



ISSN 1400-5751

Rapport RO 2002:01

Olyckstillbud vid sportdykning i farleden utanför Dalarö, AB län, den 23 februari 1997

Dnr O-03/97

SHK undersöker olyckor och tillbud från säkerhetssynpunkt. Syftet med undersökningarna är att liknande händelser skall undvikas i framtiden. SHK:s undersökningar syftar däremot inte till att fördela skuld eller ansvar.

Det står var och en fritt att, med angivande av källan, för publicering eller annat ändamål använda allt material i denna rapport.

Rapporten finns även på vår webbplats: www.havkom.se

Statens haverikommission (SHK) Board of Accident Investigation

Postadress/Postal address

P.O. Box 12538
SE-102 29 Stockholm Sweden

Besöksadress/Visitors

Wennerbergsgatan 10
Stockholm

Telefon/Phone

Nat 08-441 38 20
Int +46 8 441 38 20

Fax/Facsimile

Nat 08 441 38 21
Int +46 8 441 38 21

E-mail Internet

info@havkom.se
www.havkom.se



2002-01-18

Ärendebeteckning
O-03/97

Arbetsmiljöverket
Statens räddningsverk
Sjösäkerhetsrådet

Rapport RO 2002:01

Statens haverikommission (SHK) har undersökt ett olyckstillbud vid sportdykning som inträffade den 23 februari 1997 i farleden utanför Dalarö, AB län.

SHK överlämnar härmed enligt 14 § förordningen (1990:717) om undersökning av olyckor en rapport över undersökningen.

Olle Lundström

Jan Mansfeld

Per Lindemalm

Innehåll

Introduktion 4

1 FAKTAREDOVISNING 4

1.1 Redogörelse för händelseförloppet 4

1.1.1 Dykningen 4

1.1.2 Personskador 6

1.1.3 Dykarnas erfarenhet 6

1.1.4 Dykarnas andningsutrustning 6

1.1.5 Planering inför dykningen 6

2 ANALYS 7

3 UTLÅTANDE 8

3.1 Undersökningsresultat 8

3.2 Orsaker till tillbudet 8

4. REKOMMENDATIONER 8

BILAGA 9

Om dykning och dykeriteknik

Introduktion

Statens haverikommission (SHK) underrättades genom skrivelse från Polismyndigheten i Stockholms län den 23 april 1997 om att ett olyckstillbud vid sportdykning inträffat i farleden utanför Dalarö, AB län, den 23 februari samma år.

Tillbudet har undersökts av SHK som företrätts av Olle Lundström, ordförande, Jan Mansfeld, utredningschef för brand- och räddningstjänst och Per Lindemalm som sjöteknisk utredningschef.

SHK har biträtts av Stig Lundin som dykeriteknisk expert, Hans Kalla som dykerioperativ expert, Hans Grönkvist som dykerimedicinsk expert, Kjell Willix som expert på räddningsdykning, Lubos Novak som expert på andningsgaser och Kristina Pollack som psykologisk expert.

Undersökningen har följts av Arbetsmiljöverket genom Janez Marinko.

1 FAKTAREDOVISNING

1.1 Redogörelse för händelseförloppet

1.1.1 Dykningen

I farleden utanför Dalarö ligger fartygsvraket "Ingrid Horn", som blivit ett populärt mål för sportdykare. Vraket ligger på sluttande havsbotten på ett djup midskepps av ca 35 meter. För att underlätta dykningar var en lina fastsatt i vrakets akter och med en boj i vattenytan. Meningen var att en dykare skulle följa linan vid såväl ned- som uppstigning. Detta var från säkerhetssynpunkt viktigt med tanke på sjötrafiken i farleden.

Söndagen den 23 februari 1997 hade två sportdykare, A och B, beslutat sig för att göra en dykning ner till vraket. De använde sig av andningsutrustning med komprimerad luft. Dykare B hade dessutom en reservbehållare, en "pony-bottle", innehållande en gasblandning med sammansättningen 36 % oxygen (syre) och 64 % nitrogen (kväve), s.k. nitroxblandning.

A hade tillgång till en båt som användes som dykplattform. Förutom A och B deltog ytterligare några sportdykare. Dessa, som inte skulle dyka lika djupt som A och B planerat, dök först. Under deras dykning fungerade A och B som dykarledare och skulle ingripa om något inträffade.

När A och B senare dök gällde att de övriga höll kontroll på dyktiden och skulle kalla på hjälp om något skulle inträffa. I övrigt ansvarade A och B själva för sin egen säkerhet.

Dykningen var planerad på följande sätt: A, som var mest förtrogen med vraket, skulle först ta sig in i det första utrymmet medan B väntade utanför. När A hade konstaterat att det inte fanns någon risk skulle han ge klartecken till B att följa efter. Sedan skulle de fortsätta på samma sätt in i nästa utrymme. Med detta tillvägagångssätt avsåg de att söka sig igenom den del av fartygets midskepp, där bl.a. kaptenshytten och salongen fanns.

När de kommit ner till och in i vraket noterade de att det förekom mycket sediment, som lätt slammade upp. A simmade in i kaptenshytten, där han visste att kaptensens revolver fanns uppsatt på väggen. När han kom fram till revolvren vände han sig om mot B, som befann sig vid dörröppningen, och pekade på vapnet för att uppmärksamma B på detta. B, som inte kunde se revolvren från sin plats, missuppfattade tecknet och trodde att A pekade mot utgången. Han simmade därför iväg i den anvisade riktningen.

Beträffande sina fortsatta respektive förehavande har A och B berättat följande.

A: När han pekade mot revolvern fick han se en detalj på den som han inte tidigare hade observerat. Han granskade därför vapnet närmare och när han sedan tittade mot dörröppningen var B inte där. Han lämnade då hytten och fann att B inte heller väntade utanför hytten, vilket han hade förväntat sig. När man dyker tillsammans brukar man hålla ihop och vänta på varandra. Han började söka efter B. Mycket sediment hade rörts upp och sikten var dålig. Först sökte han igenom korridoren utanför kaptenshytten och sedan det stora öppna utrymmet "salongen", men B var försvunnen. Han visste att det fanns utgångar på både babords- och styrbordssidan och var de fanns. Han kunde därför ta sig ut genom närmaste utgången. Han simmade därefter runt fartyget och tittade in genom ventilerna till de utrymmen, där de varit. Han kunde inte upptäcka B någonstans.

Han upplevde situationen som obehaglig. Den oro han kände för B påverkade hans andning, så att luftförbrukningen ökade. Det medförde att han började få slut på luften och han insåg att han måste upp till ytan och byta till fyllda tuber, innan han kunde fortsätta sökandet. Han simmade till linan i fartygets akter och steg upp till ytan. Där fick han syn på B, som befann sig ungefär 50–60 m från bojen.

B: Det var på grund av det uppslammande sedimentet som han tolkade A:s tecken som en anvisning mot en lämplig utgång för att lämna vraket. Han simmade i den riktning som A pekade och hamnade då i ett hörn. Det blev tvärstopp. När han vände sig om kunde han inte se någonting. Han lyckades dock ta sig tillbaka till kaptenshytten och tittade in där men kunde inte se att A var där. Eftersom han tidigare dykt på detta vrak, visste han att det skulle finnas en andra öppning att ta sig ut genom än den där de tagit sig in. Han var dock osäker om var den fanns. Han tänkte att den nog ändå fanns åt det håll som A pekade och simmade därför tillbaka samma väg en gång till. Han fann dock ingen utgång och sikten var alltjämt obefintlig. Vart han än lyste var det bara gult. Han trevade sig fram längs ena väggen och plötsligt fastnade han i någonting som låg på golvet. Han visste inte var han befann sig. Han fick dock syn på en ventil och förstod att han var vid en yttervägg. Han började nu bli rädd. Samtidigt som han försökte ta sig loss tyckte han att han inte fick tillräckligt med luft. Det kändes som om andningsregulatorn kärvade på något sätt. Eftersom luftförbrukningen hade blivit ovanligt stor genom den stress han kände tolkade han det hela som att luften höll på att ta slut. Han bytte därför till andningsventilen som var ansluten till hans reservbehållare – "pony-bottle" – som dock endast kunde ge honom luft under en mycket kort tid. Han kunde inte säga hur lång tid det tog för honom att komma loss. När han kommit fri insåg han att han måste metodiskt leta sig ut. Sikten var alltjämt obefintlig och han bestämde sig för att dra sig fram längs väggarna. Det medförde att han vid några tillfällen måste ta sig in i utrymmen som var mycket små, t.ex. garderober. Han fastnade dessutom några gånger till. Han fick efter något tag syn på en ljusstrimma, men det var bara en spricka i skrovet, där det inte gick att ta sig ut. Plötsligt blev sikten klar och han fick se öppningen som de kommit in genom. Han tog sig snabbt ut och började simma mot ytan. I det läget tog luften slut. Han hade på en dykkurs lärt sig att den luft som kan finnas kvar i slangen expanderar under uppstigning. Genom att suga i sig av den fick han några "klunkar luft". Han fick kväljningar, men lyckades hålla dem tillbaka. Han ansåg att den luft, som varit kvar i slangen, hade varit av stor vikt för honom, även om syretillskottet varit obetydligt. När han kom upp till ytan kände han att han höll på att sjunka. Han frigjorde sig snabbt från vikt bältet och lät det sjunka till botten. Han var nu helt slut. Han mindes inte säkert men visste att en av kamraterna hoppade i vattnet och hjälpte honom till båten.

De som satt i båten såg när B kom upp till ytan. Eftersom han inte kom upp vid linbojen och de kunde se att han var mycket uttröttad anade de att något inträffat. En av dem hoppade i vattnet och simmade bort till honom och hjälpte honom till båten. De befarade att han kunde ha drabbats av dykarsjuka och larmade därför SOS och beskrev situationen. De förde honom sedan med båten till Dalarö Skans, varifrån han hämtades med helikopter till Karolinska sjukhuset.

1.1.2 Personskador

Dykare B lades in för observation under ett dygn. Efter läkarundersökning framkom att han inte hade ådragit sig några påvisbara neurologiska skador. Det blev aldrig aktuellt att använda tryckkammare.

1.1.3 Dykarnas erfarenhet

Dykare A hade stor erfarenhet och hade utfört mer än 900 bokförda dyk som sportdykare. Han hade dessutom A-certifikat efter att ha genomgått Marinens kompletterings-/kontrollutbildning och godkänts som yrkesdykare för lättdykning med luft till max 40 meter.

Dykare B hade sportdykarlicens men hade vid tillfället gjort ett uppehåll med dykandet under en tid. Den aktuella dykningen gjorde han för att återuppta verksamheten.

1.1.4 Dykarnas andningsutrustning

Vid dyket hade vanliga gasbehållare använts, märkta "luft" och "arb. tryck 30,0 MPa (300 bar)". På dykare B:s reservbehållare var dessutom påklisterad en bit maskeringstape med texten "Fylld till 330 bar". Den var dessutom försedd med en etikett med texten "OXYGEN 36% NITROGEN 64%"

Flaskventilen på reservbehållaren var utformad i enlighet med Svensk Standard SS 2600 Gasflaskor – Ventiler för andningsluft – Ventilutlopp K samt apparatanslutning K och fyllningsanslutning K för max. fyllningstryck 30,0 MPa (300 bar).

Enligt Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter (AFS 1993:57) skall vid dykning med nitrox armatur, rörledningar och övrig materiel som kommer i kontakt med gasblandningen uppfylla samma fordringar som för 100% oxygen. Detta krav gäller sålunda så snart halten av oxygen överstiger 21%. Reservbehållaren var således inte i enlighet med föreskrifterna.

1.1.5 Planering inför dykningen

Dykarna hade planerat att hålla ihop och ha visuell kontakt under hela dykningen.

Man hade inte parlina. Man hade inte tillgång till ritning över vraket och hade i varje fall inte tillsammans studerat ritning över de olika utrymmena ombord. Dykare A hade god lokalkännedom, medan B hade mindre kunskap om hur de olika rummen låg i förhållande till varandra och var utgångar fanns.

2 ANALYS

Fartyget "Ingrid Horn" förliste för mer än 100 år sedan. Det är ett gammalt vrak och är enligt lagen (1988:950) om kulturminnen m.m. att anse som en fast fornlämning. Det innebär att ingenting får bärgas eller tas bort från vraket utan vederbörligt tillstånd av länsstyrelsen.

Det är idag populärt bland sportdykare att dyka ner till "Ingrid Horn". En av dykarna uttryckte följande: "Det är som att gå på museum. Allting är i samma skick och på samma plats som när fartyget blev vrak". Fartyget, som ligger på 30–45 meters djup, var tidigare oåtkomligt för sportdykare i allmänhet, men genom förbättrad utrustning och teknik kan numera många dykare nå ner till detta djup.

Att dyka på ett vrak är alltid förenat med vissa risker. Det kan finnas nedhängande linor och nedrasad inredning eller konstruktionsdelar. Vidare lagras på alla horisontella ytor sediment som virvlar upp av dykarnas rörelser, varvid sikten snabbt försämras.

När man dyker på och avser att ta sig in i ett vrak är man vanligtvis minst två dykare. Utöver att dykarna gör klart för sig vilken total dyktid som står till buds är det en viktig förberedelse bland flera att bli ense om hur teckenkommunikationen skall vara. Kommunikation under vattenytan genom tecken ingår som ett utbildningsmoment hos de stora dykorganisationerna. Eftersom det emellertid inte finns någon internationell standard beträffande teckenkommunikation kan det därför skilja mellan var man utbildats och vilken dykutbildning man där genomgått.

Vid den nu aktuella dykningen fanns en ytorganisation med båt, dykare och kommunikationsutrustning. De båda dykarna hade erforderlig utrustning. Dock var flaskventilen till dykare B:s reservflaska inte anpassad till andningsgasen Nitrox, som flaskan innehöll.

Dykarna hade ingen parlina/mellanlina/buddy-lina, ej heller någon sök-lina att nyttja vid inträngning i vraket.

Dykningen ner till vraket gick utan problem och dykarna tog sig in i vraket enligt uppgjord plan. När dykare A inne i kaptenshytten pekade på revolvern, som hände på väggen men som dykare B inte kunde se från sin position vid dörren, uppfattade dykare B gesten som en anmodan att simma iväg i den riktning som dykare A pekade åt. Därmed började problemen för dykare B.

Han kom helt vilse och kunde inte orientera sig på grund av uppslammande sediment. Han fastnade i olika föremål några gånger. Ansträngningarna att ta sig ur vraket i kombination med tilltagande rädsla medförde att han förbrukade mer luft än normalt och han kände sig nödsakad att till slut använda reservbehållaren. När han slutligen kom ut och började uppstigningen var den behållaren tömd. Han hade dock sinnesnärvaro nog att kunna tillgodogöra sig den lilla mängd andningsgas som fanns kvar i slang- en och som expanderade allteftersom uppstigningen fortgick. Uppe vid ytan lyckades han trots sitt utmattade tillstånd att frigöra sig från viktbältet.

Att dykare B missförstod gesten från dykare A kan tyda på att dykarna inte, eller i vart fall inte i tillräcklig grad, hade gjort upp om hur teckenkommunikationen skulle gå till. När dykare B sedan började söka ta sig tillbaka varifrån han kommit hamnade han i de klassiska risksituationerna vid vrakdykning. Trots den mycket farliga situationen som uppstod förmådde han dock att tänka klart. Enligt SHK:s uppfattning var det endast turliga omständigheter och hans sinnesnärvaro som räddade honom till livet. Hade han bara fastnat en gång till inne i vraket hade utgången med största sannolikhet blivit en helt annan.

Händelsen visar enligt SHK:s mening vikten av att använda en parlina mellan dykarna vid denna typ av dykning. Med en sådan lina hade tillbudet kunnat undvikas.

3 UTLÅTANDE

3.1 Undersökningsresultat

- a) Dykarna hade erforderlig dykarutbildning.
- b) Dykutrustningen var tillfyllest.
- c) En reservbehållare med Nitrox hade felaktig behållare och andningsutrustning, men fungerade.
- d) Dykare B missförstod en gest från dykare A.
- e) Dykarna kom ifrån varandra.
- f) Dykare B hamnade i uppvirvlande sediment.
- g) Dykare B fastnade i olika föremål några gånger.
- h) Gasen tog slut för dykare B.
- i) Ytorganisationen med båt, dykare och kommunikationsutrustning fungerade.

3.2 Orsaker till tillbudet

Tillbudet orsakades av att dykare B missförstod dykare A, varvid dykarna kom ifrån varandra. Bidragande var att dykare B hamnade i obefintlig sikt samt fastnade några gånger.

4. REKOMMENDATIONER

Inga.

OM DYKNING OCH DYKERITEKNIK

Ärende O-03/97
Statens haverikommission

Introduktion

SHK har vid denna undersökning funnit anledning att närmare granska sportdykningen, främst ur säkerhets- och risksynpunkt. Sportens utbredning och utveckling har gått förhållandevis snabbt, bl.a. vad gäller användandet av annan andningsgas än luft. Detta ställer stora krav på kunskaper om olika material och komponenter i dykutrustningen och om de risker som kan vara förknippade med ovarsam hantering eller rena misstag. Företrädare för dykningsverksamhet har mot bakgrund av de olyckor som inträffat till SHK uttryckt oro för att olyckstalet skall öka.

SHK:s granskning redovisas i denna bilaga till rapporten. Utom i vissa delar är redovisningen översiktlig. Avsikten är endast att peka på olika situationer och fenomen som kan medföra att säkerheten såväl vid hanteringen av materielen som vid själva dykningen sätts i fara.

Redovisningen baseras huvudsakligen på det material som SHK:s experter tillfört utredningen. För en kunskapsfördjupning finns det ett digert material att ta del av. En del finns förvarat hos SHK.

Bilagans innehåll

- 1 Inledning 11**
- 2 Definitioner, termer och teknik 11**
 - 2.1 Definitioner 11
 - 2.2 Dykteknik 14
 - 2.3 Medicinska aspekter 15
 - 2.4 Luftkvalitet 16
 - 2.5 Kontroll av demandregulatorer 17
- 3 Sportdykningens utveckling 17**
- 4 Dykarutbildning 18**
 - 4.1 Medicinsk lämplighet att dyka 18
 - 4.2 Sportdykarutbildning 18
 - 4.3 Marinens dykarutbildning 20
 - 4.4 Kommentarer om utbildning av dykare 21
- 5 Dykarutrustning 22**
 - 5.1 Allmänt 22
 - 5.2 Dykarburen utrustning 22
 - 5.3 Övrig utrustning 27
 - 5.4 Signalflagga ADAM 27
- 6 Föreskrifter 28**
- 7 Räddningstjänst i samband med dykning 30**
- 8 Risker vid hantering och modifiering av utrustning för dykning med blandgaser 31**

1. Inledning

Oavsett om en dykare är professionell eller är sportdykare, så är miljön densamma. Däremot är variationerna stora dels i jämförelse mellan Sverige och utlandet (exempelvis Medelhavet, Röda Havet, Maldiverna, Västindien, Stora Barriärrevet osv.), dels inom Sverige avseende insjöar, åar/älvar och hav med stora variationer på sikt, strömmar, salthalt och fauna.

Av olika faktorer finns det särskilt två som bör omnämnas, vilka är speciella för våra nordiska vatten. Dessa faktorer är kyla och sikt. Vattentemperaturen i våra omgivande vatten är låg och skall alltid, även sommartid, betraktas som vinterförhållanden framför allt på djup större än ca 20 m. Alger och begränsade strömförhållanden framför i allt Östersjön medför att sikten vanligtvis är avsevärt begränsad.

Det som främst skiljer förutsättningarna för yrkesdykare och sportdykare är att de senare själva kan välja tid och plats och med detta följer också oftast att siktförhållanden m.m. är gynnsammare.

Under de senaste 10 åren har intresset för sportdykning ökat markant. Detta beror sannolikt på dels att människor kommer i kontakt med denna verksamhet i samband med det idag utökade utlandsresandet, dels att vi i Sverige, framför allt med avseende på Östersjön, har tillgång/möjligheter till att dyka på och leta efter vrak. Gamla tiders sportdykare höll sig normalt till luftdykning med maxdjup 30-40 m. Tekniken och utrustningarna har nu öppnat möjligheter till att som amatör gå betydligt djupare och få längre dyktider, vilket innebär att tidigare ouppnåeliga vrak nu är möjliga att komma ner till och undersöka.

Varje år inträffar tyvärr ett antal allvarliga olyckor vid apparatdykning. Från både yrkesdykare och engagerade sportdykare har man varnat för att olyckstalet kommer att stiga. Skälet till denna oro är den ökande användningen av blandgaser eftersom dessa kräver större och djupare kunskaper inom fysik, kemi, mekanik och medicin än vad som behövs i fråga om vanlig luft. Den dykare som använder blandgas utan att ha tillräckliga kunskaper om dess olika effekter löper, som tidigare nämnts, ökad risk för att drabbas av t.ex. tryckfallssjuka, koldioxidackumulering, kväveberusning, oxygenförgiftning eller oxygenbrist ("shallow water blackout").

2. Definitioner, termer och teknik

2.1 Definitioner

Följande definitioner har hämtats ur dåvarande Arbetarskyddsstyrelsens¹ föreskrifter för yrkesmässigt dykeriarbete (AFS 1993:57).

Dekompression: Tryckminskning genom uppstigning i vattnet eller trycksänkning i en tryckkammare med övertryck.

Dykarledare: Person som utsetts att leda och övervaka dykning eller verksamhet i tryckkammare.

Dykarškötare: Person som utsetts att sköta livlina eller navelsträng till dykare i vattnet.

Dykdjup: Det största djup någon del av dykaren eller dykarklockan befunnit sig på vid aktuell dykning.

¹ Arbetarskyddsstyrelsen (ASS) fr.o.m. 2001-01-01 Arbetsmiljöverket (AV).

Etappdjup: De djup på vilka uppehåll görs i samband med etappuppstigning.

Expositionstid: Tiden mellan dykningens (kompressionens) början och uppstigningens (dekompressionens) början.

Kompression: Tryckökning som dykare utsätts för vid dykning i vatten eller vid tryckförhöjning i tryckkammare.

Livlina/signallina: Förbindelse mellan ytan och dykare.

Navelsträng: Förbindelselänk mellan ytan och dykare innehållande livlina, gasförsörjning och normalt kommunikationsutrustning samt eventuellt el och varmvatten.

Rekompression: Förnyad kompression av dykare i tryckkammare eller undantagsvis i vattnet efter symptom på tryckfallssjuka eller lungbristning.

Reservdykare: Dykare som hålls i beredskap för att omedelbart kunna assistera en nödställd dykare.

Revisionskontroll: Egenkontroll som skall utföras av särskild anledning, t.ex. därför att en anordning skadats eller ändrats. Kontrollen kan omfatta kontroll av tillverkningsunderlag, granskning av tillverkningshandlingar, in- och utvändigt undersökning, tryckkontroll och installationskontroll. (Från AFS 1999:6 Tryckkärl).

Tryckfallssjuka: Symptom som bl.a. beror på gas i blod och vävnader orsakad av för snabb dekompression.

Tryckkammare: Kammare avsedd att användas med övertryck i samband med simulerade dykningar, ytdekompression, rekompressionsbehandling m.m.

Utöver ovanstående AFS-definitioner kan följande nämnas:

Apparatdykning: Dykaren andas under vattnet med hjälp av andningsapparat.

Blandgas: Gasblandning annan än luft:

- *Nitrox:* Blandning av nitrogen och oxygen där oxygenhalten är högre (mer än 21%) än i luft (även kallad oxygenberikad luft/EAN – Enriched Air Nitrox/Safe Air).
- *Heliox:* Blandning av helium och oxygen. All nitrogen och delar av oxygenet i luft har ersatts med helium.
- *Trimix:* Blandning av luft och helium. Halterna av oxygen och nitrogen är lägre än i luft och har ersatts med helium. *Se bild i avsnitt 5.2, sid 23.*

Direktuppstigning: Expositionstiden avpassad så att dykaren med föreskriven hastighet kan gå direkt till ytan.

Dyk: Vardaglig benämning för en dykning. Används även vid olika förkortningar och böjningsformer avseende dykeriverksamhet.

Dykledare: Vardaglig benämning på dykarledare.

Dykteknik: Avser här olika former av dykgasnyttjande.

Etappuppstigning: Expositionstiden har varit så lång på aktuellt djup att dykaren riskerar att få tryckfallssjuka om han går direkt till ytan. Han måste därför göra pauser (etapper) i uppstigningen enligt dyktabell.

Fridykning eller andhållningsdykning: Dykaren håller andan under dyket. Kräver ingen utrustning. Innefattas ej i denna beskrivning.

Fri uppstigning (FU): Räddningsmetod för dykare och ubåtspersonal. Utbildningskrav för militära dykare, ubåtspersonal och i Sverige utbildade yrkesdykare.

Luft: Vanlig torr luft består i volymprocent av ca 21 % oxygen (syre) och ca 78 % nitrogen (kväve) samt andra gaser ca 1 %. Dessa utgörs av bl.a. av ädelgaser och en ringa halt koldioxid (0,0314 volymprocent), se svensk standard SS-EN 12021.

Nedstigningslina: Lina som går mellan ytan och botten/arbetsobjektet. Används av dykaren för att kontrollerat förflytta sig ner/upp mot botten/ytan.

Parlina (även buddy-lina): Säkerhetslina mellan dykare vid pardykning i vilken linsignaler och/eller arbetssignaler utväxlas.

Sportdykare används i löpande text som benämning för sportdykare/ fritidsdykare/rekreationsdykare.

Sportdykarorganisationer: De större sportdykarorganisationerna i Sverige är:

- SSDF. Svenska Sportdykarförbundet, tillhörande Riksidrottsförbundet, som utbildar enligt det europeiska systemet CMAS (Confederation Mondiale des Activitets Subaquatiques);
- PADI. USA-orienterad organisation, (Professional Association of Diving Instructors). De organisationer som är anslutna till Sveriges Dykskolors Riksförbund (SDR) använder PADI-systemet.
- NAUI. USA-orienterad organisation, (National Association of Underwater Instructors).
- IANTD. USA-orienterad organisation för teknisk dykning (International Association of Nitrox and Technical Divers).
- ANDI. USA-orienterad organisation för nitroxdykare (American Nitrox Divers International, Ltd)

Teknisk dykning: Någon allmänt accepterad definition av teknisk dykning finns inte. Ibland avser man typen av dykning, exempelvis grottdykning, vrakdykning eller isdykning eller att man har mer komplicerad utrustning än vad som är vanligt. Det finns också definitioner som utgår ifrån att man utsträcker expositionstiden eller ökar djupet i förhållande till traditionell sportdykning. Inom den internationella dykerimedicinen är den vanligaste definitionen en dykning under vilken man andas mer än en gasblandning.

Total dyktid: Utgörs av expositionstid och uppstigningstid.

Upprepad dykning: Dykning som företas mellan 10 min och 12 tim efter föregående dyknings slut.

Uppstigningstid: Den tid som enligt tabell åtgår för att förflytta sig från botten till ytan.

Ytintervall: Vistelse under atmosfärstryck mellan två dykningar. Som ytintervall räknas tid från 10 min till 12 tim. Ytintervall förekommer även i samband med ytdekompression. Därvid avses den tid som förflyter från det att dykaren kommer upp ur vattnet till dess att han befinner sig i tryckkammaren, klar för nedstigning till föreskrivet etappdjup.

Återkommande kontroll: Kontroll av typ-kontrollerad gasflaska som skall utföras efter viss bestämd tid för att utröna om flaskan fortfarande fyller ställda krav.

2.2 Dykteknik

En andningsapparat, internationellt benämnd SCUBA (Self-Contained Underwater Breathing Apparatus), innehåller andningsgas under högt tryck, vanligtvis 20,0–30,0 MPa (200–300 bar).

Andningen sker antingen i :

- *öppet system*, där utandningsgasen släpps ut i vattnet, eller
- *slutet respektive halvslutet system* ("rebreather"). All utandningsgas eller delar därav cirkulerar åter till dykaren efter det att CO₂ (koldioxid) tagits upp av en absorber (en kemikalie, t.ex. kalciumhydroxid, som reagerar med koldioxiden och bildar en kemisk förening i fast form).

Följande andningstekniker uppställda från djupsynpunkt kan nämnas:

- *Dykning med oxygen på slutet system*: Används framför allt av militära dykare (attackdykare). Maxdjup i Sverige är 8 m. Genom att denna utrustning ej avger några bubblor används denna teknik för att dolt kunna förflytta sig under vattnet.
- *Dykning med luft på öppet system*: Merparten av alla sportdykare använder denna teknik. Den är beprövad och rätt genomförd är den säker. Dock krävs god utbildning, god planering, gott omdöme, erfarenhet och väl underhållen utrustning. Max djup är 30/40 m, men moderna utrustningar medger idag 50 m.
- *Djup luftdykning*: Dykning med luft på öppet system, djupare än 50 m, är direkt livsfarlig men inte helt ovanlig. Detta framgår av olycksfallsstatistiken från sjukhus med kapacitet att behandla dykeriolycksfall. För yrkesdykare gäller maxdjup 50 m med luft. Vid djupare dykning skall blandgas utnyttjas.
- *Dykning med nitrox på öppet system*: En teknik som blir vanligare. Syftet är att antingen kunna stanna nere längre – få längre expositionstid – eller dyka säkrare. Ofta marknadsförs felaktigt båda argumenten samtidigt. För att uppnå största säkerhet bör max 30 m ej överskridas. Risk för giftverkan av oxygen, bl.a. s.k. oxygenkramp, vilken ter sig som ett epileptiskt anfall med åtföljande medvetslöshet, föreligger om man dyker för djupt i förhållande till oxygenhalten i andningsgasen. Oxygenkramp torde leda till att dykaren drunknar.
- *Dykning med nitrox på halvslutet system*: Dykapparater för detta har börjat marknadsföras i Sverige, men viss privatimport har förekommit och förekommer. Utöver fördelarna med nitrox, längre expositionstid eller säkrare dyk, erhålles ett tystare dyk med mindre bubblor i vattnet och på mindre djup längre aktionstid, eftersom gasen räcker längre. Tekniken kräver ett fungerande system för CO₂-absorption och O₂-kontroll. För att uppnå största säkerhet bör max 30 m ej överskridas (militär dykning i Sverige görs till 57 m).

På marknaden i dag befintliga apparater doserar gasblandningen med ett fixt flöde. Detta konstanta flöde tillför en given mängd oxygen per tidsenhet, men också nitrogen. När gasvolymen i andningskretsen ökar, släpps överskottet av gasblandningen ut. Nitrogen konsumeras ej, vilket medför att halten nitrogen i andningskretsen ökar. Detta medför i sin tur att man har svårt att beräkna mängden nitrogen som lösts i kroppen under dyket. Vid hårt arbete där dykaren förbrukar mer oxygen än apparaten tillför

kommer oxygenhalten i andningskretsen att minska. Dykaren kan konsumera så mycket oxygen att han/hon blir medvetslös och drunknar när han/hon kommer upp på grundare djup, s.k. shallow water blackout.

På marknaden aktuella apparater är alltså ej färdigutvecklade och kan för vissa dyksituationer betecknas som farliga.

- *Dykning med blandgas på slutet system:* En dykapparat som själv blandar gas i lämpliga proportioner i förhållande till djupet. Tekniken måste ha högsta tillförlitliga funktion eftersom felblandning med stor sannolikhet leder till döden. Detta kräver elektromekanik i en extremt krävande miljö och följaktligen stora risker. Metoden är ännu ej vanlig i Sverige men det finns risk för att de apparater som kommer att marknadsföras kan visa sig inte vara tillräckligt tillförlitliga av kostnadsskäl. Dessutom kommer de att kräva en avancerad service. Max dykdjup är mer än 100 m.
- *Dykning med övrig blandgas på öppet system:* En dykteknik som vinner utövare i Sverige. Dykaren har med sig flera olika öppna andnings-system, vart och ett med en gasblandning avsedd för ett visst skede av dyket. Förväxling av system leder med stor sannolikhet till döden. Vid haveri kan man normalt ej gå direkt till ytan på grund av expositionstid och djup. Dykdjup mer än 100 m. Denna dykteknik kräver mycket stort kunnande, är dyrbar, kräver omfattande planering och stor ytorganisation.

2.3 Medicinska aspekter

Tryckutjämnning: Kroppen innehåller ett antal luftförande hålrum med fast vägg (fix volym) som vid tryckförändringar måste tryckutjämnas enligt Boyles lag. Detta skapar vid dykning avsevärda problem, inte minst i öronen, både vid nedstigning och uppstigning. Dock leder dessa problem sällan till dykarolycksfall med allvarlig utgång även om de emellanåt skapar allvarliga incidenter.

Lungbristning: I samband med uppstigningar, framförallt snabba sådana, kan lungbristning uppstå. Detta är en livsfarlig variant av tryckutjämningsproblem där man i 65 % av fallen får symptom från CNS (centrala nervsystemet = hjärna och ryggmärg) och som riskerar att medföra bestående invaliditet eller död. I 25 % av fallen ingår medvetslöshet som tidigt symptom vilket medför överhängande risk för drunkning.

Snabba uppstigningar motiveras ofta av apparathaveri, vanligen i vårt klimat beroende på att bl.a. andningsapparaten fryser.

S.k. tryckfallssjuka: När man andas gas under ökat tryck kommer gas att lösa sig i kroppens vätskor och vävnader enligt Henrys lag. Med luft som andningsgas uppstår här problem med nitrogen. Ju större djup och ju längre expositionstid, desto mer nitrogen löser sig. När en dykare går mot ytan uppstår övermättnad med nitrogen i vissa vävnader med åtföljande risk för bubbelbildning, s.k. tryckfallssjuka. Symptom på tryckfallssjuka beror på var bubblorna sitter. Man skall dock alltid utgå ifrån att CNS är engagerat då tryckfallssjuka här kan leda till bestående men och någon gång död.

Rekompressionsbehandling: Både lungbristning och tryckfallssjuka behandlas med rekompression i rekompressionskammare. Detta görs för att komprimera bubblorna men också för att med oxygen behandla den skada som bubblorna orsakat, s.k. HBO (hyperbar oxygenbehandling).

Förgiftning: Risken för förgiftning är överhängande, framförallt vid djupa dykningar eller oren gas.

- *Oxygen:* Oxygen är livsviktig. Gasen är dock också under vissa förhållanden giftig. Detta får i dyksammanhang betydelse vid djupa dykningar och vid dykning med hög oxygenhalt i andningsgasen. Det finns risk dels för akut förgiftning, s.k. oxygenkramp (se nitrox på öppet system ovan), dels för lungskador.

En speciell form av oxygenbrist uppstår genom att oxygenfraktionen inte påverkas av det totala trycket, dvs. dykdjupet, men det gör oxygenpartialtrycket. En oxygenfraktion om 7 % ger vid ytan ett oxygenpartialtryck på 7 kPa vilket leder till medvetlöshet, vid ett djup på 10 m 14 kPa och vid ett djup på 20 m 21 kPa, alltså det oxygenpartialtryck man har vid luftandning på ytan. Vid ett djup på 20 m är alltså partialtrycket och därmed oxygentillförseln tillräcklig, men inte på ytan. Dykaren riskerar alltså bli medvetlös till följd av att oxygenpartialtrycket sjunker beroende på att totala trycket sjunker när han når ytan. Han har drabbats av "shallow water black out".

- *Nitrogen:* Som framgår ovan medför nitrogen risk för tryckfallssjuka vid luftandning. Gasen leder också till en berusningseffekt, mycket lik alkoholberusning, med dåligt omdöme och försämrat närminne som följd. Denna effekt är, med variation mellan individer, betydelsefull redan vid luftandning på omkring 30 m djup.
- *Koldioxid (CO₂):* Denna gas bildas i kroppen genom ämnesomsättningen och överskottet skall vädras ut. Vid dykning sker av flera orsaker en ansamling av CO₂ i kroppen. Detta ökar risken för förgiftningssymptom av oxygen och nitrogen. Om dykaren har en avsevärd ansamling av CO₂ är han också sämre ställd vid ett allvarligt dykeriolycksfall.

Vid användande av rebreather finns risk för livsfarlig CO₂-ackumulering om absorberna inte fungerar tillfredsställande eller om apparaten har ett högt andningsmotstånd.

- *Föroreningar:* Föroreningar i andningsgasen är mycket riskfyllt då eventuell giftverkan ökar med ökande tryck (djup). Koloxid (CO = kolmonoxid) är härvid särskilt farligt. CO kan blandas med andningsgasen från en dåligt underhållen kompressor eller ett felaktigt placerat luftintag. CO konkurrerar ut oxygen i blodets transportsystem varför risk för "inre" kvävning uppstår. CO är lukt-, färg- och smaklös och oxygenbristen kan därför debutera som medvetlöshet. CO-förorening är således en stor risk vid dykning.

Allehanda andra föroreningar kan förekomma med åtföljande varierande risk. Vatten är härvid av särskilt intresse då andningsapparaturen kan frysa eller få annan funktionsstörning om luften är fuktig.

2.4 Luftkvalitet

Som tidigare nämnts använder merparten av alla sportdykare vanlig luft som andningsgas. Denna dykteknik är beprövad och säker om den används och utförs på rätt sätt med väl underhållet material.

I en rapport (O1992:3) år 1992 efter undersökning av en dykolycka rekommenderade SHK Konsumentverket att överväga att införa ett system som ger köpare av luft garantier för att luften som säljs uppfyllde dåvarande Arbetarskyddsstyrelsens krav. Rekommendationen ledde till att Konsumentverket år 1995 startade en referensgrupp för dyksäkerhet. Man konstaterade att det inträffat olyckor orsakade av bl.a. frysning av andningsventiler, vilket fokuserade på behovet av att den luft som levererades hade

tillräckligt låg vattenhalt. Vidare måste luften vara fri från giftiga ämnen, främst oljeprodukter och de föroreningar som dessa kan ge upphov till.

Referensgruppen fick i uppgift att dels ge underlag till en informationsbroschyr om dykning och en om luft för dykning, dels föreslå lämplig kontroll av luft för försäljning till allmänheten för dykändamål.

På uppdrag av Konsumentverket togs under åren 1995 och 1996 prover på leveransluft hos nio slumpvis utvalda "luftpåfyllnadsstationer". Kontrollanterna kom oanmälda och tagna prover skickades till Spiromec AB i Linköping för analys. Kontrollerna gällde förekomsten av vatten, olja och koldioxid. Som krav på andningsluftens renhet användes Arbetarskyddsstyrelsens gränsvärden för arbetslivet. I endast ett fall visade analyserna för hög förekomst av olja. I övrigt låg värdena klart under ställda krav.

Konsumentverket avsåg att kontinuerligt bedriva denna kontroll men verksamheten fick avbrytas på grund av resursbrist.

2.5 Kontroll av demandregulatorer

I november 1999 genomförde dåvarande Arbetarskyddsstyrelsen och Konsumentverket tillsammans med företrädare för Marinen en kontroll av demandregulatorerna som fanns till försäljning hos sex slumpvis utvalda butiker. Syftet var i första hand att undersöka om regulatorerna var CE-märkta enligt gällande föreskrifter och om bruksanvisning fanns på svenska språket. Endast hos en butik var dess samtliga modeller både CE-märkta och hade bruksanvisning på svenska. Hos en butik, som saluförde endast en regulatormodell, saknades både märkning och svensk bruksanvisning. Hos en annan, som också endast sålde en modell, fanns CE-märkningen på förpackningen men inte på regulatorn. Svensk bruksanvisning saknades. Hos de tre övriga butikerna, som tillsammans saluförde åtta olika modeller, var samtliga utom en CE-märkta. Däremot fanns det bara en svensk bruksanvisning till en modell.

3 Sportdykningens utveckling

Sportdykningen har utvecklats mycket från att ursprungligen ha varit en relativt begränsad klubbverksamhet med mest manliga deltagare, som lade ner stor möda på den genom självläring.

Under de senaste 10–15 åren har dykning emellertid undergått en dramatisk förändring. I hela Europa har antalet dykare ökat med 15–20 % de senaste åren och i Sverige räknar man med att det år 1998 fanns omkring 130 000 personer som dök.

Det har startats dykcentra med professionell personal, som sysslar med utbildning, anordnande av dykresor, försäljning av utrustning och underhåll. Kunderna här är inte mest enbart män, utan också hela familjer med i genomsnitt 30 % kvinnliga dykare. Det är svårt för en enskild att på egen hand ta reda på alla de fakta man behöver veta för att kunna lära sig dyka eller när man skall skaffa sig utrustning. De nybildade dykcentra har därför en given kundkrets, eftersom man där kan få både utbildning och utrustning. Dykklubbar finns fortfarande kvar men de spelar en mindre roll när det gäller utbildningen.

På uppdrag av Sjösäkerhetsrådet inom Sjöfartsverket gjorde Temo AB under april månad 1998 en enkätundersökning bland ett urval av sportdykare. Urvalet av namn på sportdykare utbildade under perioden 1990–1997 hade levererats av dykorganisationerna SSDF, NAUI och PADI via Sjösä-

kerhetsrådet. Enligt undersökningen var 77 % av sportdykarna män och 23 % kvinnor. Genomsnittsåldern var 27 år. De flesta var i åldern 25–35 år (57 %), 26 % var i åldern 20–24 år, 8 % är under 20 år och 9 % var 36 år eller äldre. Genomsnittsåldern när man tog sitt dykcertifikat var 24 år.

I undersökningen tillfrågades samtliga om de hade varit med om någon incident/olycka. Han/hon skulle med egna ord beskriva händelsen samt ange de största orsakerna till de flesta olyckor och incidenter som inträffat. 21 % hade varit med om några incidenter/olyckor; något färre kvinnor (17 %) än män (21 %). Störst antal hade åldersgruppen 25–35 år råkat ut för (24 %).

Lägst var andelen incidenter/olyckor bland dem som endast hade grundutbildningen. 42 % av de som gått fortsättningskursen Rescue Diver och 32 % av de som genomgått Advanced fortsättningskurs hade varit med om några incidenter/olyckor. De tillfrågade ansåg att de tre vanligaste orsakerna till sådana händelser var dumdristighet/för våghalsig, slarv med säkerhetsföreskrifter och orutin/oerfarenhet/oplanerade dyk. Dessa tre orsaker skulle svara för ca 62% av händelserna enligt vad dykarna själva ansåg. De som själva dök mycket, mer än 21 dyk under 1997, ansåg att en större andel berodde mer på dumdristighet/våghalsighet eller orutin/oerfarenhet/okunskap än på slarv med säkerhetsföreskrifterna.

4 Dykarutbildning

4.1 Medicinsk lämplighet att dyka

För att få genomgå sportdykarutbildning i Sverige kräver utbildaren normalt en läkarundersökning. Svenska Hyperbarmedicinska Sällskapet ger löpande rekommendationer beträffande dessa undersökningar. Dessvärre utföres en avsevärd andel av dessa undersökningar av läkare som inte har utbildning i dykerimedicin och risk finns att man inte ger akt på sällskapets rekommendationer. Dykerimedicin ingår ej i den ordinarie läkarutbildningen. Uppskattningsvis 200 läkare i Sverige har f.n. en aktuell utbildning i ämnet.

4.2 Sportdykarutbildning

Det är tillåtet för vem som helst att sportdyka i Sverige och det finns inga myndighetskrav på att ha genomgått särskild utbildning. Det finns inte heller några myndighetskrav på dykarinstruktörer eller dykutbildare. Tidigare utbildade sig privatpersoner till dykare genom att gå med i någon dykarklubb eller lärde sig av kamrater. Det starkt ökade intresset för verksamheten har dock medfört att flera stora dykarorganisationer bildats, vilkas huvudsakliga ändamål är att utbilda sportdykare. De tillhandahåller också dykmateriel och organiserar dykresor. De som försäljer eller hyr ut dykutrustning och som ingår i någon av de större organisationerna kräver som regel att kunden kan visa upp ett dykarcertifikat för att få hyra eller köpa utrustning.

Flertalet sportdykare i Sverige har genomgått särskild utbildning och erhållit dykarcertifikat. Tre dominerande utbildningssystem finns representerade:

- SSDF (Svenska Sportdykarförbundet) tillhörande Riksidrottsförbundet, ger utbildning enligt det europeiska CMAS (Confederation Mondiale des Activitets Subaquatiques);

- PADI (Professional Association of Diving Instructors) och
- NAUI (National Association of Underwater Instructors).

De två senare organisationerna leds från USA. SSDF bedriver sin sportdykarutbildning genom klubbverksamhet, medan PADI och NAUI anordnar utbildning via dykarskolor/-centra och dykbutiker.

Utbildningarna inom samtliga tre organisationer avser att ge eleven ett internationellt sportdykarcertifikat, som finns i olika nivåer. Det är vanligt förekommande att utbildning till det första certifikatet avklarar under ett veckoslut och görs av många dessutom utrikes.

Organisationerna i Sverige rekommenderar personer som utbildat sig utomlands att komplettera sin utbildning med torrdräkts- och "kallvatten"-utbildning.

Utbildningssystemen består av såväl teori om både medicinska och tekniska förhållanden som praktiska moment. SHK har valt att se på och helt kortfattat redovisa delar av de ovannämnda systemen.

SSDF

Innan en elev påbörjar sin utbildning får han eller hon genomgå en läkarundersökning enligt ett särskilt formulär. Utbildningen är indelad i grader som leder till certifikat som En-Två-Tre- eller Fyr-stjärnigt dykare.

Den *en-stjärniga* utbildningen omfattar sju teorilektioner och 13 praktiska övningar. De sex första lektionerna är på tillsammans nio timmar medan den sjunde lektionen tar fyra timmar och avser hjärt-lung-räddning. Den praktiska utbildningen omfattar 19 timmar.

Den som tagit en-stjärnigt certifikat får dyka ner till ett största djup av 20 meter och alltid tillsammans med en högre utbildad dykare.

Utbildningen till *två-stjärnig dykare* omfattar sex teoripass om vardera 90 minuter och därefter ett teoriprov. Den första praktiska övningen avser livräddning utan andningsapparat. Därefter följer åtta dykövningar om vardera 90 minuter.

Utbildningen till *tre-stjärnig dykare* får man först påbörja sedan man fyllt 18 år och har gjort minst 50 dykningar om minst 40 dyktimmar. Dykningarna skall vara loggboksförda och vara av varierande slag.

Den teoretiska utbildningen har tio kursmoment på tillsammans 25 timmar följt av ett teoriprov. De praktiska avsnitten avser utbildning i handhavande av kompressorer, sjömanskap och båtmanövrering, livräddning/ytbärgning, haveriövning och undervattensorientering i triangelbana. Dessa moment omfattar cirka 8 timmar. Under en helg övar man dykledning och slutligen gör man ett dyk ner till större djup än 30 meter.

Fyr-stjärnig dykare är en tre-stjärnig dykare med en bredare erfarenhet av dykning. Han eller hon måste ha haft ett tre-stjärnigt certifikat i minst två år, varit medlem i förbundet i minst fem år och skall ha gjort minst 100 dyk sedan han eller hon tog det tre-stjärniga certifikatet.

PADI

Utbildningen indelas i steg som leder till gradvis högre certifikat med olika titlar. Före varje utbildningssteg måste eleven lämna in ett av läkare undertecknat formulär, "Medical Statement", som utvisar att inga medicinska hinder föreligger. Detta gäller således vid varje ny utbildningsnivå.

För första steget *Open Water Diver* fordras inga speciella förkunskaper förutom att man måste kunna simma. Utbildningstiden är 31 timmar och praktikdelen skall omfatta fyra dyk under två dagar.

Andra steget, utbildning till *Advanced Open Water Diver* kräver att eleven är "Open Water Diver" eller har motsvarande kvalifikationer. Utbildningstiden är 15 timmar och praktikdelen utgörs av fem dyk på två dagar.

En "Open Water Diver" eller någon med motsvarande kvalifikationer kan också genomgå en längre utbildning och bli *Advanced Open Water Diver Plus*. Den utbildningen omfattar 35 timmar och antalet dyk är nio på fyra dagar.

Den som är "Advanced Open Water Diver" eller har motsvarande kvalifikationer kan vidareutbilda sig till *Rescue Diver* med en utbildningstid av 25 timmar. Praktikdelen består av fem s.k. "sessions", där eleverna bl.a. delas in i "offer" och "räddare" och övas på olika olycksscenarier.

Har man kvalificerat sig till såväl "Advanced Open Water Diver" som "Rescue Diver" kan man bli *Divemaster* efter ytterligare utbildning om 50 timmar. Även andra utbildningsnivåer finns.

För att få utbilda sig upp till "Rescue Diver" måste man ha fyllt 15 år. För utbildning till "Divemaster" är åldersgränsen 18 år.

Den som har uppnått graden "Rescue Diver" har en minsta utbildningstid av 71 timmar och minst nio dyk samt fem "sessions".

NAUI

Den som vill påbörja utbildning till dykare skall först fylla i en hälsodeklaration. Om något i deklARATIONEN talar emot att dykutbildningen skulle kunna genomföras på ett säkert sätt, fordras friskintyg utfärdat av läkare.

För att bli godkänd som *Scuba Diver*, vilket är lägsta nivån för dykning med apparat, krävs minst 14 timmars teoretisk utbildning och 17 timmars praktisk övning. Minst 10 timmar därav skall avse "water hours". Minsta antalet dyk skall vara fyra varav högst två samma dag.

Nästa steg är *Advanced Scuba Diver*. För att få genomgå utbildningen skall eleven ha certifikat som "Scuba Diver" eller motsvarande. Utbildningen omfattar åtta timmar teori och minst sex dyk.

För fortsatt utbildning till *Master Scuba Diver* åtgår 23 timmar teoretisk utbildning och det krävs minst åtta dyk i öppet vatten, med högst tre dyk per dag.

För att få utbilda sig till *Scuba Rescue Diver* krävs att man har utbildning och erfarenhet motsvarande "Scuba Diver". Man måste ha fyllt 15 år för att få börja utbildningen.

För utbildning till *Advanced Scuba Rescue Diver* skall man ha fyllt 17 år och tidigare ha blivit godkänd som "Advanced Scuba Diver" och "Scuba Rescue Diver". Den teoretiska utbildningen omfattar 20 timmar och därtill ingår minst fem dyk. Certifikatet skall förnyas vart tredje år.

NAUI har även utbildning till *Divemaster*, som kräver kompletterande utbildning.

4.3 Marinens dykarutbildning

Den svenska Marinen erbjuder en utbildning som leder till A-certifikat som bärgningsdykare. Den beskrivs här kortfattat.

Innan utbildningen påbörjas, rekommenderas eleven att utnyttja möjligheten att genomföra ett uttagningstest i god tid före ordinarie dykarutbildning. Testet omfattar tre dagar vid Marinens dykarskola i Karlskrona och innehåller fysiska tester, läkarundersökning, provtryckning och intervju.

Utbildningen är uppdelad i två perioder. Under den första perioden genomgår eleven en grundläggande dykarutbildning om 80 timmar. Den andra perioden omfattar 200 timmar, och är lättdykarutbildning som leder till A-certifikat som bärgningsdykare. Utbildningen bedrivs såväl teoretiskt

som praktiskt, med tyngdpunkten på de praktiska momenten. Efter avslutad utbildning skall eleven visa:

- färdighet i lätt luftdykning ned till 30 m,
- färdighet i lätt luftdykning med slang (och telefon) ned till 40 m,
- kunskap om åtgärder vid nödsituationer,
- ingående kunskap om gällande säkerhetsföreskrifter vid dykning, såväl militära som civila,
- kunskap om och färdighet i utnyttjande av sök- och bärgningsmetoder vid varierande sikt- och bottenförhållanden på djup ned till 40 m,
- kunskap om grundläggande dykerimedicin och -fysik,
- kunskap om dekompression och rekomprensionsbehandling,
- kunskap om hantering av DuoCom-kammare,
- kunskap om arbetsmiljölagen (AML),
- färdighet i timmermansarbeten och mekaniska monteringsarbeten,
- färdighet i handhavande av uv-foto och uv-TV-utrustning,
- färdighet i HLR (hjärt-lungräddning).

Efter avslutad och godkänd utbildning erhålls dykarbok och dykarcertifikat.

Den sportdykare som redan har godkänd trestjärnig utbildning inom CMAS eller motsvarande PADI- eller NAUI-utbildning erbjuds av marinen en kontroll- och kompletteringsutbildning om 40 timmar. För att kunna antas till den här utbildningen måste eleven ha genomgått en medicinsk undersökning enligt de regler Försvarsmakten tillämpar vid utbildning i "fri uppstigning", en antagningsundersökning och en årlig undersökning.

Fr. o. m. 2000-01-01 har utbildningen utökats genom att såväl provtryckning som fri uppstigning skall ha genomförts före påbörjandet av 40-timmarsutbildningen.

4.4 Kommentarer om utbildning av dykare

Vid utbildning av dykare ingår även utbildning i användande av teckensignaler. Dessa signaler är ej internationellt standardiserade, utan kan variera en del och bör därför kontrolleras med avseende på var individen lärt sig grunderna.

I utbildningsanvisningarna för sportdykare saknas varning om att använda vänster arm (där dumpningsventilen sitter på en torrdräkt) för att ge klartecken, nödtecken m fl tecken. Det har förekommit flera olycksfall där torrdräktsdykaren, genom att höja vänster arm, mycket snabbt förlorat hela sin flytkraft och sjunkit med drunkning som följd.

För att om möjligt minska olycksfallen har SSDF för flera år sedan inrättat en s.k. Dumpningsfond. Uppgiften för denna fond är att ekonomiskt bidra till en dykare som vid dykeriincident blivit tvungen att frigöra sig från dykerimateriel, vanligtvis viktbältet, som sedan inte kunnat återfinnas. Det är mycket positivt med en sådan fond, men den utnyttjas ej i någon större grad. Vid de flesta olycksfallen har dykarna ej dumpat viktbältet, vilket i många fall sannolikt skulle ha kunnat ge ett annat resultat. Vid utbildning är träningen i att fälla viktbältet vanligtvis mycket bristfällig och borde prioriteras för att bidra till minskning av dödsfallen.

Vid dykning används som tidigare nämnts dyktabeller, vilka anger tider med direktuppstigning och med etappuppstigning i förhållande till olika djup. Dessa tabeller finns i flera olika varianter och används varierande över världen. De vanligaste variationerna är:

- uppstigningshastighet 10 m/min eller 18 m/min;
- inget säkerhetsstopp eller säkerhetsstopp på 3–5 m;
- olika tidsaspekter för intervallet mellan upprepade dykningar;

- höghöjdsdykning;
- flygning efter dykning.

I samband med att dykning planeras och genomförs är det från säkerhets-synpunkt av stor vikt att berörd ytorganisation och/eller parkamrater vet vilken tabell som gäller.

Sportdykarorganisationerna har olika uppfattningar om vad en dykledare är och vilket ansvar denne har. Uppfattningarna varierar mellan: Från Ingen särskild dykledare – till Särskilt utsedd och markerad dykledare; Från Inget ansvar (dykarna eget ansvar) – till Skriftliga instruktioner med omfattande ansvar. Det förekommer att dykinstruktör/hjälpinstruktör, som även själv dyker, är dykledare.

Vid utbildning och framför allt vid de första stadierna torde det vara utom allt tvivel att utbildad och ansvarig dykarledare skall finnas utsedd. Denne skall vara på ytan, vara helt insatt i aktuell dykning, förvissa sig om elevernas dykstatus, följa upp dykaktiviteten samt påkalla och leda eventuella räddningsinsatser.

5 Dykarutrustning

5.1 Allmänt

Den utrustning som en dykare nyttjar sig av kan indelas, dels i den för dykningens genomförande burna utrustningen (dykarburen utrustning), dels den övriga kringutrustning (övrig utrustning) som dykaren kan behöva. Idag finns en mycket stor mängd varianter på dykarutrustningar, såväl vad avser utseende som funktion och användningsområde.

5.2 Dykarburen utrustning

Vad en dykare skall ha på sig och med sig vid dykning kan man ha olika synpunkter på. Primärt gäller dock att göra dykningen så skön, bekväm och icke minst, så säker som möjligt, vilket innebär skydd mot väta och kyla, samt att utrustningen har säker funktion och är dimensionerad för den planerade dykningen.

Vid dykning med torrdräkt (se nedan) nyttjas ofta sportunderställ och/eller enbart dykarunderställ. Dessa senare avser att ge ett torrt skyddande värmelager närmast kroppen och finns i många olika varianter och kvaliteter. Det har under senare tid även kommit underställ som är klart olämpliga genom att det material som dessa är tillverkade av är för täta, vilket kan medföra att understället kan utgöra en tätning mot dräktens tömningsventil, med följd att luft som önskas tömmas ur dräkten kan hindras och därmed kan en okontrollerad och eventuellt ödesdiger uppstigning bli följden.

Nästa utrustningsdetalj utgörs av dräkten. Än idag används våtdräkter i olika utförande, men torrdräkter har allt mer tagit över marknaden och är den typ av dräkt som alla professionella dykare använder sig av.

Våtdräkten fungerar på så sätt att vattnet som kommit in mellan kroppen och dräkten uppvärms av kroppen. Under förutsättning av att vattenutbyte ej sker kommer ej kylan att göra sig alltför märkbar. Begränsningarna ligger i att materialet komprimeras med ökande djup, innebärande att materialet blir tunnare ju mer djupet ökar och därmed minskar isoleringsförmågan och även flytkraften. Dykaren blir blöt på kroppen och detta kan upplevas besvärande vid ombyte efter genomförd dykning, framför allt un-

der kalla årstider. Vätträkten består oftast av byxor, eventuellt väst, jacka, sockor, huva och handskar. Materialet är vanligtvis neoprenskum (nylonbelagt gummi).



Dykkapparat av typ Trimix

Torrdräkter är oftast utformade som så kallade konstant- eller variabelvolymdräkter. De är helt täta mot omgivande vatten och kan vara tillverkade av material med mer eller mindre egen flytkraft. Dykaren kan reglera luft (i vissa fall andra gaser) in i dräkten för att dels öka komforten genom att förhindra ihoppresning (squeeze) och få ett isolerande gaslager, dels öka/minska flytkraften. Dräkten är härvid försedd med en tillförselventil/påfyllningsventil, vanligtvis placerad på bröstet, och en tömningsventil, vanligen placerad på ena armens övre del. Tömningsventilen är vanligtvis konstruerad för att kunna ställas in så att automatisk kontrollerad tömning sker i samband med att dykaren rör sig uppåt. En torrdräkt omsluter hela kroppen och fötterna, men inte händerna. Vissa dräkttyper omsluter även huvudet.

För händerna finns olika former av handskar, antingen av torr eller våt typ. De är vanligen av pås-, femfingers- eller trefingersmodell.

På dräkter utan integrerad huva används sådan/sådana av torr eller våt typ.

Materialet i dräkter, handskar och huvor varierar stort och finns vanligen i form av neoprenskum, nylonmaterial, gummibelagd textil, GoreTex m.m.

Utåtpå dykarsockorna/-stövlarna sätts simfenor, eller under viss yrkesutövning dykarskor. Simfenorna kan vara av helfotsutförande (som en sko), eller av hälremsförande (som slippers/tofflor med en hälrem). För att minska risken att förlora simfenorna kan dessa säkras med sk fenhållare.

Minst en dykarkniv – oftast placerad på ena benet – medförs. Detta är i första hand ett (nöd-)verktyg och kompletteras av många dykare med sekatorer m.fl. andra handverktyg.

För att hålla kontroll på dykningen skall lämpligen alltid djupmätare, klocka och gärna kompass medföras. Dessa instrument finns som separata enheter men även i olika integrerade former och bärs antingen på armen/armarna eller i en konsol tillsammans med tryckmanometer. En idag vanligt förekommande integrerad enhet, kallad dykdator, är ett elektroniskt instrument som, beroende på utförande, anger djup, tider, dyktabellförhållanden, samt fungerar som en färdskrivare, vilken senare kan tömmas för överföring till exempelvis en dator för framtagande av profiler m.m.

En varning är här befogad att nämna! En dykdator ersätter ej dykarens planering och övervakning av dykningens genomförande. Beroende på kvalitet, programvara, registreringsintervall m.m. kan dykaren invaggas i en falsk trygghet om han/hon helt överlämnar sig till elektroniken.

För att kunna se under vattnet erfordras någon form av ansiktsmask. Vanligen använder fritidsdykare halvmasker ("cyklopögon"), medan däremot yrkesdykare oftast nyttjar helmasker eller hjälmar. Helmasken skyddar mot kyla och är oftast fri från imbildning, men är ej lämplig vid situationer där växeländning mellan två dykare kan erfordras. Hjälmar ger även visst skydd för huvudet.

Vid ytsimning på väg till/från dykpunkten utnyttjas oftast en snorkel för att dels spara på luftförrådet, dels för att göra simningen mindre ansträngande. Vid anskaffande av snorkel skall tillses att rätt storlek (vuxen/barn) användes, samt att snorkeln ej är försedd med olämpliga ventilarrangemang, se Svensk standard SS-EN 1972.

För att kompensera bland annat för dräktens flytkraft och senare under dykningen även dykapparatens flytkraft användes någon form av viktbalte, som placeras utanpå dräkten. På detta viktbalte monteras blyvikter, eller så är bältet försett med fickor vilka fylls med blykuler. Mängden bly måste anpassas för varje individ och den utrustning som används, samt till förhållandena som råder med avseende på salthalt. Det är mycket viktigt att alla former av viktbälten är försedda med ett snabbspänne. Vid akut behov av att erhålla större flytkraft skall viktbältet med ett enkelt handgrepp kun-

na frigöras/fällas från dykaren. Det förekommer ibland att vikter till viss del kompletteras/ersätts med så kallade benvikter. Dessa appliceras utanpå dräkten på underbenen.

Den utrustningsdetalj som möjliggör vistelse under vattnet, själva dykarapparaten, har också de högsta säkerhetskraven. För att efter den 1 juli 1975 få sälja, uthyra eller tillhandahålla en dykarapparat krävs att denna är såväl CE-godkänd, som CE-märkt.

Till dykarapparaten hör ett gas-/flaskpaket för 20,0 eller 30,0 MPa (200 eller 300 bar). Volymerna på flaskor varierar stort och kan utöver funktion med enkelflaskor kombineras, vanligen i dubbeluppsättning. Vanligtvis är flaskorna av stål men det förekommer även flaskor av aluminium. Det finns idag ingen Europastandard (arbete pågår) för gasflaskor för andningsluft, varför svenska regler gäller för sådana som skall säljas/tillhandahållas/servas/ fyllas i Sverige. Det finns för yrkesdykning föreskrivna regler om hur bestående märkning av flaskorna skall vara utförd avseende: tillverkare, serienummer, provtryckningstryck, tillåtet fyllningstryck, rymd, vilken gas som avses, vikt, månad + år + provtryckares symbol.

Det förekommer att sportdykare konverterar sina utrustningar för nitroxdykning och märker flaskorna med en klisterdekal angivande avsett innehåll, vilket ej kan anses fylla kraven på varaktig märkning enligt svensk standard. Enligt svensk standard medför en förhöjning av oxygenhalten, i förhållande till vanlig luft, att det är oxygenstandard som gäller, med de strängare krav som därmed följer med avseende på renhet m.m.

Flaskan/flaskpaketet öppnas och stängs med en eller flera ventiler ("kranar") till vilken luftfyllningskoppling monteras. Till flaskan/paketet anbringas en (eller flera) demandregulator(-er) (se nedan). Anslutningarna finns av två typer, dels den i Europa vanligaste DIN-kopplingen (Deutsche Industrie Norm), dels den så kallade bygelkopplingen (yoke-koppling).

En varning är här på sin plats! För att inte kunna förväxla/koppla ihop fel gaser har DIN-systemet olika gängor för olika gaser, t ex luft och oxygen. Med bygelkoppling som får en allt större utbredning, kan man komma runt detta problem, med därmed ökade risker.

Vissa "kranar" är försedda med reservventil, men motsvarande ventilfunktion finns även på vissa förstasteg.

En demandregulator, består av ett första- och ett andrasteg. Regulatorns uppgift är att reglera trycket för andningsarbetet i förhållande till rådande djup.

Förstasteget som monteras närmast flaskpaketet kan vara försett med en reservluftsmekanism, som tillfälligt skall avskilja en viss luftmängd som reserv (jämför gamla tiders bilar med bensinreservfunktion) för nyttjande just som reserv, om behov uppkommer. En dykning skall dock vara planerad så att reservluften ej skall nyttjas. Denna reservfunktion har numera ofta lärts ut att vara farlig, varför dykaren utlöser reservfunktionen före dykningen (och i vissa fall plomberar reserven i utlöst läge) för att under dykningen helt förlita sig på manuell avläsning av manometer och kvarvarande luftmängd. Farligheten uppges bero på att dykaren slarvar med manometeravläsning under dykningen och invaggas i en falsk trygghet om sin reserv, detta med anledning av ett flertal tillbud med reserv som ej fungerat. Utlösandet av reservluftfunktionen sker oftast med någon form av dragstång/-mekanism och är oftast återställningsbar manuellt eller automatiskt. Vissa tillverkares reservfunktioner kan ej approvas löpande under pågående dykning utan att mängden reservluft därigenom påverkas negativt.

För dykning i våra nordiska vatten erfordras att regulatorn är försedd med någon form av frysskydd, för att minska risken och helst förhindra att

en frysning uppkommer. Sådant frysskydd finns oftast antingen som en permanent del av regulatorn eller som en tilläggsats.

Andrasteget är en ventil som är monterad i bitmunstycket/helmasken och levererar luft till dykaren. Idag är det vanligt förekommande att dykaren har en extra andningsventil monterad på förstasteget, en s.k. octopus. Dess uppgift är att fungera som reserv till dykaren själv vid eventuella problem med den ordinarie ventilen, men även som en reserv att nyttjas av en dykkamrat som fått problem. Ofta är en av ventilerna ansluten med en extra lång slang, ”long-hose”, för att en dykkamrat lättare skall kunna nyttja ventilen.

Med påmonterad demandregulator skall trycket i flaskpaketet fortlöpande kunna avläsas vilket sker med hjälp av en manometer som med en slang är kopplad till förstasteget. Andra lösningar på överföring av denna information finns.

Från förstasteget finns även ofta slangar anslutna avsedda för dräktyllning, respektive vissa former av dykvästar (se nedan).

En vanligt förekommande uppfattning som även uppges i dykartidskrifter är att olika tillverkares detaljer kan kombineras bara dessa är CE-märkta. Detta är en allvarlig missuppfattning eftersom en tillverkares CE-märkta produkt oftast endast har testats och godkänts i en speciell konfiguration. För att kunna byta ut komponenter mot andra krävs det att dessa provats och att detta angivits i certifikatet. Den stora faran som föreligger vid utbyte av komponenter är att dessa ej är anpassade till fabrikantens specifikation och därmed kan försämra de mätvärden som angivits i samband med CE-märkningen.

Den som utför ej godkända sammankopplingar kan ej påräkna ordinarie tillverkares garanti, samt ikläder sig rollen som tillverkare med fullt tillverkansvar med allt vad som därmed följer.

Som komplement/ersättare till reservluftsfunktion och/eller octopus förekommer det att dykare monterat en mindre extra flaska med eget första och andrasteg, ”pony-bottle”.

Flaskpaketet bärs vanligtvis på ryggen med hjälp av en bärsele, ofta även försedd med en ryggplatta. Bärselen kan ersättas av en kompensatorväst i jackmodell, ”stab-jacket”. Se SS-EN 1809.

Vid ut-/hemsimning men även under dykningen kan dykaren ha behov av extra flythjälp/hjälp med avvägningen, vilket olika former av västar kan bidra med. Se SS-EN 1809.

Utformningen varierar och ett stort utbud finns. Äldre varianter var normalt en frontalt buren väst som i begynnelsen endast hade kolsyrepatroner, senare försedda med en separat luftflaska. Senare har dessa följts av ryggburna västarrangemang och de idag vanligaste jackmodellerna (”wingvästar”) utgör dessutom bäranordning till dykapparaten. På flera modeller har dykaren möjlighet att fylla från ordinarie gasförråd, egen extra flaska eller genom att själv blåsa in gas. Det viktigaste med västar är att de ger full funktion och flytkraft på det största djup som dykaren avses vistas på, samt att västen är försedd med ventil(er) för att förhindra sprängning vid uppstigning. En fördel härutöver är med avseende på ytsimning om dykaren har möjlighet att blåsa in luft i västen.

För att vid pardykning säkerställa kontakten mellan dykarna används en parlina/mellanlina/ buddy-lina, som fästs kring ena handleden. Det har numera blivit vanligt att denna lina utesluts dels sannolikt på grund av att många upplever siktförhållandena som godtagbara, dels att det inom vissa kretsar anses som en säkerhetsrisk framför allt i samband med vrakdykning, men även i situationer då dykkamrat kan få problem och man själv ej vill bli drabbad. Frihetskänslan och oberoendet till trots är en lina ett mycket bra sätt att hålla kontakten mellan dykarna och situationen vid

framför allt bottennära verksamhet och vrak kan mycket snabbt förändras från tidigare god sikt till ingen sikt alls.

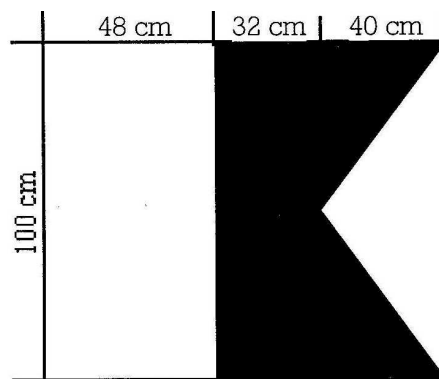
En lina som dykaren är fastbunden i och som leder till en dykarskötare på ytan, en så kallad livlina, används i stort sett ej av sportdykare, men är föreskriven för yrkesdykning (med vissa undantag för räddningsdykning).

5.3 Övrig utrustning

Beroende på sikt, planerad verksamhet m.m. medför dykare:

- en eller flera dykarlampor;
- skrivskiva för notationer, skissritning, navigering mm;
- dyktabell i form av anteckningar eller utdrag ur tabell samt eventuellt
- dekompressionsförfarande;
- stillbilds-/film-/videokamera för dokumentation;
- erforderliga (hand-)verktyg för olika arbetsuppgifter;
- lyftsäck(ar) för bärgningsarbeten;
- linrulle med söklina för mätning, sökning och som ledtag vid vrakdykning;
- dekompressionsboj. Detta är en boj som dykaren kan utlösa för att, dels markera sitt läge, dels hänga i, i samband med etappuppstigning när dykningen varit långvarig. Den används framför allt vid avancerad dykning av tekniska dykare;
- markeringsboj. En boj på ytan som är förbunden till dykaren och som hjälper till att ange dennes position.

5.4 Signalflagga ADAM



Vid dykning skall sjöfarande varnas med hjälp av en väl synlig flagga/skärm, utgörande den internationella signalflaggan A (ADAM). Den är en blå och vit tvätungad flagga. Minimimåtten är 1,2 x 1 m. Som skärm är den upptill och nedtill försedd med genomgående lattor (ribbor), med minst 1 m sida. Den skall nattetid och vid dålig sikt vara belyst. Tyvärr förekommer det ofta att ingen flagga/skärm finns (okunskap?; vill ej visa sig?; rädsla för nyfikna motorbåtar?), eller att den som används ej uppfyller kraven på storlek och synlighet.

6 Föreskrifter

Dåvarande Arbetarskyddsstyrelsen har med stöd av arbetsmiljölagen (AML) och arbetsmiljöförordningen (AMF), som tidigare nämnts, utfärdat föreskrifter för yrkesdykare i författningssamlingen AFS 1993:57 "Dykeri-arbete". Här nedan anges några av dessa föreskrifter som skall tillämpas vid dykning:

- Varje dykning skall planeras så att den kan utföras säkert (1 §).
- Dykare skall ha dokumenterad teoretisk och praktisk utbildning som ger dyksäkerhet i nivå med den som krävs för dykarcertifikat som utfärdas av Forsvarsmakten enligt förordningen (1986:687 och 1994:391) om dykarcertifikat m.m. (3 §).
- Dykarledare, dykarskötare och övrig personal på ytan skall vara utbildade för den aktuella typen av dykeriarbeten (4 §).
- Före dykning skall utses dykarledare och, om fler än en dykare skall befinna sig i vattnet, en dykarskötare till varje dykare (24 §).
- Livlina skall användas vid all dykning där det inte är uppenbart onödigt (27 §)
- Navelsträng skall användas vid dykning med lätt utrustning bl.a.
 - i strömt eller grumligt vatten,
 - till vrak eller andra föremål där dykaren kan fastna,
 - vid låg vattentemperatur (+ 4 grader C eller lägre),
 - till större djup än 30 m (28 §),
- Reservdykare klar för omedelbar dykning skall finnas vid dykning
 - utan navelsträng,
 - till större djup än 30 m.

Vid annan dykning skall särskild iordningställd utrustning finnas på arbetsplatsen och dykare skall finnas i beredskap för att undsätta nödställd dykare (33 §).

En särskild, samordnande dykarledare som inte samtidigt tjänstgör som dykarskötare skall finnas bl.a.

- då dekompression utförs som ytdekompression,
- vid dykningar till större djup än 30 m,
- vid dykningar med blandgas (34 §).

Vid dykning med nitrox skall tillses att :

1. armatur, rörledningar och övrig materiel, som kommer i kontakt med gasblandningen uppfyller samma fordringar som för ren (100 %) oxygen,
2. partialtrycket för oxygen är högst 140 kPa eller, om dykningen beräknas bli ansträngande väsentligt lägre,
3. risk för koldioxidansamling förebyggs,
4. oxygendosen inte överstiger värdena i tabell 1 i bilaga 2 till föreskriften,
5. dekompressionen utförs efter tabeller för s.k. ekvivalent luftdjup, dvs. luftdjup med samma nitrogenpartialtryck som andningsgasen (nitrox-blandningen),
6. dykare som under vatten upptäcker symptom på oxygenförgiftning tillförs luft i stället för nitrox samt
7. öppen låga, rökning eller användning av utrustning som kan förorsaka gnistor inte förekommer inom område där risk finns för ansamling av oxygen eller oxygenrik gasblandning (38 §).

Lag om personlig skyddsutrustning för privat bruk (1992:1326)

I EG-direktivet om personlig skyddsutrustning (89/686/EEG) definieras de grundkrav som den personliga skyddsutrustningen skall uppfylla. För att bedöma om dessa grundkrav uppfylls, är det viktigt att det finns harmoniserade europeiska standarder särskilt för utformning och tillverkning av personlig skyddsutrustning samt specifikationer och provningsmetoder för personlig skyddsutrustning. Överensstämmelse med dessa standarder medför att man utgår från att dessa produkter överensstämmer med ovan nämnda grundkrav. Rådets direktiv har implementerats genom lagen om personlig skyddsutrustning för privat bruk (PSU). Den innebär bl.a. att näringsidkare endast får tillhandahålla – t.ex. sälja, hyra eller låna ut - personlig skyddsutrustning som uppfyller vissa krav beträffande skydd för hälsa och säkerhet, märkning och information (t.ex. bruksanvisning på svenska).

Lagen kompletteras av en förordning (1993:972). Enligt denna får Arbetsmiljöverket efter samråd med Konsumentverket meddela föreskrifter om:

1. de krav som personlig skyddsutrustning skall uppfylla i fråga om
 - skydd för hälsa och säkerhet,
 - utformning och
 - märkning och annan produktinformation,
2. kontroll av att personlig skyddsutrustning uppfyller sådana krav som har föreskrivits med stöd av 1, och
3. de upplysningar och handlingar som skall hållas tillgängliga för kontroll.

Lagen om PSU gäller personlig skyddsutrustning som konsumenterna inte obetydligt omfattning utnyttjar, eller kan komma att utnyttja för privat bruk. Kraven förutsätts vara uppfyllda om utrustning har CE-märkning. Produkterna indelas i olika kategorier. Till kategori I förs sådana produkter som man kan utgå ifrån att användaren själv kan bedöma skyddsnivån på och därför endast behöver stå under intern kontroll av tillverkaren. Till kategori III hör komplicerad utrustning som är avsedd att skydda mot livsfara eller allvarlig bestående skada där användaren inte själv kan upptäcka risken i tid. Till denna kategori hör bl.a. utrustning som ska skydda mot värme över 100 °C eller kyla under –50 °C, elektriska risker, kemikalier och joniserande strålning. Vidare ingår här andningskydd – inklusive andningsapparater för dykning – samt fallskydd, (t.ex. selar och linor för skydd mot fall från tak, båtar och vid bergsklättring).

För produkter i kategori III skall tillverkaren:

- se till att grundläggande krav avseende skydd för hälsa och säkerhet, utformning samt märkning och produktinformation är uppfyllda
- lämna utrustningen för typkontroll
- upprätta försäkran om överensstämmelse
- sammanställa teknisk dokumentation
- CE-märka

Dessutom skall det anmälda organet kontinuerligt (minst en gång per år) utföra tillverkningskontroll hos tillverkaren eller utföra kontroll av tillverkningsprocessen.

7 Räddningstjänst i samband med dykning

Vid dykolyckor kan allmänheten larma vederbörande räddningstjänst genom att via larmnumret 112 ta kontakt med SOS Alarm. Dykolyckor i havet samt i Väneren, Vättern och Mälaren faller under statlig räddningstjänst medan dykolyckor i hamnar och i andra än ovan angivna insjöar, vattendrag samt vattenfyllda gruvor/tunnlar m.m. faller under kommunal räddningstjänst.

Sjöfartsverket svarar för den statliga räddningstjänsten men förfogar inte över egna dykare, vilket däremot Kustbevakningen gör. Kustbevakningen har ca 50 dykare, fördelade på fyra regioner. Under 1997 svarade Sjöfartsverket för 11 insatser i samband med dykolyckor.

Totalt finns i landet 256 kommunala räddningstjänster, som omfattar antingen en enskild kommun eller ett kommunalförbund. Av dessa har 23 vattendykare i beredskap för ständig utryckning, främst kustkommunerna i södra delen av landet. Norr om Falun finns inga räddningsdykare bortsett från ett mycket litet antal hos Kustbevakningen.

Det föreligger ingen skyldighet för kommunerna att hålla beredskap med vattendykare. De kommunala räddningstjänsterna lämnar inte hjälp utanför den egna kommunens gränser såvida det inte finns ett avtal därom med den kommun, där den hjälpsökande befinner sig. Hos SOS Alarm har berörd larmcentral uppgift om sådana avtal och kan därför utan tidsspilla larma den kommunala räddningstjänst som kan lämna hjälp. Räddningsledaren på sjöräddningen (MRCC) eller i en kommun kan alltid kalla på hjälp av vattendykare från annan kommun, även om avtal inte finns. Han kan även begära hjälp med helikoptertransport av dykare via flygräddningen (ARCC).

År 1997 larmades de kommunala räddningstjänsterna till 619 drunkningsolyckor och tillbud. Vid dessa händelser omkom 99 personer och 22 skadades allvarligt. Vid 99 räddningsinsatser medverkade vattendykare. I samband med insatserna räddades 33 personer och 67 behandlades för akuta skador.

Enligt Svenska Livräddningssällskapets statistik över drunkningsolyckor och dödsfall i samband med dessa omkom fyra personer i samband med dykning.

Det låga antalet kommunala räddningstjänster som har beredskap med vattendykare skall ses mot bakgrund av att det måste föreligga ett stort intresse från personalens sida för att upprätthålla en ständig beredskap. Varje vattendykare måste öva regelbundet. För att på ett säkert sätt kunna genomföra en övning krävs minst tre, helst fyra man. Dessa övningar måste antingen göras på övertid eller så måste fridygnspersonal kallas in för att svara för beredskapen under tiden övningen pågår. Minst ett sådant övningspass per månad måste genomföras. Kostnaderna i form av övertidserättning för en mindre kommun med liten personalstyrka är kännbara.

Dessa räddningsdykare utbildas och tränas för att dyka ner till 30 meters djup. Kommunerna håller inte annan utrustning än för dykning med komprimerad luft. För att öka aktionstid avser man använda sig av dykning med slang. I sistnämnda fallet kan man dyka ner till 40 meters djup. För närvarande pågår en diskussion om hur kommunerna skall kunna uppfylla föreskrifterna om arbetarskydd, eftersom kraven som ställs på en räddningsdykare inte sammanfaller med de på övriga yrkesdykare.

Trots att tiden för att kunna undsätta en människa som hamnat under vattenytan ofta är knapp har vattendykare från de kommunala räddningstjänsterna lyckats genomföra livräddande insatser. Men om en dykare hamnat i en livshotande situation på ett större djup än 30 m kan inte på-

räknas att vattendykare från den kommunala räddningstjänst skall kunna undsätta honom eller henne.

Oftast sker ju dykningar på stort djup på platser som räddningstjänsten normalt har svårt att nå snabbt. Men om den som larmar meddelar att det gäller en dykolycka, kan räddningsdykarna transporteras med helikopter om någon sådan finns tillgänglig. Genom att larma på detta sätt underrättas även sjukhuspersonalen på det sjukhus med tryckkammare som ligger närmast olycksplatsen. Vid larmning skall särskilt påpekas att det rör sig om en apparatdykolycka och om dykaren behöver vård i tryckkammare. I särskilda fall kan tryckkammare transporteras ut till olycksplatsen. Enligt överenskommelse mellan de sex sjukvårdsanläggningar som har tillgång till tryckkammare uppehåller man en ständig beredskap så att en dykare kan få vård i tryckkammare av läkare med utbildning i dykerimedicin. Om en dykare exempelvis tvingats göra en snabb uppstigning, måste han eller hon behandlas i tryckkammare, rekomprimeras.

Ett landsomfattande arbete pågår för att skapa säkra larmrutiner i samband med dykeriolycksfall, eftersom sportdykningen ökar kraftigt i hela landet. Dykning förekommer dessutom även i insjöar, andra vattendrag och vattenfyllda gruvor/tunnlar långt från sjukhus med behandlingsresurser.

Incidentrapporteringen från potentiella dykeriolycksfall bland sportdykare är undermålig. Det är från dessa incidenter som erfarenheter skulle kunna dras för att förhindra en ökning av olycksfallsfrekvensen.

Utredningen, framförallt medicinskt, av dödliga dykeriolycksfall haltar då det endast finns två rättsmedicinare i landet med erfarenhet av ämnet. Korrekt utförda postmortala undersökningar är utomordentligt viktiga för att utveckla kunnandet och säkerhetsarbetet.

De etablerade sportdykarorganisationerna är vanligen mycket säkerhetsmedvetna. Sjöfartsverket har via Sjösäkerhetsrådet under senare år också engagerat sig i sportdykningens säkerhet. Detta kommer förhoppningsvis att leda till bättre samhällelig information om risker, inte minst till dykarnas anhöriga.

8. Risker vid hantering och modifiering av utrustning för dykning med blandgaser

Följande text behandlar endast teknisk utrustning och sammanhängande problem vid dykning med oxygenberikade atmosfärer kända under beteckning NITROX. Problem med djupbegränsning, uppstigningstider och hälsorisker förknippade vid dykning med luft samt fördelar vid dykning med Nitrox är behandlade av andra utredare.

Under begreppet Nitrox är de vanligaste blandningarna 32, 36 respektive 50 % oxygen i nitrogen (underförstått volymprocent).

Nitrox och oxygenberikade atmosfärer

Användning av syrgasberikade atmosfärer vid dykning breder ut sig från professionella kretsar till amatördykare. Denna utveckling medför ökning av risker. Det är framför allt hantering av komprimerad oxygen och allt som hänger ihop med framställning av syrgasberikade andningsgaser och användning av Nitrox i dykutrustning.

Många firmor som fyller Nitroxblandningar använder sig av oljesmorda kompressorer, visserligen med olika typer av oljeavskiljare och filter, men vid revisioner av gasbehållare har man vid ett flertal tillfällen noterat förekomst av olja och vatten.

Verkligheten är sådan att det förekommer fyllning av ren oxygen i oljebemängda flaskor genom en flaskventil som ursprungligen var konstruerad och tillverkad för luft och som kan medföra explosionsartad antändning förknippad med glödsprut och svåra brännskador.

Detta är bara början till en hel kedja av händelser som kan inträffa vid användning av oxygenberikade atmosfärer, om man inte tar hänsyn till oxygens specifika egenskaper och speciella krav på material som skall komma i kontakt med oxygen.

För konvertering av gasflaskor från en gas till en annan gas finns ISO 11621 som exakt föreskriver bl.a. revision, rengöring, omstämpling och montering av en ventil godkänd för den nya gasen (gasblandningen) mm. Oftast använder man uttrycket "kompatibilitet" med oxygen som kriteriet på lämplighet av ett material i kontakt med oxygen.

Definitionen av ordet kompatibilitet fastställdes av American Society for Testing and Materials, Committee G4 on Compatibility and Sensitivity of Materials in Oxygen Enriched Atmospheres, och finns t.ex. i ASTM G93 – 96 Standard Practice Översättning av definitionen lyder så här: "Kompatibilitet med oxygen – förmåga hos en substans att med acceptabel risk för användare koexistera både med oxygen och potentiella källor för antändning (under förväntat tryck och temperatur)."

Samtidigt har man fastställt en viktig gräns för oxygenberikad atmosfär som är 25 mol % oxygen i en kemiskt neutral gas. Atmosfärer som har högre halt av oxygen än 25 mol % skall behandlas som oxygenberikade. Gränsvärdet för "oxygenberikad" atmosfär skiljer sig i olika länders säkerhetsföreskrifter, men oftast behandlar myndigheter halter av oxygen över stipulerad gräns som ren oxygen. Ofta saknas en helt entydig tolkning hur man skall hantera materialets kompatibilitet vid förhöjd halt av oxygen. I ett känt fall sattes gränsen vid 70 % oxygen för behandling av gasblandning som ren oxygen (tysk VBG 62 Sauerstoff).

Amerikanska CGA har fastställt gränsen till 23,5 % och rekommenderar att alla utrustningar som kommer i kontakt med atmosfär innehållande mer än 23,5 % oxygen behandlas som utrustningar för 100 % oxygen. Rekommendationen finns i ANDI's The Complete User's Guide for The Application of Enriched Air Mixtures författad av Edward A. Betts, en av ledande fackmän på detta område. Det bör noteras att publikationen är översatt till svenska utan angivande av vem som är översättare och förläggare och att det i den svenska översättningen har hittats felaktigt överförda formler (t.ex. sidan 62).

I Sverige tillämpas ASS 1997:7 Gaser, §2 och §7. Efter utfrågning har det kommit fram att ASS tillämpar följande praxis: högre oxygenhalt än 21% betraktas som 100 % oxygen och materialval och design måste följa praxis bruklig för 100 % oxygen.

Som tumregel brukar man anta att brandhastigheten i brännbara ämnen fördubblas om luftens oxygenhalt ökas med 3 % och tredubblas om luftens oxygenhalt är 40 % (AFS 1994:39 Tryckkärl, IVA SV 39, Utformning av försörjningssystem för gas).

I Volume 96-3 av tidskriften NITROX DIVER (ND) publicerades information från United Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Office NOAA Corps Operations, NOAA Diving Center, daterad 26 januari 1996. I denna information meddelades att all utrustning avsedd för högre halt än 40 % oxygen skall behandlas som 100 % oxygen. Samtidigt stipulerades entydigt att utrustning för blandningar under 40 % oxygen kan behandlas (may be used) som utrustning för luft.

Artikeln i ND har förorsakat stora diskussioner och ASTM G4 Committee reagerade på sitt åttonde internationella symposium i San Diego 1997 genom att publicera i symposieboken STP1319 en varning till "Diving Community" där man också åberopar CGA:s (Compressed Gas Association)

och NFPA (The National Fire Protection Association) synpunkter på oxygenberikade atmosfärer.

Det bör påpekas att bland de medlemmar av ASTM G4 Committee som fastställde båda definitionerna var bland annat representanter för samtliga stora gasbolag i världen (L'Air Liquide, BOC, Praxair, Air Products, AGA), NASA, betydelsefulla amerikanska, tyska och brittiska institutioner och industribolag som tillverkar medicinska och industriella utrustningar och komponenter för användning av oxygen.

För att kunna uttrycka kompatibilitet i kvantifierade termer finns det olika metoder.

För polymera material är de mest kända och användbara följande (i parentes ges inarbetade engelska förkortningar för vissa):

- oxygenindex (OI i % oxygen i nitrogen)
- självantändningstemperatur (AIT för Auto Ignition Temperature i °C)
- värmeinnehållet (HoC för Heat of Combustion i J/kg)
- känslighet mot adiabatisk chock i gasformigt oxygen (i bar, oftast vid 60 °C)
- känslighet mot mekaniskt slag av material som var dränkt i flytande oxygen

För metaller finns endast en standardiserad metod (G94-92) som bygger på antändning av 1/4" stavar av respektive metall med hjälp av olika tändsatser i ett tryckkammare fylld med komprimerat oxygen. Utvärdering sker på ett definierat sätt.

Samtliga metoder är listade i under följande avsnitt angiven *ASTM-litteratur*. För vissa metoder finns det även ISO- respektive EN-standard.

För att testa komponenter används adiabatisk chock med gasformigt oxygen, alternativt oxygenberikad atmosfär. Villkoren är beskrivna i EN-standard som är citerade i texten och samlade i avsnittet Föreskrifter nedan.

Konvertering av dykapparater -konstruktion, material, kompatibilitet med oxygen, renlighet, smörjning, urbränning, provning m.m.

Utöver faran med successiv kumulation av olja i gasflaskor och risk för explosion så är gasflaskor utrustade med en flaskventil, som är den första komponenten som berörs av "konvertering" av befintliga luftapparater för Nitrox.

Konvertering av en flaskventil består oftast av demontering av flaskventil, rengöring av samtliga komponenter, smörjning av vissa detaljer med "godkänt" smörjmedel och byte av O-ringar. Oftast annonseras att befintliga O-ringar bytes mot "Viton" O-ringar. Man utgår ifrån allmänt känt faktum att fluorelastomer (även om använd typ inte är det duPont-registrerade varumärket VITON) har en "hög" kompatibilitet med oxygen (att dessa O-ringar är helt stela vid -18 grader har man ofta bortsett ifrån). Oftast låter man bli att kontrollera material som används för tätning i ventilens säte. Det består många gånger av någon typ av POM (polyacetal) under gängse beteckning DELRIN. Samtliga varumärken av POM är ytterst olämpliga för oxygenberikade atmosfärer ty deras oxygen index (OI) ligger mellan 14–16 %. Det betyder att de brinner även i atmosfär med lägre oxygenhalt än det finns i luften.

Begreppet "godkänt" smörjmedel skiljer sig mellan USA och Europa. I Europa dominerar användning av smörjmedel som är godkända av den tyska provningsanstalten der Bundesanstalt für Materialforschung und -

prüfung (BAM). Dessa publiceras årligen i en skrift som heter "Liste der nichtmetallischen Materialien...".

Längre fram behandlade konsekvenser vid förekomst av adiabatisk kompression i vissa komponenter har lett till att man på några håll har förbjudit användning av fluorpolymerer för vissa medicinska applikationer. Detta efter att det förekommit dödsfall på grund av s.k. urbränning av ventiler, regulatorer och högtrycksslangar med liner (inre ytbeläggning) av fluorpolymer. Inandning av giftigt fluorväte som uppstår vid förbränning av fluorpolymerer kan leda till döden.

Oron för urbränning har även spritt sig p.g.a. rykten om att när den hittills använda fluorpolymeren KEL-F (som USA-företaget 3M slutat tillverka) ersattes av japansktillverkad Fluorel, antändes av hittills ej utredd anledning flera flaskventiler (dokumentation från US Navy tillgänglig).

På grund av faran med fluorväte vid urbränning av fluoro-och klorfluoropolymerer ersattes Viton på vissa håll med O-ringar av Buna, som är klassat som mycket mindre oxygenkompatibelt. Användning av mindre kompatibla material är fullt möjlig, men förutsätter djupare kunskaper och urbränningsprovning hos organisationer som har utrustning för sådant (t.ex. BAM i Berlin, L'Air Liquide i Paris, Det Norske Veritas i Oslo).

För det ändamålet kan idag användas EN normer (EN849, EN 585 och EN 961).

Mycket tyder på att tillverkare och serviceverkstäder inte har tillräckliga kunskaper om kompatibilitet, hur man testar material och hur man tolkar tillgängliga provresultat. Det finns idag ett fullständigt system av provmetoder, guidelines och practices publicerat av ASTM och det finns tillgång till många uppgifter på Internet. Tyvärr är dessa fakta ej tillräckligt kända.

Urbränning och provning av resistens mot urbränning

Adiabatisk kompression av oxygen och oxygenberikade atmosfärer betyder mycket snabb kompression (ca 25 millisekunder eller lägre) som uppstår t.ex. i en regulator eller annan flaskventil vid t.ex. överfyllning av oxygen, vid snabb öppning av en flaskventil, eller öppning av en ventil som är placerad i kritiskt läge i en fyllningsutrustning. Vid så snabb kompression utvecklas en s.k. värmetransient upp till ca 1200–1300 °C (beroende på trycket). Komponenter som används i oxygenberikad atmosfär skall redan från början vara konstruerade så att den heta zonen förs bort från delar som är tillverkade av polymera material. Designen verifieras sedan med standardiserad chockprovning.

Adiabatisk kompression är den mest förekommande orsaken till urbränning.

Dock skall man vara uppmärksam på regulatorer och andra komponenter som alstrar missljud vid användning. Akustisk resonans i kombination med vibrationer kan vara orsaken till urbränning.

Det kan förekomma ett fenomen som kallas "Kindling Chains", dvs. lätt antändligt material (t.ex. smuts) antänder i sin tur O-ring av gummi, som i sin tur antänder detalj av plast, som i sin tur kan antända metall och kan orsaka våldsam urbränning.

Det finns också ett av ASTM utarbetat system för en total riskanalys (ASTM G 128-95) som sammanfattar användning av alla kända metoder och principer.

Anslutning av dykutrustning till tryckbehållare, flaskventil och tryckregulator

En av dagens allvarligaste brister är frånvaron av en normaliserad koppling mellan flaskventil och tryckregulator. Man använder sig av luftkoppling,

även om man överfyller oxygen. Det senaste försöket att lösa detta problem inom CEN/TC79, som resulterade i normförslag prEN144-3, slutade med negativ omröstning (1996-11-05). 2001-04-05 har dock CEN PPE inlämnat slutligt förslag till utformning av norm.

Det som gäller för beskriven konvertering av flaskventiler gäller i högsta grad för konvertering av tryckregulatorer, enligt prEN 13949 2001-06-29. Dessutom förekommer här en farlig misstolkning. Vissa regulatorer kompenserar genom sin konstruktion bara för det djup de är godkända för vid användning av luft. Använder man en sådan regulator för djupare dykning, ger regulatorn betydlig lägre kapacitet. Eventuellt kan andra störningar förekomma.

För övriga komponenter i en dykapparat, avsedda både för högtryck (såsom t.ex. manometerslangar och manometrar) och lågtryck, gäller vid konvertering att bedöma att materialet är generellt oxygenkompatibelt och att komponenterna är rengjorda för användning i oxygen.

Rengöring, renhet i mg/m² och partikelrenhet

Beträffande rengöring av komponenter råder fortfarande osäkerhet hos tillverkare i samband med övergång till vattenbaserade avfettningsmedel (VBA). Det är inte tillräckligt känt att vissa vattenbaserade avfettningsmedel vida överskrider den avfettningsförmåga som gamla CTF-baserade medel hade. Användning av vissa effektiva VBA kräver dock utbildning av personal som måste kunna hantera t.ex. en pH-meter. Resultatet är utmärkt, ofta långt bättre än nödvändiga krav. Men det är inte enkelt och billigt att kunna redovisa detta i mg/m², som idag är ett krav som hänger samman med införandet av system för kvalitetssäkring. Därför är det en allmän trend att försöka hålla gränserna så höga som möjligt.

Viktigt dokument är t.ex. ASTM G 93 (88), publicerad tillika med de flesta ASTM G-dokument i Annual Book of ASTM Standards 14.02.

Utmärkt svenskt dokument är t.ex. Handbok i Industriell rengöring från Institutet för verkstadsteknisk forskning m.m.

Vad beträffar renhet av gasflaskor, så levereras idag t.ex. gasflaskor med garanterat max 50 mg/m² THC (Total Hydro Carbon Content, i svensk översättning totala kolväten, en accepterad förkortning för fetthaltiga rester). Det finns flera metoder, nedan uppges några som framgångsrikt har använts för kvantitativ kontroll av renhet:

- Upphettning av mindre detaljer (även rör) med känd yta i en upphettad tub av kiselglas som genomströmmas av oxygen. Fettrester förbränns och uppsamlad koldioxid räknas om och konverteras till mg/m² THC.
- Sköljning av detaljer med känd yta med koltetraklorid och IR-analys av koncentrerade vätskerester. Konvertering till mg/m² THC med hjälp av kalibreringslösningar
- Jämförelse av fluorescens i urlakad vätska från t.ex. gasflaska med känd yta med kalibreringslösningar (lämplig för större ytor). Konvertering till mg/m² THC enligt fastställda formler. Förutsätter att fett i fråga fluorescerar.
- Utöver renhet uttryckt i mg/m² finns idag också krav på partikelrenhet (se ASTM G-93-88 i förteckning av bifogade ASTM dokument).

Tillgänglig litteratur

I dagens läge använder sig de flesta institutioner som organiserar dykare, speciellt de svenska, av dokument som kommer från USA.

Efter genomgång av tillgänglig dokumentation kunde man konstatera att ämnet är seriöst behandlat. Det finns t.ex. i ANDIs skrift The Application of Enriched Air Mixtures enbart ett fåtal påståenden eller frågor som man inte

kunde besvara tillfredställande vid tid för sammanställning av skriften (t.ex. osäkerhet om rengöring av gasflaskor, då t.ex. klasser för rengöring av utrustning för oxygen ej varit tillgängliga m.m.)

Det finns omfattande litteratur publicerad från ASTM i s.k. "STP" publikationer (Special Technical Publications). I dessa förekommer samtliga bidrag till åtta internationella symposier som hittills har hållits mellan 1982 till 1997.

Utbildning

Det kan vara av intresse att veta att ASTM:s Utbildningsdepartement har organiserat flertalet kurser beträffande kompatibilitet av material i oxygen, och även för jurister. Kursen för jurister syftade inte till att ge jurister teknisk kunskap, utan till att upplysa om att det idag finns i det närmaste heltäckande system av standarder, guidelines och practices som täcker hela området, dvs. val av material, provning, design av system, riskanalys m.m. En av föreläsarna har varit aktiv i konsultfirma Wendell & Hull som är specialiserad på utredningar av olyckor i samband med användning av oxygen.

Hantering och skötsel, påfyllning mm samt riskerna

Under rubriken *Föreskrifter* (se sid. 38) finns en förteckning över tillämpliga dokument av olika dignitet (standard, anvisningar, rekommendationer m.m.). Det är dokument som reglerar frågor som frakt, lagring, regler för konvertering av gasflaskor för annan gas än flaskan varit avsedd för, revisionsregler, omstämpling, vad som gäller vid överfyllning av en gas från en gasflaska till en annan m.m.

För att på ett översiktligt sätt kunna hantera de problem som är listade ovan, följer en strukturerad översikt av brister som bör åtgärdas. Översikten följer uppbyggnaden av en typisk dykapparat för Nitrox och innehåller också inventering av brister som förknippas med beredning av Nitrox.

Visserligen finns det information om flertalet av påtalade brister tillgänglig i olika dokument från olika organisationer, men den är spridd och det är nödvändigt att den samlas i ett dokument.

1 Gasbehållare

Det finns inga svenska regler för

- konvertering av en cylinder som har använts t.ex. för komprimerad luft och som skall användas för Nitrox (rengöring, inspektion, oxygenkompatibel flaskventil, ny stämpling m.m.).
- gränsvärden för renhet i mg/m² samt krav på partikelrenhet
- anvisningar för hur man kontrollerar renhetsgraden
- anvisningar för hur man överfyller oxygen från en cylinder till en annan

För yrkesverksamhet finns svenska regler för

- krav på etiketter (se AFS 1996:9 §5 med detaljerad upplysning),
- anvisningar för hur man lagerför cylindrar med Nitrox se (AFS 1997:7),
- anvisningar för transport (se SRVFS 1996:2, SFS 1982:821 Lagen om transport av farlig gods och SFS 1982:923 Förordning om transport av farligt gods).

2 *Flaskventiler*

Det saknas en standardiserad koppling för anslutning av regulatorer och fyllningsutrustning till en flaskventil avsedd för Nitrox gaser. Det finns inga krav på

- kompatibilitet av material i oxygenberikade atmosfärer,
- gränsvärden i mg/m² samt krav på partikelrenhet,
- kompatibilitetskrav på smörjmedel
- på chockprovning
- märkning för användning med Nitrox.

Det finns inga anvisningar för montering av flaskventiler tillsammans med gasbehållare och för koppling av behållare med varandra.

3 *Tryckregulatorer*

Det saknas anvisningar för konvertering av tryckregulatorer för Nitrox, dvs. krav på kompatibilitet av

- konstruktionsmaterial med oxygenberikade atmosfärer,
- krav på renhet, dvs. gränsvärden i mg/m² samt krav på partikelrenhet,
- krav för användning av kompatibla smörjmedel,
- krav på chockprovning i oxygenberikade atmosfärer,
- krav på högtrycksslangar,
- krav på lågtrycksslangar.

4 *Manometrar, hög- och lågtrycksslangar*

Det saknas

- krav på kompatibilitet med oxygenberikade atmosfärer,
- krav på renhet, dvs. gränsvärden i mg/m² samt krav på partikelrenhet.

5 *Övrig utrustning (säkerhetsutrustning som reservluft m.m.) etc.*

Det saknas

- krav på kompatibilitet med oxygenberikade atmosfärer,
- krav på chockprovning tillsammans med tryckregulator, koppling m.m. där det är tillämpligt,
- krav på renhet, dvs. gränsvärden i mg/m² samt
- krav på partikelrenhet

6 *Andningsventiler*

Det saknas

- krav på kompatibilitet av material med oxygen berikade atmosfärer,
- krav på renhet, dvs. gränsvärden i mg/m² samt
- krav på partikelrenhet.

7 *Masker och bitmunstycken (hjälm inte inkluderade)*

Det saknas

- krav på kompatibilitet av material med oxygenberikade atmosfärer.

8 Utrustning och villkor för fyllning av Nitrox

Det saknas

- riktlinjer för utformning av fyllningssystem (system design) så att den möter speciella egenskaper av oxygen,
- krav på renhet av system, dvs. gränsvärden i mg/m² samt krav på partikelrenhet,
- riktlinjer för val av metalliska material,
- riktlinjer för val av icke-metalliska material,
- krav på renhet av systemkomponenter i mg/m² samt på deras partikelrenhet,
- krav på kompressorer och booster som används antingen för framställning av tryckluft eller för direkt komprimering av förblandat Nitrox,
- anvisningar för hur blandningen av Nitrox skall gå till.

Krav på innehållet i etiketter för gasbehållare finns i AFS 1996:9 §5.

Branschorganisationer har dock betydligt högre krav på innehållet i etiketter. Krav på vädring i fyllningslokaler är i Sverige reglerad med AFS 1997:7.

9 Analys av NITROX blandningar

Det saknas

- anvisningar beträffande analytiska instrument,
- anvisningar för hur analysen av Nitrox skall gå till,
- krav på noggrannheten i analysen.

10 Övriga krav

Det saknas

- krav på renhet hos reservdelar, dvs. gränsvärden i mg/m² samt krav på partikelrenhet,
- krav på förpackning och märkning av reservdelar,
- krav på renhet och vid service.

Observera att AFS 1996:9 ger svar på många frågor beträffande krav på dykutrustning och att även den tillgängliga amerikanska branschlitteratur ger tillfredsställande svar på de flesta frågorna!

Föreskrifter

I följande avsnitt är samlade olika dokument (normer, meddelande, anvisningar mm) och förteckningar över litteratur. Härifrån kan man hämta all nödvändig information som är spridd i dessa dokument. Vissa dokument är citerade i texten i respektive avsnitt. Som synes är ämnet mycket komplext.

1. TKS GFA Gasflaskanvisningar.
2. ADR/ADR-S för transport av farligt gods med svenska särbestämmelser utgiven av Statens räddningsverk.
3. Tillämpliga ASS-anvisningar publicerade i aktuell FÖRTECKNING över samtliga gällande författningar och allmänna råd som har beslutats av Arbetskyddsstyrelsen.

(OBS! ASS Meddelande 71:5 Material till rörledningssystem för oxygen är upphävt genom AFS 1997:7. Texten i 71:5 är inarbetat i AFS 1997:7 i

avsnittet "Arbetskyddsstyrelsens allmänna råd om tillämpning av föreskrifterna om gaser".)

4. AFS 1996:9 Gasflaskor, Arbetskyddsstyrelsens författningssamling (bl.a. märkning av flaskor och etiketter).
5. AFS 1997:7 Gaser, Arbetskyddsstyrelsens författningssamling (bl.a. vädring av fyllningslokaler).
6. EN/SS 849 Transportable Gas Cylinders – Cylinder Valves- Specification and Type Testing (innehåller bl.a. villkor för chockprovning).
7. ISO 102 97 nearly identical to EN/SS 849.
8. EN 585 Pressure Regulators for Gas Cylinders Used in Welding, Cutting and Allied Processes up to 200 bar (innehåller bl.a. villkor för chockprovning).
9. EN 961 Welding- Cutting and Allied Processes - Manifold Regulators (innehåller bl.a. villkor för chockprovning).
10. ISO 11621 Gas Cylinders – Procedures for Change of Gas Service.
11. ISO 11 625 Gas Cylinders-Safe Handling (speciellt avsnitt 6.2.16 Transfylling som innehåller restriktioner vid överfyllning av en gasflaska till en annan.
12. Liste der Nichtmetallischen Materialien (av BAM godkända smörjmedel och packningsmaterial) årligen utgiven av Jedermann-Verlag Dr. Otto Pfeffer oHC.
13. Samtliga ASTM G-dokument finns på ASTM home-page. Instruktioner från USA branschorganisationer som t.ex. ANDI osv.
14. Handbok i industriell rengöring utgiven av Institutet för verkstadsteknisk forskning (IVF – skrift 94810).
15. Svetskommissionen IVA, Utformning av försörjningssystem för Gas (säljes av SIS).