally to 7.0 (outlet of the hydrid bottles). The quality of oxygen was changed from 2.5 to 4.5.
To get long uninterrupted operation times and a high and continuous heat output the produced water must be drained periodically. At GUSI the operation was stopped according to manpower capacity after 12 hrs (*Figure 12*). Similar tests at FhG using the gained experience led to an continuous running time of 57 hrs with a reactor having 1.8 kWth heat output.
Safety aspects have been considered very carefully. The handling of hydrogen is much safer than that of propane due to the high fugacity. *In a special test 2 m^3 of liquid hydrogen was spilled to the floor and it was impossible to ignite the atmosphere above the bottom one minute later.*/19/ The amount of stored hydrogen outside the bell is small. (100 kWh can f.e. be stored in two 50 l hydrid bottles)
Due to the low pressure in the reactor the enclosed energy in the system is lower than 0.1 kWh. Due to the small inner diameter of the piping (2-4 mm) a time of 5 to 7 hrs after a pipe rupture is needed until a critical mixture (4 % H_2) is achieved in the bell atmosphere.
It can be concluded that no real risk can arise if the patented process is used properly in a diving system. The advantages of the FhG-process are:

- no additional umbilical
- long term storage capacity
- energy is immediately available
- independent heat source for bell heating
- small sized control box and reactor
- 48 hrs heat supply is possible
- easy start of the heating process
- safe process

This system is now ready for licensing. The prototype developments should yet integrate a real offshore diving system of an interested vessel operator or oil company.

Abbreviations:

RHL: respiratory heat loss
RMV: respiratory minute volume
CCB: closed circuit breathing
LFL : lower flammability limit
UFL : upper flammability limit
FhG / ISE : Fraunhofer Gesellschaft / Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme
GKSS : GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH

5. Literature

/1/ Wissler, E.H. and Päsche, A.: Diver Response to Hot Water Loss and Depth Greater than 300 Meters. Exp. Observ. & Theoretical Interpretation. Proceedings of the Under sea Biomedical Soc. -EUBS, held at Gøteborg, Sweden, August 21-23, 1985, pp. 7-14

/2/ G. Imbert, Th. Cieslelski, X. Fructus: Safe Deep Sea Diving Using Hydrogen. MTS-Journal, Vol. 23 (1989), No. 4, pp. 26-33

/3/ K. Ledjeff: Wasserstoffnutzung durch katalytische Verbrennung. BWK, Bd. 39 (1987), No. 7/8 -Juli August

/4/ K. Ledjeff: New Hydrogen Appliances. In: Proceedings of World Hydrogen Energy Conference, 1990, Honolulu

/5/ K. Ledjeff, J. Gieshoff, D. Schlegel: Catalytic Recombiner for Elimination of Fuel Cell Purge Gases. In: Proceedings of the Fuel Cell Seminar, (1990), p. 449, Phoenix, USA

/6/ Germanischer Lloyd, Rules for under water technology, 1986, Chapter 1 Diving System and diving simulators section 2, H 3.3.4

/7/ Det Norske Veritas, Rules for certification of Diving Systems, 1982, Section 4, E 102

/8/ Norwegian Petroleum Directorate, Regulations concerning manned underwater operations in the petroleum activity,1990 Section 36

/9/ Piantadosi CA. Respiratory heat loss limits in Helium-Oxygen saturation diving. 24th UMS Workshop, Bethesda 1980.

/10/ Padbury EH, Mc Kenzie RS, Florio J, Hope A, Knudsen G. The effect of cool breathing gas on thermal balance at simulated depths of 300 to 174 msw. NUTEC Rep. 1887, '87

/11/ Hope A, Padbury E.H, Knudsen G, Segadal K, Værnes R, Jørgensen G, Thorsen E. Undetected Hypothermia: The effect of cooled breathing gas on thermal balance during simulated diving to 360 meters of sea water, In: Proc. of EUBS Symp., Italy 1987.

/12/ Hope A, Knudsen G, Padbury EH, Fock H, Heineke M, Holthaus J, Luther G,Muller K, Rinck H. Effects of lowered breathing gas temperature on thermal balance during a dive to 360 msw. NUTEC report 20-88, 1988.

/13/ G. Luther: Bemannte Unterwasserarbeiten in kalten Gewässern. In: Proceedings of the International Shipping & Marine Technology Market with Congress SMM'90 Conference, Sept. 25-27, 1990 in Hamburg, pp. 120 - 129

/14/ A. Päsche, B. Holand, G. Oftedal, N. Saether, E.K. Myrseth: Nødutstyr For Dykkerei "TAPTE" Dykkeklokker / Habitater In: Proceedings of the NUTEC Populær-vitenskapelig FUDT-Seminar, Nov. 13-14, 1990, Bergen Norway, pp. 57-61

/15/ S. Tønjum, A. Päsche, D. Furevik, B. Holland, A. Brubakk, C. Olsen: Test of Survival Systems for Stranded Bell Divers. In: Proceedings of he International Conference DIVETECH '81- The Way ahead in Diving Technology-, Workshop B: Aids to Underwater Operations - Session 4, Nov. 24-26, 1981 in London

/16/ A.G. Thornston: The Protection of Men in Lost Diving Bells. In: Proceedings of the International Conference DIVETECH '81- The Way ahead in Diving Technology-, Workshop B: Aids to Underwater Operations - Session 4, Nov. 24-26, 1981 in London

/17/ E.J. Macnair: Hydrogen peroxyde for an under water heat source. In: Proceedings of the International Conference DIVETECH '81- The Way ahead in Diving Technology-, Workshop B: Aids to Underwater Operations - Session 4, Nov. 24-26, 1981 in London

/18/ L.A. Ekornsæter, A.Haland, E.H. Padbury K. Segadal, O. Anfindsen, Ø. Lie: ROV operert Nødsystem for Tapt Dykkerlokke (ROV BELS). In: Proceedings of the NUTEC Populærvitenskapelig FUDT-Seminar, Nov. 13-14, 1990, Bergen Norway, pp. 65-68

/19/ Ch. Isting: Wasserstoff ein Energieträger der Zukunft? --Erfahrungen mit einem Wasserstoff Pipeline Verbundnetz--, Gas und Wasserfach GWF Gas/Erdgas, Vol. 117, 1976, Heft 12, pp. 511- 516

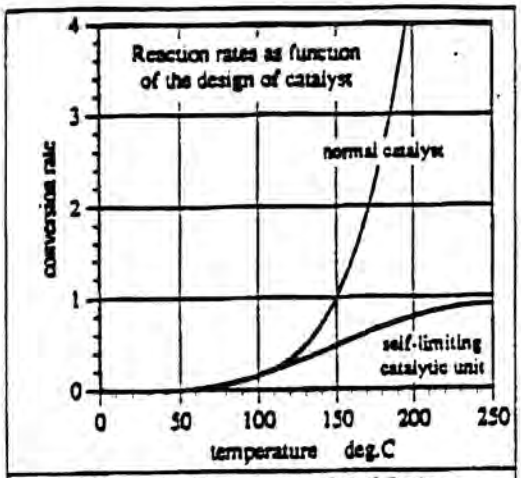


Figure 1 The Influence of CAT Design

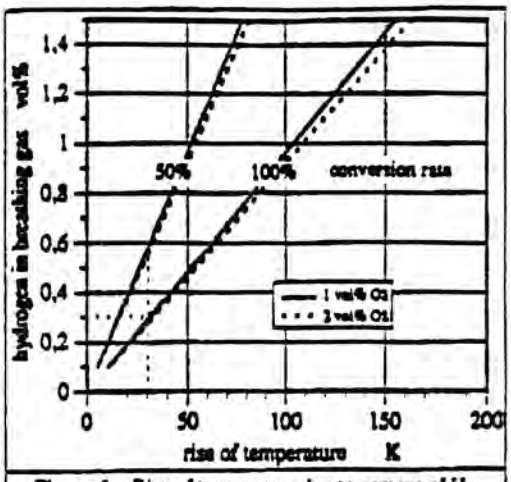


Figure 2 Rise of temperature due to content of H_2

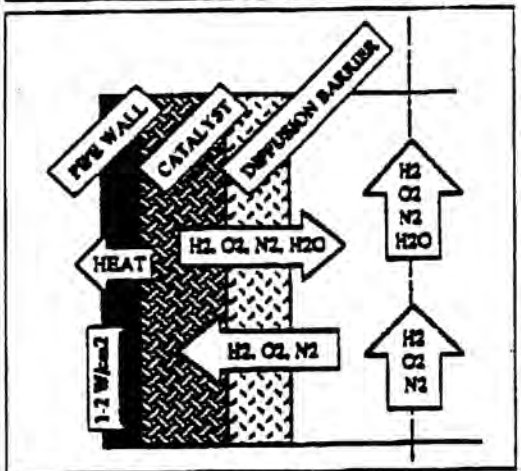


Figure 3 Conversion with Diffusion Barrier

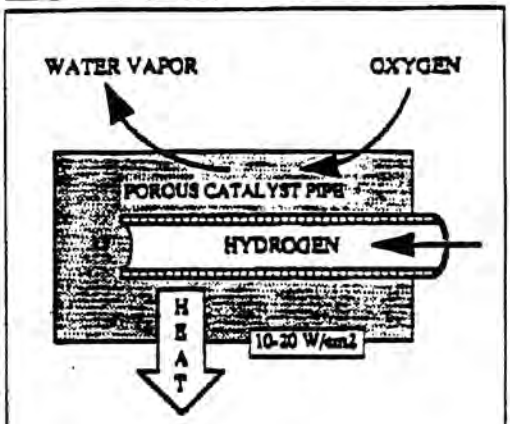


Figure 4 Conversion with Diffusion Burner

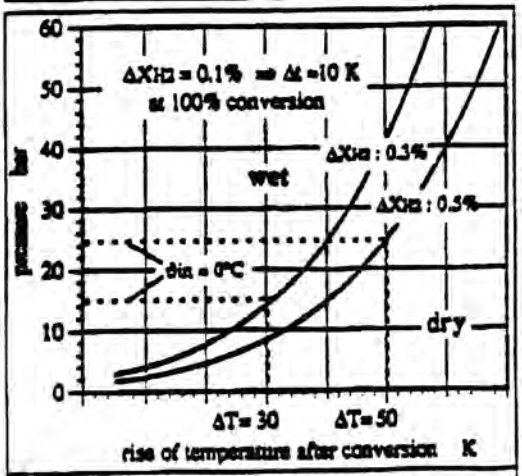


Figure 5 Condensation Areas

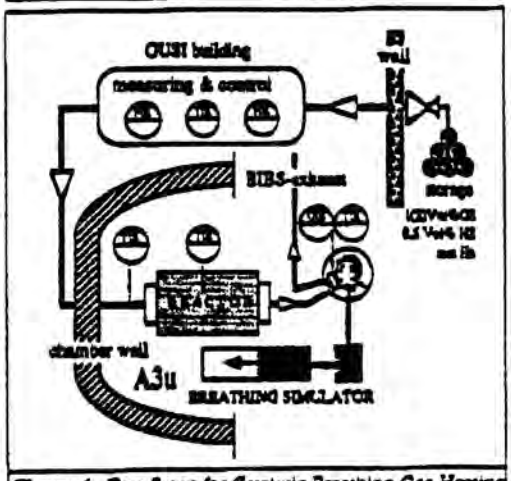


Figure 6 Test Setup for Catalytic Breathing Gas Heating

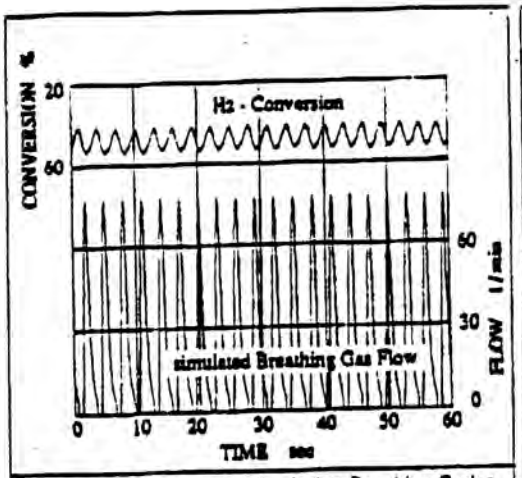


Figure 7 Catalyst Activity during Breathing Cycles

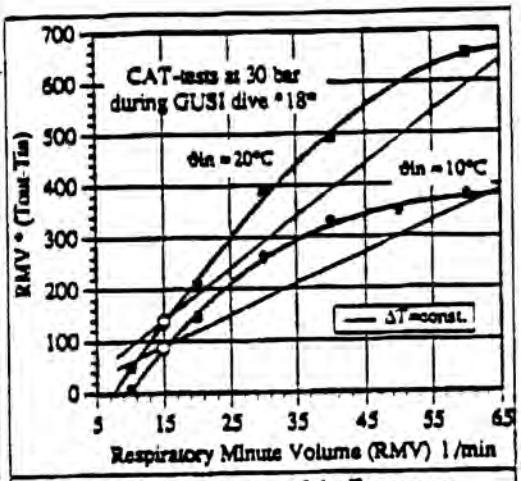


Figure 8 Results for two Inlet Temperature

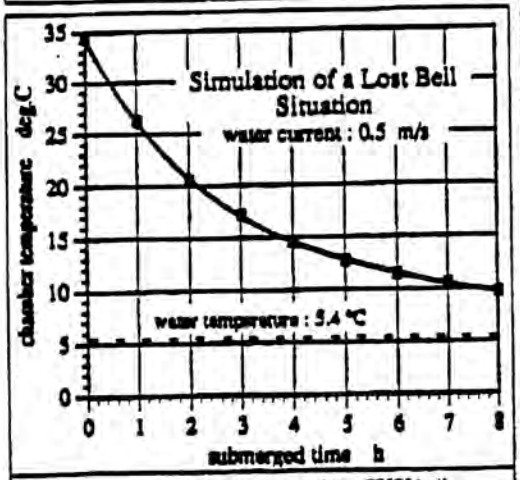


Figure 9 Cooling rate of the GUSI bell

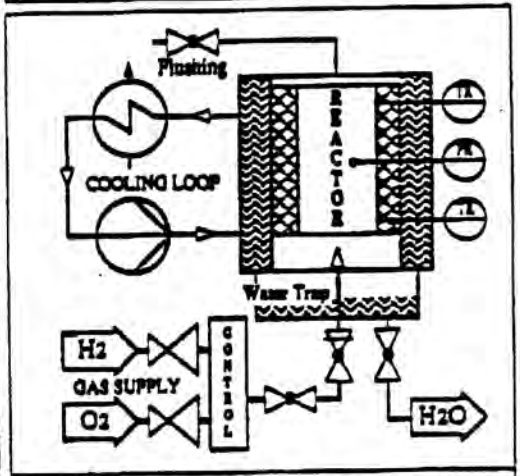


Figure 10 Test Setup for Catalytic Emergency Heating

• HYDROGEN is stored in two 50 l HYDRID BOTTLES	32 Nm^3
• ENERGY CAPACITY corresponds to	100 kWh
• PRESSURE in the reactor is	≤ 2 bar
• All BELL COMPONENTS contain	≈ 20 Nl H_2
• FREE ENERGY corresponds to	≤ 0.1 kWh
• SAFE OPERATION TIME up to	48 h
• WATER PRODUCTION	max. 0.25 kg/h
• TEMPERATURE in the catalyst top / bottom	120/180 °C

Figure 11 Data for a Bell-Heating-System

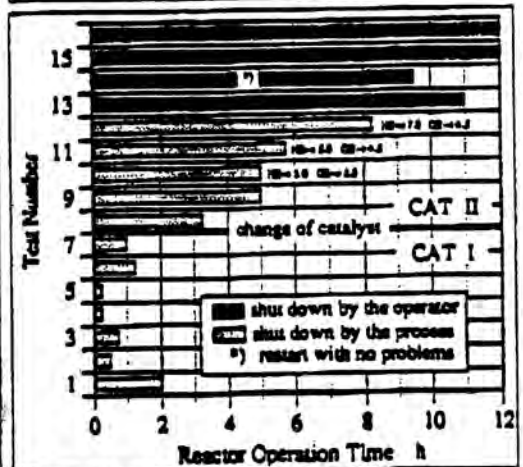


Figure 12 Synopsis of Catalic Emerg. Heating Tests

28 DØGN I METNING PÅ 5 M DYP: EN STUDIE FOR DEN EUROPEISKE ROMFARTSORGANISASJONEN (ESA)

R. J. Værnes, Nutec

Den europeiske romfartsorganisasjonen ESA planlegger langtidsopphold i verdenrommet. Første skritt er bygging av den europeiske/ amerikanske/ japanske/ kanadiske romstasjonen "Freedom" fra 1996. ESA har erkjent at blant de mest sentrale problemstillinger for langtidsopphold for slike romstasjoner vil være mulige problemer av psykisk natur. For å kartlegge disse potensielle psykologiske problemene vedtok en av ESA's ekspertgrupper at man måtte gjennomføre simuleringsstudier for isolering av potensielle astronautkandidater.

NUTEC ble valgt til å gjennomføre forsøket for ESA. Studiet var basert på en isoleringsperiode på 4 uker for et mannskap på 6 mannlige forskere/ingeniører som hadde en profesjonell bakgrunn tilsvarende astronauter. Det meldte seg over førti kandidater fra hele Europa for å delta i forsøket. Etter en flertrinns seleksjonsprosess kom man frem til et team på seks; en italiener, en franskmann, en tysker, en nederlender, en svenske og en nordmann.

Der var også stor interesse for å få delta med eksperimenter. Eksperimentene kunne deles i tre hovedgrupper: De psykologiske eksperimentene besto i å undersøke den sosiale interaksjon, det autonome nervesystem/ stressreaksjoner, den individuelle og team-messige yteevnefungering, helsestatus og søvn og døgnrytme.

Innenfor de fysiologiske eksperimentene var der studier på hormonnivå, immunnivå, blodvolumregulering, væskebalanse, hjerteratefungering, og et eksperiment på "lower body negative pressure". Dette var et spesialutstyr som var laget for en mulig romstasjon, hvor man kunne dirigere blodet fra øvre til nedre del av kroppen for å motvirke vektløshet.

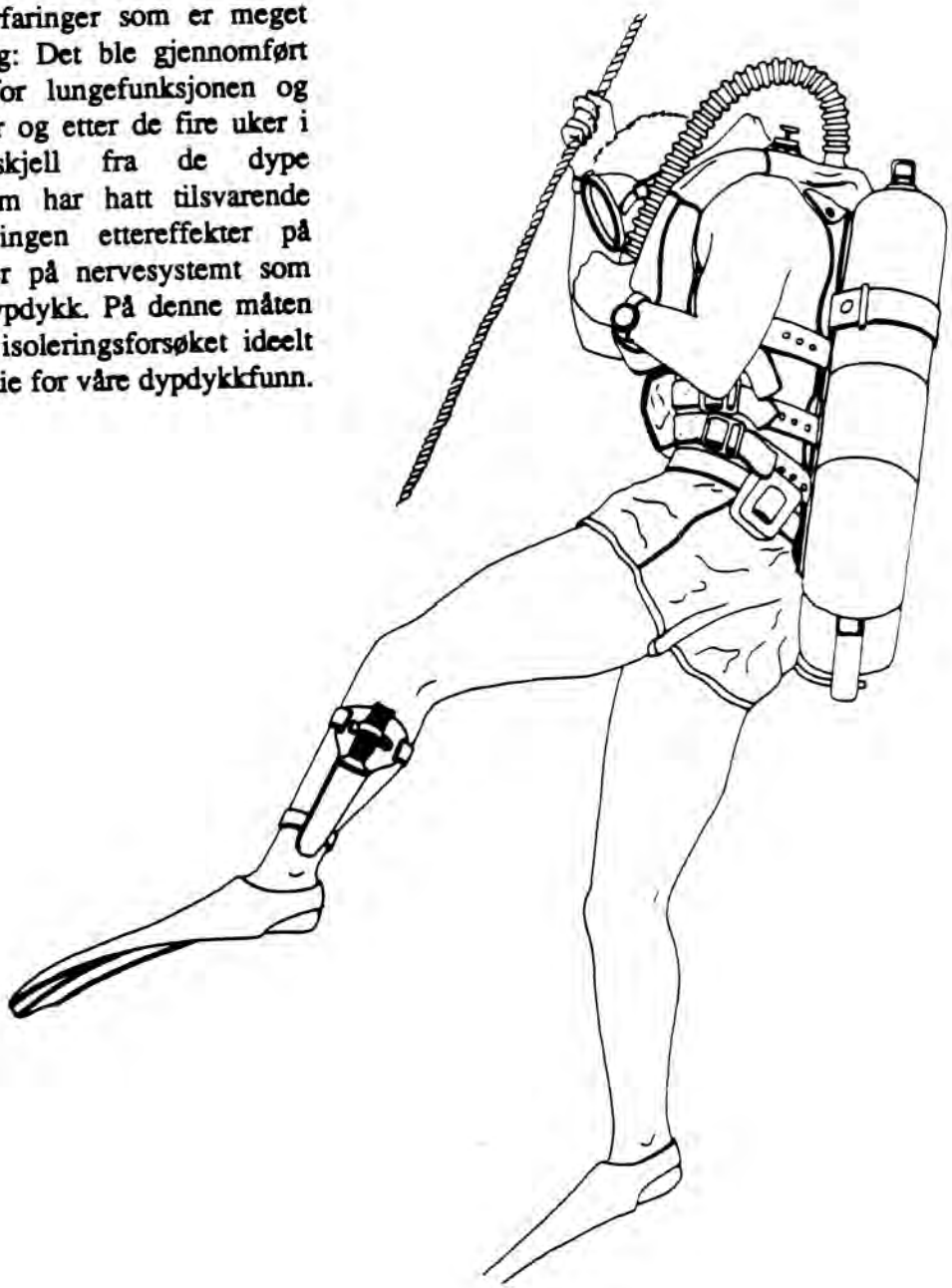
I tillegg til disse psykologiske og fysiologiske eksperimentene var der et sett av tilleggsstudier innenfor mikrobiologisk kontaminering, kjemisk kontaminering og testing av nytt "Environmental control" monitoreringsutstyr. Videre var der tre telestudier som var meget interessante også for ikke-romrelatert forskning. Disse studiene ("telemedicine, telescience, teletraining"), besto i å nytte ekspertsystemer ombord i "stasjonen" og tilsvarende ekspertsystemer på basen. Ved hjelp av satelittkommunikasjon av fysiologiske signaler og bilde av "pasienten", kunne man i fellesskap diagnostisere og reparere utstyr/"pasienten".

De seks forsøkspersonene (EMSInautene) ble isolert fra 17. september til 15. oktober i fjor. I denne perioden gjennomførte de tilsammen 36 eksperimenter innenfor de tre hovedfeltene. Videre ble arbeidsdagen deres fylt opp med andre praktiske aktiviteter, som matlaging, hygiene og andre operasjonelle rutiner.

Selv om dette var en tradisjonell metning, var der endel prinsipielle forskjeller sammenlignet med et vanlig metningsdykk. For det første hadde de seks forsøkspersonene med seg mat for 28 døgn. Dette var lagret i containere og dypfrysere i det store arbeidskammeret. Hvert av måltidene måtte de selv forberede, og det var ikke mulig å få sendt noe inn. I tillegg var forsøkspersonene synsmessig helt isolert fra

omverden. Det var ikke mulig å kikke ut. All kommunikasjon gikk via headsets etter strengt opplagte prosedyrer.

Nutec er nå i ferd med å avslutte hovedrapporteringen for dette studiet til ESA. Vi vil i senere Nutec Dykkenytt komme tilbake til resultatene. Men allerede nå er der endel interessante erfaringer som er meget relevante for dykking: Det ble gjennomført undersøkelser innenfor lungefunksjonen og nervesystem både før og etter de fire uker i metning. Til forskjell fra de dype metningsdykkene som har hatt tilsvarende varighet, fant vi ingen ettereffekter på lungefunksjonen eller på nervesystemt som ved våre tidligere dypdykk. På denne måten fungerte dette ESA isoleringsforsøket ideelt som et referanse-studie for våre dypdykkfunn.



LITTERATUR OG DOKUMENTASJON

Elin Dahll-Larssøn, Nutec

Dykkenytts lesere er kjent med at Oljedirektoratets nye forskrifter for dykking - eller Forskrift for bemannede undervanns-operasjoner i petroleumsvirksomheten er utgitt, og gjort gjeldende fra 1991. Til forskrifter hører to nylig utkomne veiledninger:

- *Veiledning om kvalifikasjoner for personale tilknyttet bemannede undervanns-operasjoner i petroleumsvirksomheten, og*
- *Veiledning om vurdering av pusteutstyr til bruk ved bemannede undervanns-operasjoner i petroleumsvirksomheten.*

KONFERANSEPUBLIKASJONER:

International Conference of Environmental Ergonomics IV- Austin, Texas, October 1-5, 1990. - (S.l.: s.n.), 1990: - 211 s.:fig.

Emneord: Fysiologi
Menneskelig toleranse, tilpasnings- og yteevne
Pusteutstyr
Temperaturinnvirkning
Hyperbare miljøer
Idrettsmedisin

ANNEN LITTERATUR:

Fischer; B. et al:
Handbook of Hyperbaric Oxygen Therapy - Berlin: Springer, 1989. - 359 s.:Fig.

Emneord: Hypoxia
Behandling i kammer
Trykkfallsyke
Kliniske aspekter

Rodahl, K:
Physiology of work. - London: Taylor, 1989. - 290 s.: fig.

Beredskapshåndboken for norsk petroleumsvikrsomhet. - Oslo: Dovre Beredskap, 1991. - 143 s.
Redaktør: A. Holte
Iflg. forordet er boken "laget for alle som skal eller bør kjenne til hvordan den operasjonelle beredskapen i Norge er samordnet og utøves". Den er utarbeidet på oppdrag fra Oljeindustriens Landsforening (OLF).

RAPPORTER:

Cullen, H.L.
Public inquiry into the Piper Alpha disaster. - London: HMSO, 1990. - 2 vol: ill.
Dette er rapporten som har kommet etter Piper Alpha-ulykken, med den offentlige granskingen når det gjelder årsaker til ulykken, evakuering og oppfølgingen, populært kalt "Cullen-rapporten".

Hyperbare livåter i sjøen og under opphenting. - 45 s.:ill.
Rapporten inngår som en del av forskning og utvikling i dykketeknologi, FUDT, og er utarbeidet av Oceaneering.

NUTEC RAPPORTER:

Hope, A. et al: Body fluid balance and CNS functions during head out immersion in thermoneutral (34°C) and warm (38°C) sea water.
NUTEC Rapport 18-90.

Karlsen, T: Test and verification procedures for hyperbaric microphones.
NUTEC Rapport 27-90.*

KLIPP FRA SPALTENE

E. Dahll-Larssøn, Nutec

Pressure, vol. 20, no. 1, 1991
"Chamber Fire Analyzed.
Reimers Engineering Inc., a firm specializing in clinical/military hyperbaric systems and fire safety, was called in to investigate the incident and to make recommendations regarding a new oxygen delivery system and other safety-related improvements. Their investigation concluded that the most likely cause of ignition in the valve was high-velocity particle impacts which resulted in sparking and ignition of the teflon material in the high pressure oxygen environment".

"GLC Meeting Fouceses on Diving in the Future.
On Saturday, October 13, 1990, the UHMS Great Lakes Chapter held its 11th annual scientific meeting in the Toronto Hospital. The meeting was attended by 175 people, the largest chapter meeting ever. The theme of the meeting was "Diving in the Future" - Separating the Fantasy from the Science". The five keynote speakers talked about such topics as the new techno toys, liquid breathing and living in saturation. The final session was the ever popular Myths of Diving Panel".

Arbeidervern, nr. 1, 1991
"Nye dykkerforskrifter skal øke sikkerheten.
Nye dykkerforskrifter som stiller skjerpende krav til ervervsmessig dykking, trådte i kraft 1. januar i år. Froskriftene anågår alle typer dykking, f.eks. svømmedykking, hjelmdykking og klokkedykking. De nye forskriftene gjelder dykking og de innretninger og utstyr som brukes ved dykkeoperasjoner. Bestemmelsene omfatter også dykking som blir utført av virksomheter som ikke sysselsetter arbeiderstakere".

Haugesunds avis, 19. januar 1991
"Ny britisk kontrakt til Stolt-Nielsen.
Stolt-Nielsen Seaway har sikret seg en kontrakt på britisk sektor. Selskapet har inngått en såkalt sesongkontrakt med BP for reparasjon og vedlikehold av forskjellige installasjoner på britisk side av Nordsjøen".

Stavanger Aftenblad, 26. januar 1991
"Dykkerselskaper inngår samarbeid.
Dykkerfirmaet Oceaneering har inngått en samarbeidsavctale med det svenske selskapet Stena Offshore og har dannet selskapet Stenocean".

Sunnhordland, 12. februar 1991
"Aker satsar undervass.
Ein stor del av oppdraga til oljeverksemda i Nordsjøen i åra framover kjem til å vera utstyr til undervassproduksjon. Ekspertane trur at det fram mot tusenårsskiftet er tale om å byggja over eit par hundre undervass-installasjonar. Denne marknaden ønskjer Aker å få sin del av og har skipa firmaet Aker Subsea A/S med hovudkontor i Oslo med drifts- og produksjonsavdeling på Stord".

VG, 17. februar 1991
"DYPET - Livsfarlig arbeidsplass.
Nordsjøens forsøksdyr: De er dypdykkere - Nordsjøens forsøksdyr. De har risikert liv og helse for at oljemilliardene skal strømme trygt i land fra kontinentalsokkelen.

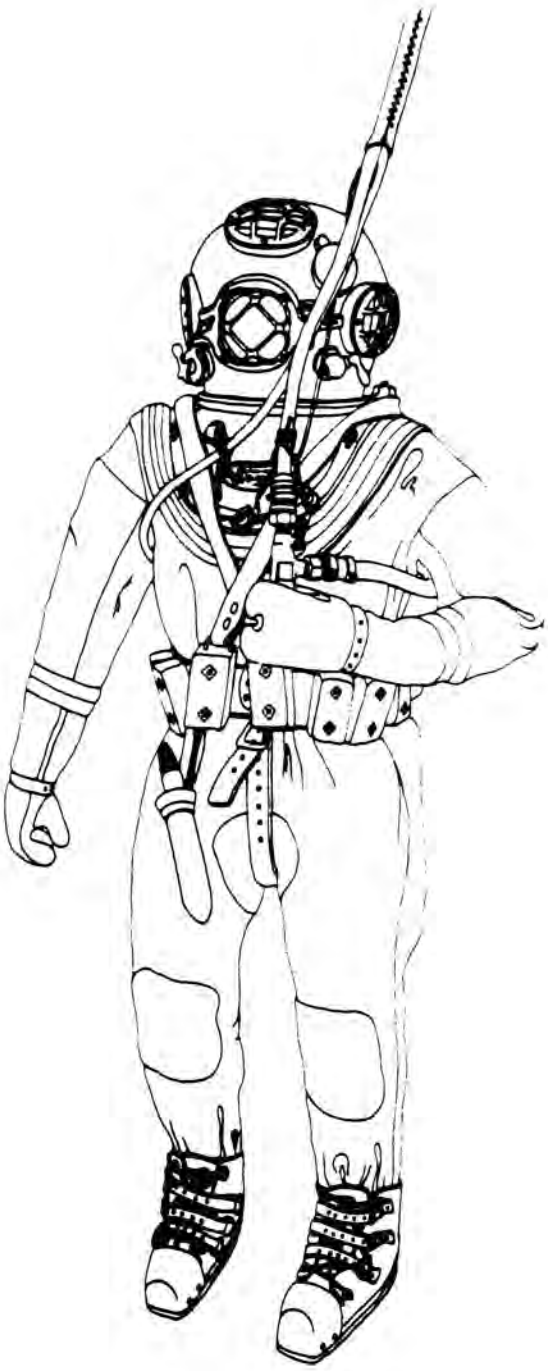
Arbeidsplanssen er langt nede i dypet, hvor kroppen utsettes for svimlende trykk. Opptil to

uker lever de isolert i knøttsmå kammer. Mange har **mistet livet**. Nå begynner **langtidsskadene** å melde seg".

Aftenposten, 20. februar 1991
"Flere må hjelpes for dykkersyke.
Antall dykkere som må behandles for dykkersyke har øket med 40 prosent. Flere oljeselskaper, Norsk Romsenter og det britiske oljedirektoratet finansierer norsk forskning på ekstremt arbeidsmiljø".

Aftenposten, 21. februar 1991
"Ny dykkerklokke gir bedre arbeidsmiljø.
Fremtidens dykkerklokke tar form i Trondheim. Utviklingen av klokken foregår i nært samarbeide mellom forskere og arbeidsmiljø ved arbeide under vann".

VG, 25. februar 1991
"Dykkerbajaser leker med livet.
Overivrige dykkerbajaser tar stadig større sjanser. I løpet av det siste året er antall ulykker fordoblet. Dykkerskadde står nesten i kø for å behandles i trykkammer. Nå må noe skje hvis denne utvikling blant sportsdykkerne skal stanses, sier Svein Eidsvik på Haakonsvern ved Bergen. Som Norges fremste dykkerlege savner han en overordnet myndighet som kan ordne opp i "bajaseriet".



DEBATTINNLEGG

DYKKERNES SYN PÅ DYBDEBEGRENSNING

Leif Johansen, NOPEF avd. 16, Seaway

Dykkerne selv er blant de som er mest oppmerksom på den økende belastningen ved dypdykking. Dette skulle jo tilsi at vi også har forståelse for at man må innføre dybdebegrensninger, eller et utvidet helsekrav.

Men å innføre strengere krav før man har et retrettilbud til de som er "utbrent", kan vi ikke akseptere (Jeg synes forøvrig at ordet "utslitt" passer bedre).

På NOPEFs siste dykkerkonferanse i 1987, som ble arrangert for å belyse dykkerindustriens arbeidsvilkår, ble det av dykkernes representanter hevdet at dykking dypere enn 180 m måtte gis eksperimentstatus. Dykkerne var totalt akterutseilt når det gjaldt sosiale goder.

Det ble bl.a. stilt følgende krav før man ga klarsignal for dypdykking:

Lavere pensjonsalder
Omskoleringstilbud
Skikkelige forsikringsordninger
Rimelige arbeids- og ansettelsesforhold

Alle vet hvor vi står i dag!

Konferansen hadde en rekke foredragsholdere fra brukere, forskningsinstitusjonene, operatørselskap og myndigheter. Stort sett alle var enige i at både sosial trygghet, utstyr og regelverk måtte forbedres før kommersiell dypdykking igangsattes.

Utifra dette skulle jo problemstillingen langt på vei være løst.

Dessverre ser det ut til at tale og handling ikke går i samme retning. Dette gjelder spesielt myndigheter og en del operatørselskap. Problemene blir uoverkommelige når man blir konfrontert med at dette koster penger. Spesielt med hensyn til sosial trygghet for dykkerne. Hvert prosjekt må vise til best mulig resultat og dykkerne blir fort en av salderingspostene. Dette er dyrt, her må utgiftene kuttes ned. Priser blir innhentet og oppdrag tildelt. Det er klart at de selskap som har de laveste driftsutgiftene også er mest konkurransedyktig.

For oss virker det som de moralske verdiene må vike for markedskreftene.

Når dette er sagt bør det også nevnes at ikke alle er like "slemme". De ansvarlige i FUDT og noen av operatørselskapene har bidratt vesentlig for å bedre både sikkerhet og arbeidsmiljø på norsk sokkel.

Er denne trenden i ferd med å snu? På tross av alle de positive signaler og gode intensjoner vi har fått høre på alle de konferanser som er holdt, ser det ut til at operatørselskapene velger å gå vekk fra langtidskontrakter på dykking. Pr. dato har dette resultert i oppsigelser av ca. halvparten av de fast ansatte dykkerne på norsk sokkel. Dette på tross av at dykking på store dyp er nært forestående.

Dykkerselskapene er i full gang med å omstille seg for å klare den nye markedssituasjonen. Noen flytter hele personellavdelingen til utlandet, mens andre etablerer nye selskap. Dette gjøres angivelig for å kunne få oppdrag på både engelsk og norsk sokkel.

Vi er vel alle kjent med den engelske proteksjonismen og hvor vanskelig det er å benytte norske dykkere på et fartøy som skal utføre oppdrag på begge sokler.

Mange av de oppsagte har arbeidet som dykkere i Nordsjøen i over 10 år og vil antakelig få problemer med å skaffe seg nye jobber. De blir ansett for å være "utbrente".

Er dette den sosiale tryggheten vi blir tilbudt? I så fall tror jeg vi blir nødt til å gi avslag på tilbudet. Norsk dykkerindustri er på full fart tilbake til 70-årene, kanskje også med hyppigere skade- og ulykkesfrekvens. Vil det bli noen norske dykkere igjen?

Det skulle ikke være nødvendig å nevne at det ser ut til at økonomi og etikk ikke er forenlig. Hva skal vi ende opp med hvis markeds-økonomien kommer foran alle andre verdier?

Det virker som de fleste utenom dykkerne selv har akseptert at eksperimentstadiet er over og at vi er klare for kommersiell dypdykking. Her må vi rope et varsku. Før tilfredsstillende ordninger etableres, bør ikke dypdykking forekomme!

Et lite lys i tunnelen er forskningsresultatene som nå foreligger. Kanskje er det dette som man har ventet på før særordninger for dykkerne kan opprettes. I så fall haster det, for tiden er i ferd med å fly ifra oss.

Dykkerne er preget av frustrasjon og oppgitthet, noe som kommer i tillegg til en meget krevende arbeidssituasjon.

Vi håper nå at alle de involverte partene i dykkervirksomheten i Norge kan enes om at en tilfredsstillende retrettordning og sosial sikkerhet bør være et selvfølgelig tilbud til dem som mister eller får begrensninger i dykkersertifikatet. Hvem som skal betale for dette, får være et annet spørsmål. Vi trenger prinsippvedtak.

Hvis vi kommer så langt, kan vi også akseptere dybdebegrensninger eller eventuelt et utvidet helsekrav for dykking dypere enn 180 m. Men vi vil svært gjerne være med på å diskutere kriteriene for dette.

Man kan saktens hevde at sosial sikkerhet og dybdebegrensninger er to forskjellige ting, men det er svært viktig at dette vurderes under ett. Enkelte dykkere som pga. dykke-relaterte skader må slutte, får også psykiske problemer. De føler at de er utbrukt og vraket. det er som å strø salt i såret. Sosiale sær-ordninger må etableres.

Etter 300 m dykket for Statoil i 1989 fikk to mann dybdebegresning til 180 m. Reaksjonene fra de andre dykkerne var meget negativ. De følte at kriteriene var for inkonsekvente, og at det kanskje var sikrere å være mer tilbake-holden med å rapportere symptomer. Dette bør være et tankekors når eventuelle begresninger skal vurderes.

Det er forøvrig mange flere forhold som bør belyses i dykkerindustrien, men det meste er allerede sagt av andre, og gjentatt til kjedsommelighet. Så for ikke å skli for langt vekk fra temaet og dybdebegresninger, tror jeg det er best å avslutte her.

DEBATTINNLEGG

LANGTIDSKONTRAKTER: EN UTDØENDE RASE?

L. M. Rasch, leder NOPEFs seksjon for undervannsarbeid

På siste FUDT seminar ble det antydet at langtidskontrakter muligens var en "utdøende rase". I så fall må denne "rasen" fredes snarest. Leif Tore Skjerven fra Statoil snakket på FUDT seminaret om kultur og dykking. Ut fra mitt syn står nettopp dykkeindustriens kultur med bl.a. holdninger og arbeidsmåter helt sentralt i arbeidet for å opprettholde en norsk dykkeindustri offshore. Vi snakker ofte om at resultatene fra F&U-miljøene er vanskelige å implementere i dykkingen, og likedan er det vanskelig å endre normer og verdier. Årsakene er bl.a. dykkeindustriens mangel på en hensiktsmessig kultur med evne til å utvikle og ta opp i seg de nyvinninger som skjer innen F&U-miljøene på land.

Et fundamentalt vilkår for å bedre dykkingens kultur har vært nettopp langtidskontraktene. Disse har gjort det mulig å legge forholdene til rette slik at dykkeindustrien har kunnet planlegge på lengre sikt og forbedre seg. Slikt langsiktig perspektiv har klart vist resultater i arbeidsmiljø, effektivitet og utvikling av bedre utstyr. Oljeselskapene har også funnet det akseptabelt å investere i ulike program i samarbeid med dykkeselskapene de har etablert et langsiktig forhold til.

At fagforeningen går ut og taler varmt for helårsansettelse og langtidskontrakter, er jo forsåvidt enkelt å forholde seg til. Men perspektivet er mye videre enn trygge arbeidsplasser: Her tenker jeg særlig på koblingen mellom F&U-miljøene, dykkeselskapene og industrien som produserer dykkeutstyr.

Norge har i dag en ledende posisjon innen hyperbar forskning. Og fortsatt pågår kompetanseoppbygging på området. Aktører er SINTEF, NUTEC, UiB, Haukeland sykehus, oljeselskapene, industribedrifter samt dykkeselskapene. Det er brukt mye penger på undervannsindustrien/dykking, og vi blir nok nødt til å bruk en god del i framtiden også. Blir disse forskningsmillionene til noen nytte dersom resultatene kun vises gjennom dokumenter i hyllene på fartøyer som bare er innom for å utføre korte oppdrag?

På FUDT seminaret ble det illustrert at industrien ser lys i tunnellen. Dersom langtidskontraktene forsvinner, er jeg redd det er motgående tog vi ser lyset av. Som eksempel nevnes problemet de medisinske forskerne har med å dokumentere vitenskapelig holdbare resultater fordi underlagsmaterialet er for tynt. Det er vanskelig å følge samme personell, rutiner og utstyr over tid. Dette på tross av langstidskontrakter på Ekofisk og Statfjord. Nå er Ekofisk-kontrakten som helårskontrakt vekk, mens Statfjord har fått en ny form i rammekontrakten Statoil/Hydro/Saga. Det siste er et meget positivt element i denne sammenhengen.

En representant for oljeselskapene påpekte på FUDT seminaret viktigheten av åpenhet i industrien, at det behøves kritiske røster, at vi må bli flinkere til å kommunisere, sette krav til hverandre, men også akseptere hverandres ulike utgangspunkt.

Dersom langtidskontraktene forsvinner, vil dette bare bli illusjoner og fromme ønsker. F.eks. har Verneombuds-ordningen og melding av nestenulykker gitt læring og efaringstilbake-føring. Blir arbeidssituasjonen usikker og kortvarig, er vi tilbake der vi startet hvor dykkeren holder kjeft fordi de står med lua i handa hver vår og ber om jobb.

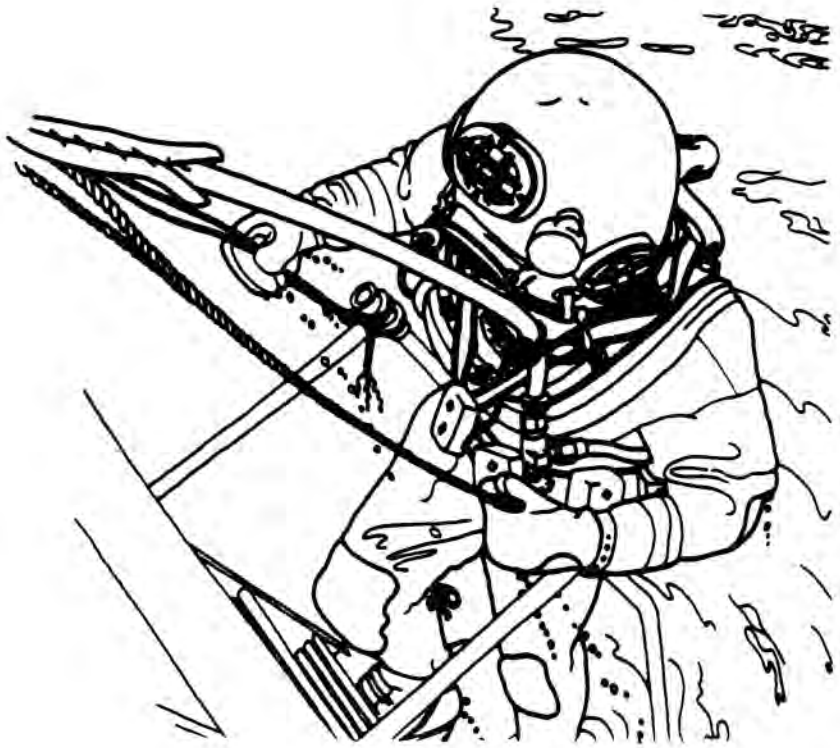
Dypdykkingen bekymrer meg mye i denne sammenhengen. Som kjent står vi ovenfor vanskelige utfordringer hva angår teknikk, dykkemedisin, og ikke minst teknikk/utstyr. Det er mitt inntrykk at det stort sett er enighet om viktigheten av personellutvikling, team-sammensetningen og stabilitet i mannskapet som forutsetninger for "vellykkete" dypdykk. Dette er tatt hensyn til i rammekotnrakten Statoil/Hydro/Saga. Hva blir resultatet hvis langtidskontraktene forsvinner?

Min konklusjon er tindrende klar: Skal vi rettferdiggjøre arbeidet og kostnadene i forskning og utvikling som er lagt ned i dykkeindustrien, og som har vært nødvendig, er langtidskontrakter en forutsetning. Det er eneste måten å få grunnlag til å videreutvikle industrien og skaffe forskningen nok data.

På den annen side må det kanskje settes større krav til langtidskontraktene slikt at resultatene kan forsvare investeringene. Men å droppe dem er ingen farbar vei.

Jeg håper med dette innlegget å ha signalisert at det ikke kun er en fagforeningsoppgave å overbevise de ansvarlige med beslutnings-myndighet om viktigheten av langtids-kontrakter. Men at også andre deler av industrien tar del i denne debatten.

La oss i alle fall håpet det var lyset i utgangen av tunnellen vi så på FUDT seminaret.



KURS VED NUTEC TRENINGSSENTER

Av Rune Birkeland, Nutec

Nutec Treningssenter er en avdeling ved Norsk Undervannsteknologisk Senter a.s. Hovedaktivitene ved Nutec Treningssenter er trening og opplæring av personell som skal tjenestegjøre på offshore installasjoner hvor fritt-fall livbåter av typen Harding FF-48 er installert.

I tilknytning til fritt-fall livbåt anlegget er det videre bygget et eget vanntreningsanlegg for simulering av evakuering fra helikopter som har nødlandet på sjøen.

Som en følge av at NUTEC totalt sett er i besittelse av spisskompetanse på en rekke områder innen sikkerhet og beredskap, tilby NUTEC Treningssenter et utvidet kurstilbud;

- *MOB kurs*
- *Førstehjelpskurs*
- *Kurs i evakuering med redningsstrømpe*
- *Kurs for dykkepersonell*
- *Kriseledelse*

Av relevante kurs for dykkepersonell kan nevnes:

1. Lederopplæring for dykkepersonell

Kursmålsetting
Kurset vil **gi deltakerne økt** kunnskap og trening i **praktisk ledelse knyttet** konkret til de funksjoner **og oppgaver** ledende dykkepersonell **skal ivareta.**

Målgruppe
Dykkesjefer, luftdykkeledere, klokkedykkeledere, kammeroperatører samt kandidater og assistenter til disse stillingene.

Varighet
18 timer fordelt på 2 dager.

Innhold
Kurset vil gjennom forelesninger og rpaktisk trening gi økt kunnskap om:

1. Lederrrolle og lederfunksjoner
2. Kommunikasjon
3. Teambygging

2. Videregående førstehjelpskurs for dykkere

Kursmålsetting
Gi dykkepersonell tilstrekkelige kunnskaper til å oppdage og bedømme viktige symptomer og utøve førstehjelp. Utvikle den enkeltes evne til å arbeide selvstendig, til å kunne samarbeide med medisinsk fagpersonell og til å assistere overordnede i en førstehjelps-situasjon.

Målgruppe
Dykkere og ledende dykkepersonell på dykkeskip og andre dykkeinstallasjoner.

Varighet
Kursets varighet er 75 timer (2 uker).

Innhold
Førstehjelpsdelen inneholder opplæring i avansert og livreddende førstehjelp.

- Munn-til-munn metode/- utvendig hjertekompresjon
- Bruk av maske, intubasjon, infusjon og injeksjon.

Årsak, symptomer, tegn og behandling under normale og hyperbare forhold.

Bruk av forhøyet oksygenpartialtrykk ved dykking. Årsak, virkning, symptomer og behandling av oksygenforgiftning.

- Beregning av oksygenets partialtrykk og betydningen av dette for dykkerens sikkerhet.

3. Maritimt VHF-kurs

Kursmålsetting
Sertifisere personell i henhold til Teledirektoratets krav til begrenset radiotelefon-sertifikat for den maritime mobile VHF-tjenesten.

Målgruppe
Alle personer som i beredskapsmessig og annen sammenheng har behov for å anvende VHF-radiotelefon i tjenesten.

Varighet
2 dager

Innhold
Kurset er lagt opp i tråd med Teledirektoratets pensumliste i A- og B-stoff. Kurset avsluttes med skriftlig prøve.

4. Krise og krisehåndtering

Kursmålsetting
Bidra til økt effektivitet i redningsarbeid ved ulykker offshore, samt minse sannsynligheten for psykologiske problemer på sikt.

Målgruppe
Personell som har et ledelses- og/eller koordineringsansvar ved ulykker og katastrofer offshore.

Varighet
Kurset varer 4 timer.

Innhold
- Karakteristika ved en krisesituasjon
- Katastrofeatferd
- Krisereaksjoner
- Stressreaksjoner under redningsarbeid
- Ettervirkning av innsatsarbeid
- Psykologisk debriefing

5. Innføring i offshore dykking

Kursmålsetting
Gi deltakerne innsikt i de dykkemetoder som benyttes offshore samt de begrensninger og muligheter som eksisterer ved bemannede undervannsoperasjoner.

Målgruppe
Ledere, ingeniører og annet personell innen offshore relatert industri som i sitt arbeid er involvert i planlegging eller utførelse av undervannsoperasjoner.

Varighet
3 dager

Innhold
Kurset er lagt opp rundt den praktiske betydning de enkelte tema har for utførelsen av bemannede undervannsoperasjoner.

Dykkefysikk	Arbeidsoppgaver
Dykkefysiologi	ROV/dykker
Dykkemedisin	Regelverk
Tabeller	Inspeksjonsmetoder
Sikkerhet	Utstyr/verktøy
Dykkemetoder	Dykkeutstyr

Det vil bli praktisk gjennomgang av dykkesystemer og demonstrasjon av dykkeutstyr med muligheter for deltakere med gyldig helseerklæring til å prøve seg.

Kurset avholdes etter behov. Maksimum deltakere er 16, minimum 8.

For nærmere opplysning kontakt dykkeleder/instruktør Rolf Røssland eller undervisningsleder Kurt Hanssen på tlf.: 05-341600/ 341724 eller telefax: 05-340580.

6. Kurs i vurdering av pusteutstyr

Kursmålsetting
Gi en oversikt over krav til pusteutstyr og den fysiologiske bakgrunnen. Innføring i prinsippene for verifisering av kravene (særlig om bemannet testing).

Målgrupper
Personell som er ansvarlig for at kravene til pusteutstyr er ivaretatt i dykkeselskap og oljeselskap. Dessuten ansatte innen offentlige myndigheter, utstyrsleverandører, -produsenter, dykkere, dykke-teknikere og -ledere.

Varighet
16 timer over 2 dager

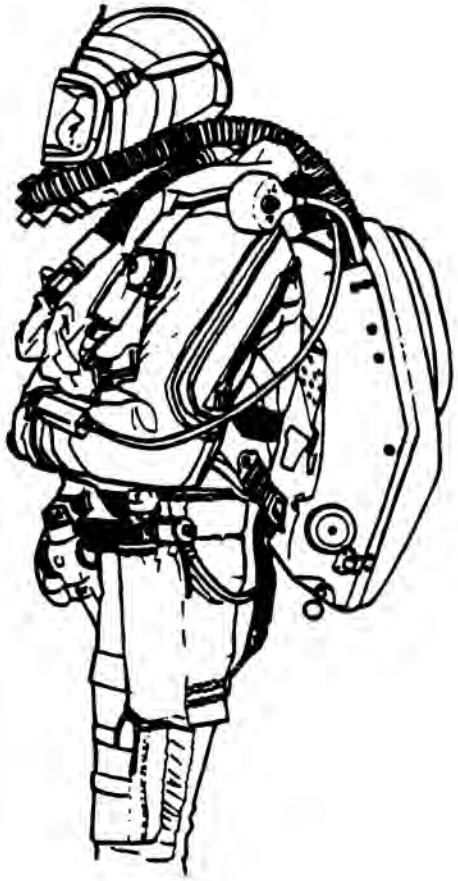
Innhold
Kurset tar først og fremst utgangspunkt i Oljedirektoratets "Veiledning for vurdering av pusteutstyr til bruk ved bemannede undervannsoperasjoner i petroleums-virksomheten" (antatt ferdig trykket før 01.01.91). Det tas sikte på at representant fra Oljedirektoratet medvirker som foreleser.

Kurset utnytter at Nutec har utstyr for testing av pusteutstyr ved at demonstrasjoner legges inn i undevisningen.

- historikk, forskjellige standarder og kriterier
- lungemekanikk, gassutveksling, arbeidsfysiologi
- gassfysikk: strømning, gasstetthet, viskositet
- pustearbeid
- måleenheter (særlig om trykk)
- måleteknikk (kalibrering, dynamisk respons, trykk, posisjon...)
- pustesimulator: utforming og prinsipp
- forskjellige typer pusteutstyr; eksempler på resultater
- testprosedyrer
- demonstrasjon

Kurset avholdes etter nærmere avtale med kundene. Første kurs vil bli 08.-08.04.91. Maksimum antall elever er 16, minimum 8.

For nærmere opplysning kontakt dykkeleder/instruktør Rolf Røssland eller undervisningsleder Kurt Hanssen på tlf.: 05-341600/ 341724 eller telefax: 05-340580.



7. Kurs i testing av pusteutstyr

Kursmålsetting
Gi praktisk erfaring i ubemannet testing av pusteutstyr.

Målgruppe
Personell med spesielt behov for å kjenne til testing av pusteutstyr (innen dykkeselskap, oljeselskap, offentlige myndigheter, utstyrsleverandører, -produsenter).

Varighet
1 dag

Innhold
Kurset forutsetter kunnskaper tilsvarende "Kurs om vurdering av pusteutstyr".

Nutec's utstyr for testing av pusteutstyr vil bli benyttet i undervisningen. Oppriggig for testing vil bli gjennomført og eleven vil selv få foreta innsamling av data.

- mobilisering av pustesimulator og pusteutstyr
- kalibrering
- testprosedyrer
- opptak av resultater
- sammenstilling av data
- diskusjon

Kurset avholdes etter nærmere avtale med kundene. Maksimum antall elever er 8, minimum 4. For nærmere opplysning kontakt dykkeleder/instruktør Rolf Røssland eller undervisningsleder Kurt Hanssen på tlf.: 05-341600/ 341724 eller telefax: 05-340580.

INFORMASJON OM NUTEC'S TJENESTER

Nutec er et kompetanse-, service- og beredskapssenter for våre kunder.

Vi yter behovsrettet spisskompetanse innen:

- dykking
- undervannsteknologi
- personsikkerhet

og omsetter denne til lønnsom sikkerhet for våre kunder. Vårt viktigste konkurransemiddel er kvalitet.

Våre hovedforretningsområder er:

- problemløsning, beredskap og forskning innen teknologi, helse og miljø relatert til dykking
- teknologiutvikling og planlegging/gjennomførubg av tester, intervensjon og utstyrsservice innen undervannsteknologi
- sikkerhets- og beredskapsopplæring

Norsk Undervannsteknologisk Senter a.s
Postboks 6 - Gravdalsveien 255
5034 Ytre Laksevåg
Telefon: (05) 34 16 00
Telefax: (05) 34 47 20
Telex: 42892 nutec n